



INSTRUKČNÍ KNÍŽKA

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

INSTRUCTION MANUAL

TESLA

КМИТОЧТОВÝ МĚНИČ

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ

FREQUENCY CONVERTER

BP 6400

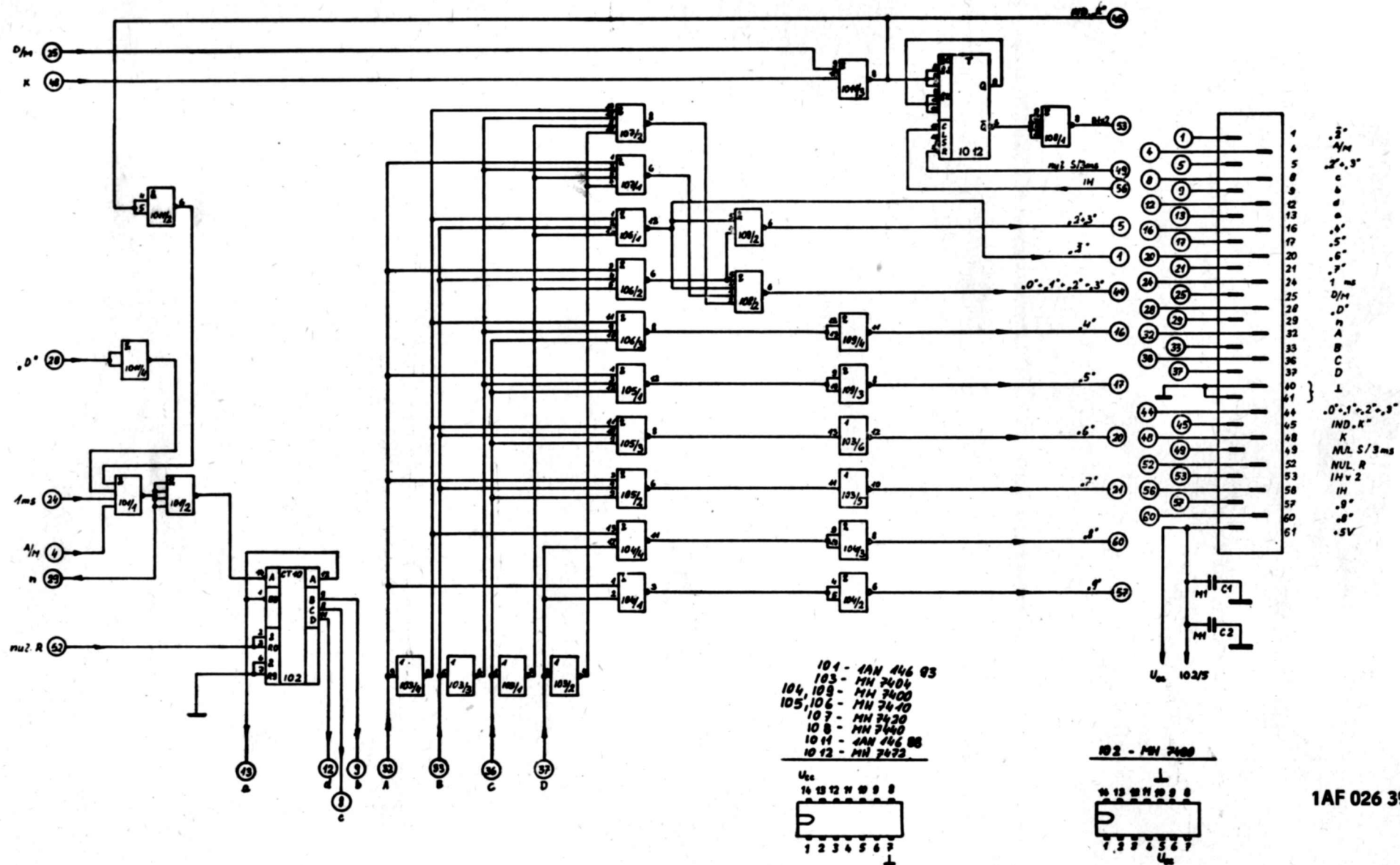
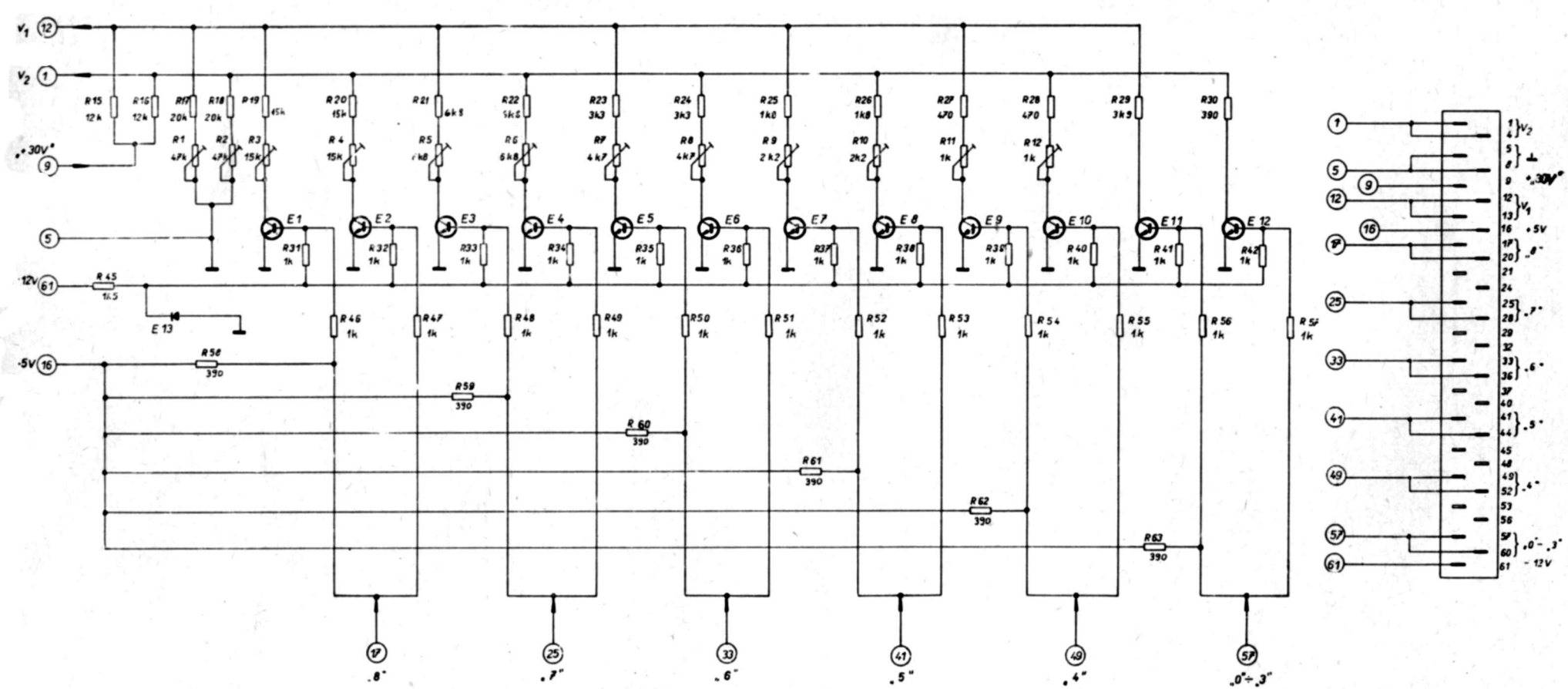


Schéma logiky – I s čítačem n, dekodérom a obvodem pro vynásobení měrného intervalu dvěma

Схема логики – I со счетчиком n, декодирующим устройством и цепью умножения интервала измерения на два

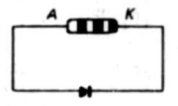
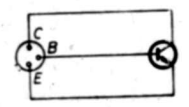
Printed board I. of logic circuits with n – counter, decoder and circuit for multiplication of the measured interval by two



E 1, E 2, E 3, E 4, E 5, E 6, E 7, E 8, E 9.
E 10, E 11, E 12 - KC 147

E 13 — KA 206

Schéma spínačů - II (spínací obvody pro harmonické 400 až 900 MHz)
Схема выключателей - II (цепи включения для гармоник 400 - 900 МГц)
Printed board II. of the switching circuits of the harmonics 400 to 900 MHz



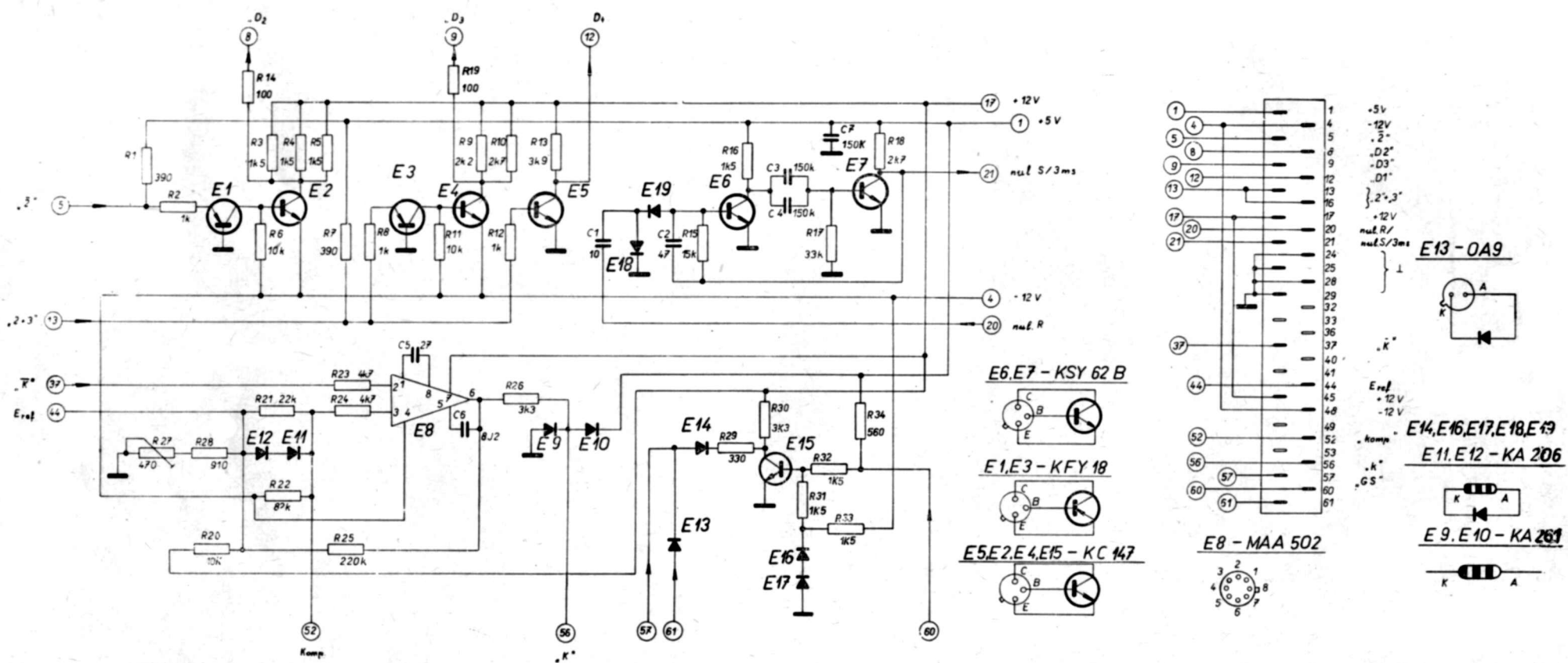


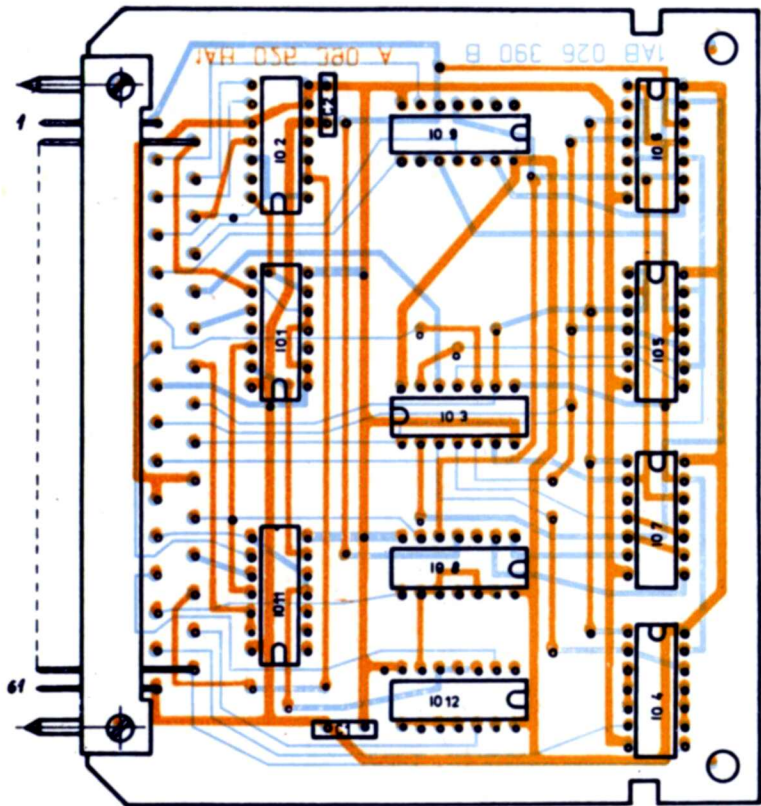
Schéma spoločných obvodů – III (spínací obvody pro harmonické 200 a 300 MHz, obvod nulovacího impulsu a napěťový komparátor pro výstup detektoru)

Схема общих цепей – III (цепи включения для гармоник 200 и 300 МГц, цепь импульса сброса и компаратор напряжения для выхода детектора)

Printed board III. housing the switching circuits of the harmonics 200 and 300 MHz, circuits of the zeroing pulse and voltage comparator for the detector output.

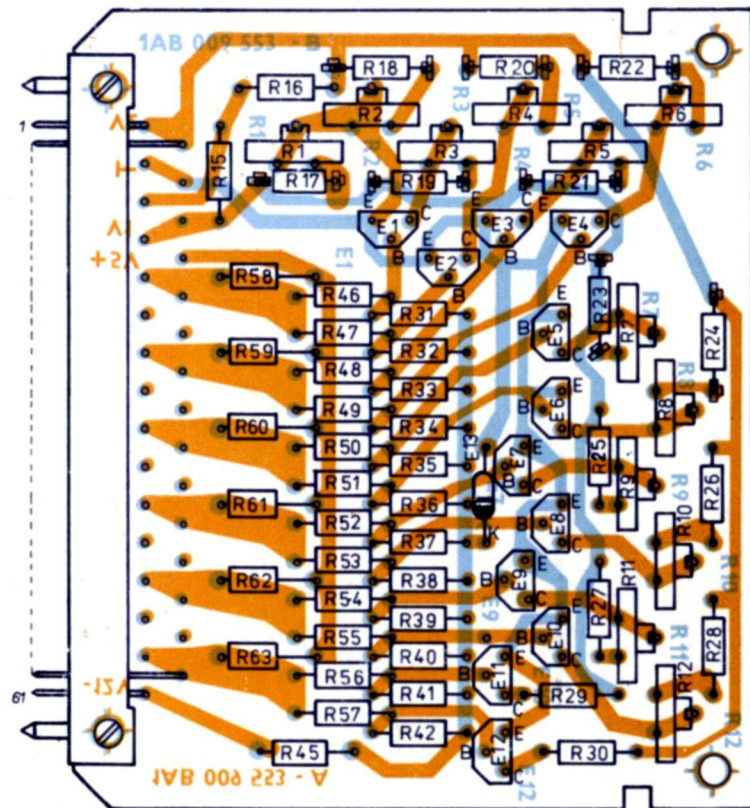
1AF 009 57

BP 6400/6



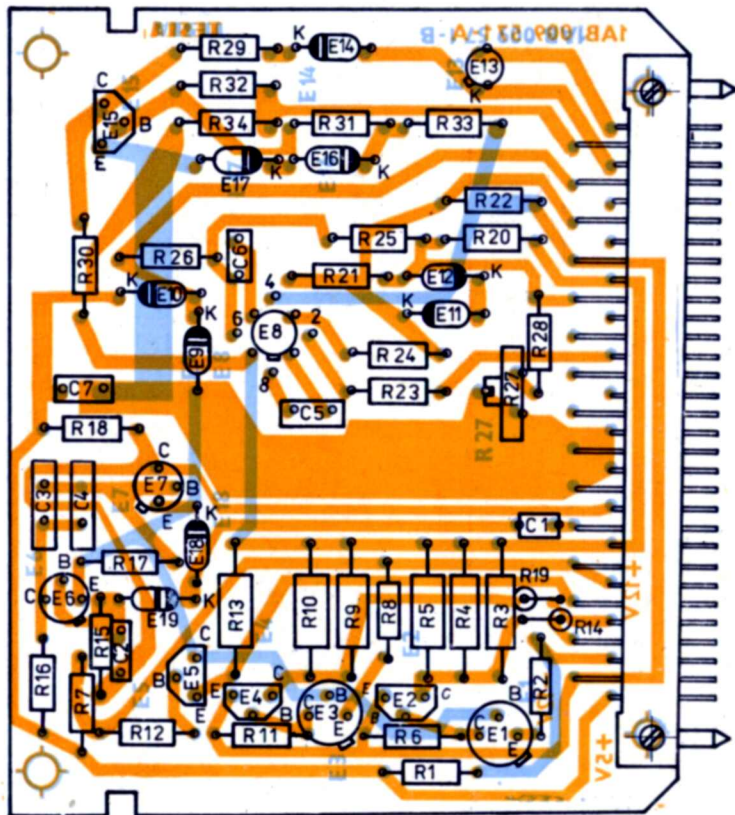
Logika – I
 Логика – I
 Logic circuit – I

1AF 026 39



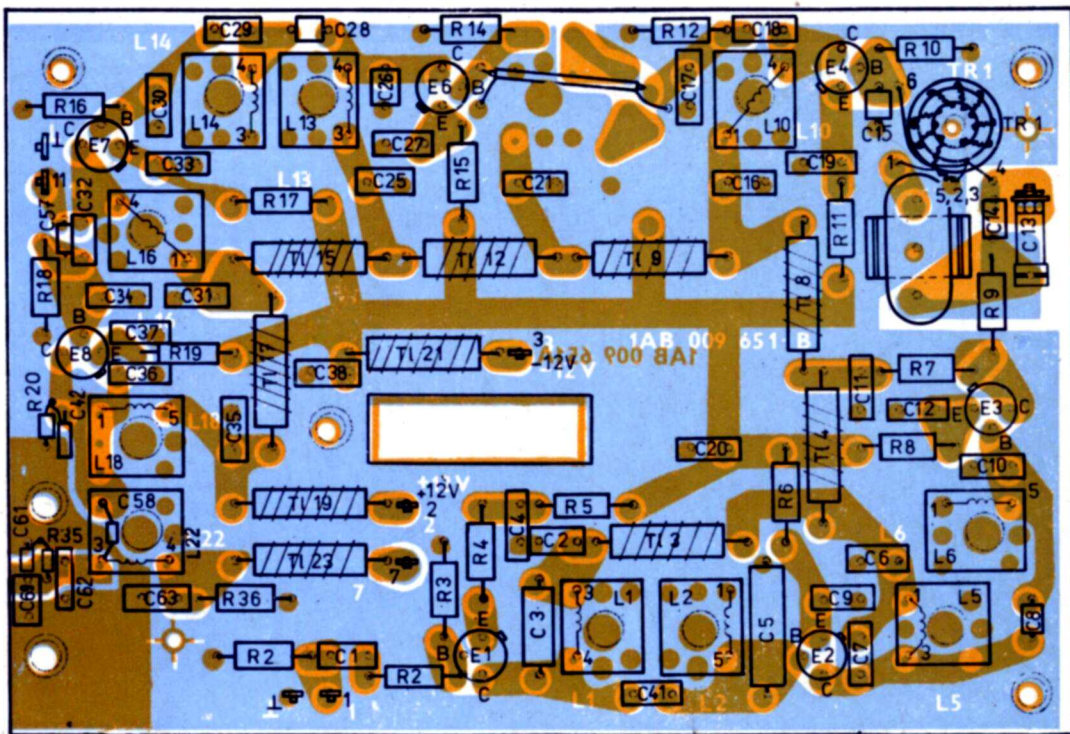
Српначе – II
 Выключатели – II
 Switching circuits – II

1AF 009 55



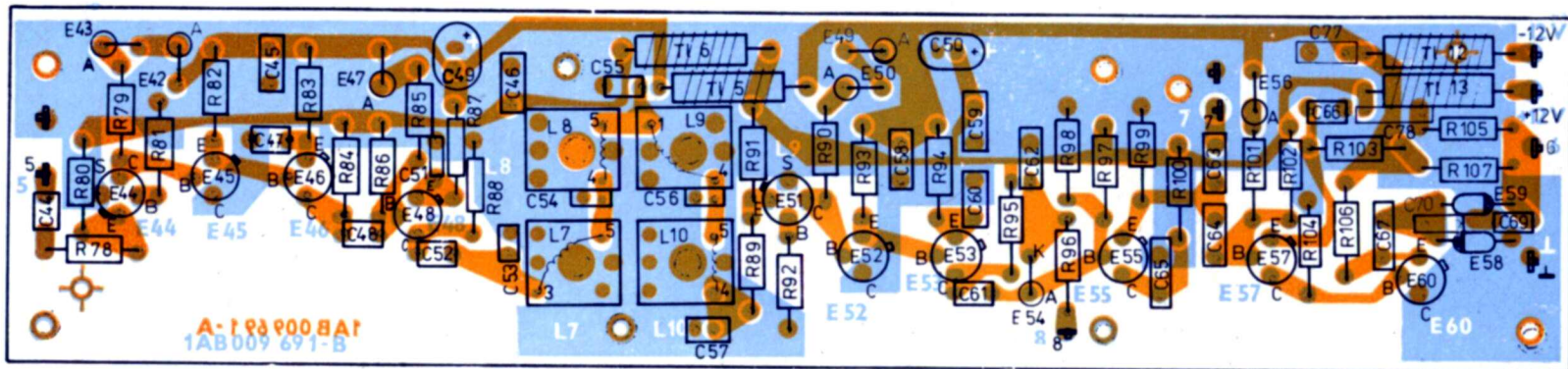
Společné obvody – III
 Общие цепи – II
 Common circuits – III

1AF 009 57



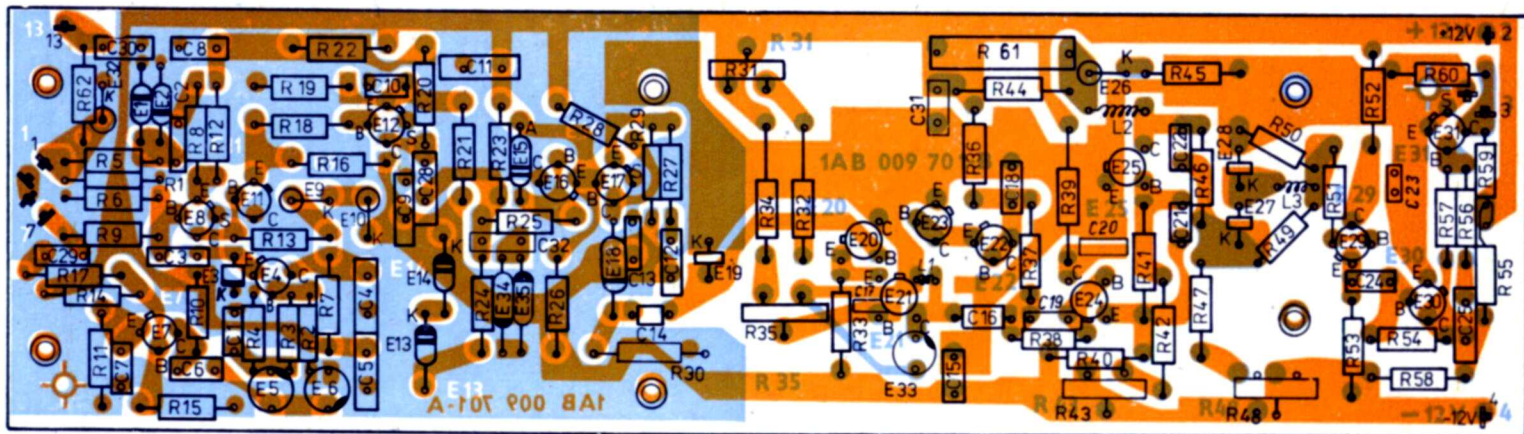
Násobič 10/100 MHz
 Умножитель 10/100 МГц
 Multiplier 10/100 MHz

1AF 009 65



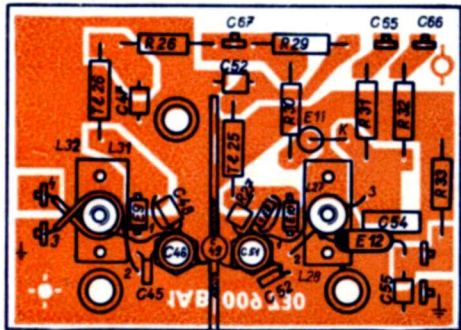
Zesilovač zázněje
Усилитель биения
Beat amplifier

1AF 009 69



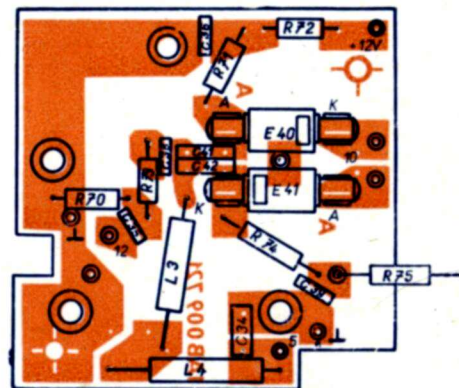
Dělič kmitočtu
Делитель частоты
Frequency divider

1AF 009 70



Filtr 200, 300 MHz
 Фильтр 200, 300 МГц
 Filter 200, 300 MHz

1AF 009 73



Směšovač
 Смеситель
 Mixer

1AF 009 72

BP 6400

Výrobní číslo:

Заводской номер:

Production No.:

Změnový list - Kmitočtový měnič BP 6400 (série 863)

V rozpisu el. součástí a na schémata Logiky - 1 LAF 026 39 změněny int. obvody:

IO 1 na K 555 LA1 LAN 149 83

IO 11 na K 555 LA3 LAN 149 78

U int. obvodu IO 2 - vývod č. 14, přistupuje odpor R1 (1kΩ) připojený na +5V a kond. C3 (100 pF) zapojený na zem.

str. 16

Do kapitoly 6.3.2.1. přistupuje text:

"Не рекомендуется использовать при автоматическом провозу nejkratších intervalů 1 a 10 μs, poněvadž při nich může čítač (ve vyjímčném případě) ukázat nesprávný údaj."

Лист изменений - Преобразователь частоты BP 6400 (серия 863)

В спецификации эл. деталей и на схеме Логики - 1 LAF 026 39 изменены инт. цепи:

ИС 1 - K 555 LA1 LAN 149 83

ИС 11 - K 555 LA3 LAN 149 78

У интегральной схемы ИС 2 - вывод № 14, приступает резистор R1 (1 кОм) подключенный +5 В и конденсатор С3 (100 пФ) включенный на землю.

стр. 16

К разделу 6.3.2.1. добавляется текст:

"Не рекомендуется при автоматическом режиме работы использовать самые краткие интервалы 1 и 10 мкс, так как счетчик при них может дать (в исключительном случае) неправильное показание."

List of alterations - Frequency converter BP 6400 (series 863)

On the list of electrical components and on the wiring diagram Printed board I. of logic circuits LAF 026 39 altered the following integrated circuits:

IO 1 to K 555 LA1 LAN 149 83

IO 11 to K 555 LA3 LAN 149 78

To the integrated circuit IO 2 - outlet no. 14 has been added resistor R1 (1 kΩ) connected to + 5V and capacitor C3 (100 pF) connected to the earth.

Page 16

To section 6.3.2.1. the following text was added:

"It is not recommended to use in automatic operation the shortest intervals of 1 and 10 μs, because then the counter can show (in exceptional case) an incorrect indication."

OBSAH

1. Rozsah použití přístroje	3
2. Sestava úplné dodávky	3
3. Technické údaje	4
4. Princip činnosti přístroje	5
5. Pokyny pro vybalení, sestavení a přípravu přístroje k provozu	11
6. Návod k obsluze a používání přístroje	12
7. Popis mechanické konstrukce přístroje	26
8. Podrobný popis zapojení	27
9. Pokyny pro údržbu přístroje	42
10. Pokyny pro opravy	43
11. Pokyny pro dopravu a skladování	61
12. Údaje o záruce	62
13. Rozpis elektrických součástí	63
14. Přílohy	

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение прибора	3
2. Комплектность поставки	3
3. Технические данные	4
4. Принцип действия прибора	5
5. Указания по распаковке, сборке и подготовке прибора к работе	11
6. Инструкция по обслуживанию и эксплуатации прибора	12
7. Описание механической конструкции прибора	26
8. Подробное описание схемы	27
9. Указания по уходу за прибором	42
10. Указания по ремонту	43
11. Указания по транспортировке и хранению	61
12. Условия гарантии	62
13. Спецификация электрических деталей	63
14. Приложения	

CONTENTS

1. Scope of application of instrument	3
2. Contents of a complete consignment	3
3. Technical data	4
4. Principle of instrument operation	5
5. Instructions for unpacking, assembly and preparations for operation	11
6. Instructions for attendance and application of instrument	12
7. Description of mechanical design of instrument	26
8. Detailed description of circuitry	27
9. Instructions for maintenance of instrument	42
10. Instructions for repairs	43
11. Instructions for transport and storage	61
12. Guarantee	62
13. List of electrical components	63
14. 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 бурного развития мировой электроники изменяются схемы, появляются новые и совершенствуются детали наших приборов.

Иногда по вине печати и требований отправления нам не удается внести изменения в печатные пособия.

В этом случае изменения указываются на специальном 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 PŘÍSTROJE

Kmitočtový měnič BP 6400 umožňuje v součinnosti se 100 MHz čítačem BM 640 přesné měření kmitočtů do 1000 MHz. Je řešen jako zásuvná jednotka do čítače. Měnič má dva základní rozsahy (dva samostatné vstupy). V rozsahu 5–210 MHz se využívá vestavěného děliče kmitočtu a v tomto rozsahu se chová měnič s čítačem prakticky jako čítač s přímým počítáním do 210 MHz. V rozsahu 210–1000 MHz se odečítá od měřeného kmitočtu nejbližší celistvý násobek 100 MHz z normálu a zbytek se měří čítačem. Měřený kmitočet se čte na displeji čítače. Tím je zachována přesnost měření ± 1 kmit \pm přesnost normálu v čítači (nebo vnějšího normálu) i na nejvyšších kmitočtech. Vyrovnání měniče (nastavení správné harmonické) se děje automaticky, což značně zrychluje měření a zjednodušuje obsluhu.

Harmonické je však možno nastavovat i ručně, což je vhodné pro některé aplikace. V tom případě se odečítají stovky MHz na měniči a zbytek na čítači.

Přístroj je určen k přesnému měření kmitočtu přibližně sinusových signálů v rozsahu napětí 50 mV až 0,5 V_{ef}. Měření se opakuje periodicky (řízeno čítačem), nebo lze přístroj ovládat ručně.

2. SESTAVA ÚPLNÉ DODÁVKY

- | | |
|--------------------------|------------|
| – Měnič kmitočtu BP 6400 | |
| – Připojovací kabel | 1AK 642 20 |
| – Připojovací kabel | 1AK 642 21 |

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Преобразователь частоты BP 6400 в комплекте со счетчиком BM 640 на 100 МГц дает возможность точного измерения частот вплоть до 1000 МГц. Он выполнен в качестве выдвижного блока счетчика. Преобразователь имеет два основных поддиапазона (два самостоятельных входа). В поддиапазоне 5–210 МГц используется встроенный делитель частоты; в этом режиме преобразователь вместе со счетчиком работают практически так же, как и счетчик с прямым счетом до частоты 210 МГц. В диапазоне 210–1000 МГц от измеряемой частоты вычитается ближайшее целое кратное значению 100 МГц от эталона и остаток измеряется счетчиком. Измеряемая частота читается на дисплее счетчика. В результате этого сохраняется точность измерения ± 1 колебание \pm точность эталона в счетчике (или внешнего) и на самых высоких частотах. Настройка преобразователя (установка правильной гармоники) осуществляется автоматически, что значительно ускоряет процесс измерения и облегчает обслуживание.

Гармоники можно устанавливать и вручную, что является целесообразным для некоторых видов применений. В этом случае отсчитываются сотни МГц на преобразователе и остаток на счетчике.

Прибор предназначен для точного измерения частоты приблизительно синусоидальных сигналов в диапазоне напряжений 50 мВ – 0,5 В эфф. Измерение повторяется периодически (управление осуществляется счетчиком) или прибором можно управлять вручную.

2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| – Преобразователь частоты BP 6400 | |
| – Соединительный кабель | 1AK 642 20 |
| – Соединительный кабель | 1AK 642 21 |

1. SCOPE OF APPLICATION OF INSTRUMENT

When applied in co-operation with the 100 MHz universal counter BM 640, the BP 6400 frequency converter serves for accurate measurements up to 1000 MHz. The frequency converter is a plug-in unit; it has two basic ranges (two separate inputs). Within the range of 5 to 210 MHz, a built-in frequency divider is utilized and the frequency converter, together with the counter, operate practically as a direct indicating counter up to 210 MHz. Within the range of 210 to 1000 MHz, the nearest whole (integral) multiple of 100 MHz is subtracted from the measured frequency and the rest is measured by the counter, on the display of which the measured frequency is indicated. Thus, the accuracy of measurements of ± 1 cycle \pm the accuracy of the standard employed in the counter (or of the external standard, if appropriate) is maintained even at the highest frequencies. Balancing of the converter (setting of the correct harmonic frequency) is automatic, thus considerably facilitating attendance and speeding up measurements. However, the harmonics can be set also manually; this is an advantage in certain special applications. In this case, the number of hundreds of MHz are read on the changer and the rest on the counter.

The frequency converter is intended for the accurate measurement of the frequency of sinusoidal signals within the voltage range of 50 mV to 0.5 V RMS. The measurement repeats periodically (controlled by the counter), or can be controlled manually.

2. CONTENTS OF A COMPLETE CONSIGNMENT

- | | |
|-----------------------------------|------------|
| Frequency converter TESLA BP 6400 | |
| Connecting cable | 1AK 642 20 |
| Connecting cable | 1AK 642 21 |

- Instrukční knížka
- Balicí list
- Záruční list
- Dvojice propojovacích lišt:

vidlice	1XF 895 13
zásuvka	1XK 180 10
- Dvojice propojovacích lišt s koaxiálními konektory:

vidlice	1AF 896 03
zásuvka	1AK 182 48
- prodlužovací zásuvná deska 1AK 053 92

- Инструкция
- Упаковочный лист
- Гарантийное свидетельство
- Пара соединительных разъемов:

вилка	1XF 895 13
штепсель	1XK 180 10
- пара соединительных и коаксиальных разъемов:

вилка	1AF 896 03
гнездо	1AK 182 48
- Удлинительная выдвижная плата 1AK 053 92

- Instruction Manual
- Packing Note
- Guarantee Certificate
- Pair of contacts strips:

Plug	1XF 895 13
Socket	1XK 180 10
- Pair of coaxial contact strips:

Plug	1AF 896 03
Socket	1AK 182 48
- Extension plug-in board 1AK 053 92

3. TECHNICKÉ ÚDAJE

Kmitočtový rozsah: 5–1000 MHz;
 dva hlavní podrozsahy: 5–210 MHz – dělič,
 210–1000 MHz – měnič

Přesnost měření: je dána přesností základního čítače BM 640 (± 1 kmit \pm chyba normálu kmitočtu vztaženo na měřený kmitočet a měřný interval).

Rozsah vstupního napětí: min. 50 mV_{ef} až max. 500 mV_{ef} (udáno pro přizpůsobený generátor)

Vstupní impedance: 50 Ω

Maximální přípustné ss napětí na vstupu II: ± 50 V

Tvar vstupního napětí: sinusový

Dovolený kmitočtový rozsah záněje při ručním nastavení: 5 až 110 MHz

Rychlost automatického nastavení měniče: < 10 ms

Doba náběhu přístroje: 15 minut

Bezpečnostní třída: I podle ČSN 35 6501

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диапазон частот: 5 – 1000 МГц разбит на два основных поддиапазона
 5 – 210 МГц – делитель; 210 – 1000 МГц – преобразователь

Точность измерения: определяется точностью основного счетчика BM 640 (± 1 колебание \pm погрешность эталона частоты относительно измеряемой частоты и интервала измерения)

Диапазон входных напряжений: мин. 50 мВ эфф. – макс. 500 мВ эфф. (дано для согласованного генератора)

Входное сопротивление: 50 Ом

Предельно-допустимое напряжение на входе постоянного тока II: ± 50 В

Форма входного напряжения: синусоидальная

Допустимый диапазон частот сигнала биений при ручной установке: 5 – 110 МГц

Скорость автоматической установки преобразователя: менее 10 мс

Время разогрева прибора: 15 минут

Класс безопасности: 1 по предписаниям МЭК

3. TECHNICAL DATA

Frequency ranges: 5 to 1000 MHz in 2 main subranges: 5 to 210 MHz divider, 210 to 1000 MHz converter

Accuracy of measurements: Given by that of basic instrument – BM 640 counter, (± 1 cycle \pm error of frequency standard in relation to measured frequency and measuring interval)

Input voltage range: Minimum 50 mV RMS
 Maximum 500 mV RMS (Apply to a matched generator)

Input impedance: 50 Ω

Max. permissible DC voltage on input II: ± 50 V

Shape of input voltage: Sinusoidal

Permissible beat range with manual control employed: 5 to 110 MHz

Speed of automatic converter setting < 10 ms

Warming-up period: 15 minutes

Intrinsic safety: Class I., according to Czechoslovak Standard ČSN 35 6501, in accordance with IEC recommendations

Pracovní podmínky

Referenční teplota: $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
Rozsah teplot: $+10\text{ °C}$ až $+35\text{ °C}$
Relativní vlhkost: 40% až 80%
Tlak vzduchu: 86 000 Pa až 106 000 Pa

Poloha přístroje: vodorovná
Napájení přístroje z čítače BM 640 – vnitřní propojení

Vnější magnetické pole: zanedbatelné
Vnější elektrické pole: zanedbatelné

Osazení: tranzistory – 53 ks, diody – 49 ks,
integrováné obvody – 15 ks

Rozměry přístroje: šířka 134 mm, výška 149 mm,
hloubka 330 mm, hmotnost 2,75 kg
Rozměry zabaleného přístroje: šířka 265 mm,
výška 355 mm, hloubka 465 mm, hmotnost
4,80 kg

Poznámka:

Podmínky pro dopravu a skladování jsou uvedeny v kapitole 11.

4. PRINCIP ČINNOSTI PŘÍSTROJE

4.1. Blokové schéma přístroje

I – vstup 5–210 MHz
II – vstup 210–1000 MHz
f/2 – výstupní kmitočet z měniče k čítači
2,5–110 MHz pro vstup I
2,5–60 MHz pro vstup II
10* MHz – normálový kmitočet
1 kHz – z časové základny v čítači
n – skupina n impulsů pro připočtení stovek MHz v čítači
„D“ – ovládání z čítače – připojení zásuvné jednotky

1 – dělič kmitočtu
2 – zesilovač zázněje
3 – detektor
4 – napěťový komparátor
5 – spínače

Условия эксплуатации

Нормальная температура: $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
Диапазон температуры: $+10\text{ °C}$ ÷ $+35\text{ °C}$
Относительная влажность: 40% – 80%
Давление воздуха: 86 000 Па – 106 000 Па

Положение прибора: горизонтальное
Питание прибора от счетчика BM 640
внутренние соединения

Внешнее магнитное поле: пренебрежимо мало
Внешнее электрическое поле: пренебрежимо мало

Рабочий комплект: транзисторы – 53 шт.,
диоды – 49 шт., интегральные схемы –
15 шт.

Размеры прибора: ширина 134 мм, высота
149 мм, глубина 330 мм, вес 2,75 кг

Размеры упакованного прибора: ширина
265 мм, высота 355 мм, глубина 465 мм,
вес 4,80 кг

Примечание

Условия транспортировки и хранения указаны в главе 11.

4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА

4.1. Блок-схема прибора

I – вход 5 – 210 МГц
II – вход 210 – 1000 МГц
f/2 – выходная частота от преобразователя к счетчику:
2,5 – 110 МГц для входа I
2,5 – 60 МГц для входа II
10* МГц – эталонная частота
1 кГц – от генераторов импульсов времени в счетчике
n – группа – импульсов для прибавления к значению сотен МГц в счетчике
«D» – управление от счетчика – подключение выдвижного блока

1 – делитель частоты
2 – усилитель сигнала биений
3 – детектор
4 – компаратор напряжения
5 – ключи

Operating conditions

Reference temperature: $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
Ambient temperature range: $+10\text{ °C}$ to $+35\text{ °C}$
Relative humidity range: 40% to 80%
Atmospheric pressure range:
86 000 Pa to 106 000 Pa

Operating position: Horizontal
Powering: From BM 640 counter via internal connections

External magnetic field: Negligible
External electric field: Negligible

Complement: 53 Transistors, 49 Diodes,
15 Integrated circuits

Dimensions and weights:
Unpacked: Width 134 mm, Height 149 mm,
Depth 330 mm, Weight 2.75 kg
Packed: Width 265 mm, Height 355 mm,
Depth 465 mm, Weight 4.80 kg

Note:

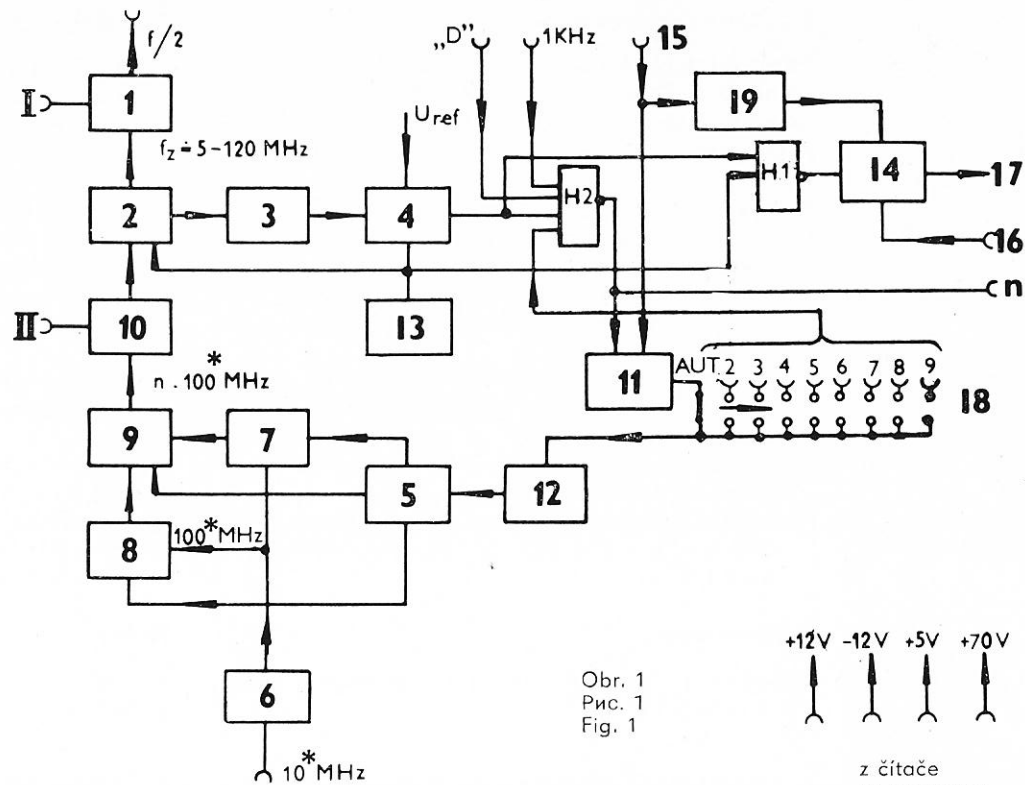
The transport and storage conditions are given in Section 11 of this Manual.

4. PRINCIPLE OF INSTRUMENT OPERATION

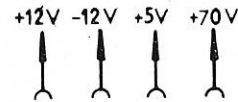
4.1. Block diagram of frequency converter

I – Inputs, 5 to 210 MHz
II – Input, 210 to 1000 MHz
f/2 – Output frequency of converter into counter:
2.5 to 110 MHz for input I,
2.5 to 60 MHz for input II.
10* MHz – Standard frequency
1 kHz – From time base of counter
n – Group of n pulses for adding the hundreds of MHz by the counter
“D” – Control by the counter (plug-in unit connected)

1 – Frequency divider
2 – Beat amplifier
3 – Detector
4 – Voltage comparator
5 – Switching circuits



Obr. 1
Рис. 1
Fig. 1



z čítače
от счетчика
From counter

6 – násobič normálového kmitočtu $10^*/100^*$ a generátor spektra 100^* MHz
7 – laděné filtry 200^* , 300^* MHz
8 – laděné filtry 400^* až 900^* MHz
9 – slučovač kmitočtů z obou filtrů
10 – směšovač
11 – dekadický čítač
12 – dekodér
13 – přepínač dělič/měnič (D/M)
14 – klopný obvod
15 – nulovací impulsy z čítače
16 – interval hradla z čítače
17 – dvojnásobný interval hradla
18 – přepínač „automaticky/ručně“ (A/M)
19 – prodloužení nulovacího impulsu
H1, H2 – hradla

6 – умножитель эталонной частоты $10^*/100^*$ и генератор спектра 100^* МГц
7 – настроенные фильтры 200^* , 300^* МГц
8 – настроенные фильтры 400^* ÷ 900^* МГц
9 – блок сложения частот обоих фильтров
10 – смеситель
11 – десятичный счетчик
12 – декодирующее устройство
13 – переключатель делитель - преобразователь (D/M)
14 – триггер
15 – импульсы сброса от счетчика
16 – интервал вентиля от счетчика
17 – удвоенный интервал вентиля
18 – переключатель «автоматически/вручную» (A/M)
19 – удлинение импульсов сброса
H1, H2 – вентили

6 – Standard frequency multiplier $10^*/100^*$ MHz and 100^* MHz spectrum generator
7 – Tuned filters, 200^* , 300^* MHz
8 – Tuned filters, 400^* to 900^* MHz
9 – Frequency combiner for both filters
10 – Mixer
11 – Decadic counter
12 – Decoder
13 – Change-over switch Divider/Changer (D/M)
14 – Flip-flop circuit
15 – Zeroizing pulses from counter
16 – Gate interval from counter
17 – Double gate interval
18 – Selector switch Automatic/Manual (A/M)
19 – Extension of zeroizing pulse
H1, H2 – Gates

4.2. Popis funkce přístroje

Funkci přístroje je možno vysledovat z blokového schématu obr. 1. Kmitočtový rozsah je rozdělen do dvou hlavních podrozsahů I a II, kterým odpovídají dva vstupní konektory na předním panelu. Pro zabezpečení správné funkce (zejména v automatickém režimu měniče) je třeba znát, je-li měřený kmitočet v příslušném rozsahu 5–210 MHz nebo 210–1000 MHz a napětí signálu v rozmezí 50 mV – 0,5 V_{ef}.

4.2.1. Rozsah 5 – 210 MHz (vstup I)

V tomto případě se vede měřený kmitočet přímo na vstup I děliče kmitočtu 1, na jehož výstupu je kmitočet poloviční. Současně se dvakrát prodlužuje měrný interval v čítači klopným obvodem 15, takže čítač ukáže správný kmitočet f_x . V tomto prvním rozsahu je souprava z hlediska měření kmitočtu prakticky rovnocenná čítači do 210 MHz, poněvadž prodloužení měrného intervalu $2 \times$ není podstatné.

4.2.2. Rozsah 210 – 1000 MHz (vstup II)

Při měření kmitočtu v rozsahu 210–1000 MHz je děliči 1 předřazen vlastní kmitočtový měnič. Měřený kmitočet v tomto rozsahu se přivádí na směšovač 10, kam se současně přivádí (postupně od nejnižší) harmonická normálového kmitočtu 100 MHz (200*, 300* . . . 900* MHz) tak, až vznikne na výstupu směšovače záněj 5 až 120 MHz, který se zesiluje v zesilovači 2, kde je dovolený

4.2. Описание принципа действия прибора

Принцип действия прибора вытекает из блок-схемы, приведенной на рис. 1. Диапазон частот разбит на два основных поддиапазона I и II, для которых предназначены два выходных гнезда на передней панели. Для обеспечения правильной работы (особенно в автоматическом режиме работы преобразователя) необходимо знать, находится ли измеряемая частота в соответствующем поддиапазоне 5 – 210 или 210 – 1000 МГц и напряжение сигнала в пределах 50 мВ – 0,5 В эфф.

4.2.1. Поддиапазон 5 – 210 МГц (Вход I)

В этом случае измеряемая частота поступает непосредственно на вход I делителя частоты 1, с выхода которого снимается сигнал, частота которого в два раза меньше. Одновременно в два раза удлиняется интервал измерения в счетчике с помощью триггера 15, в результате чего счетчик показывает правильную частоту f_x . На этом первом поддиапазоне система с точки зрения измерения частоты практически равноценна счетчику, работающему до 210 МГц, так как удлинение интервала измерения в два раза является несущественным.

4.2.2. Поддиапазон 210 – 1000 МГц (вход II)

При измерении частоты в диапазоне 210 – 1000 МГц перед делителем 1 установлен собственный преобразователь частоты. Измеряемая частота на этом поддиапазоне подается на смеситель 10, куда одновременно подаются последовательно, начиная с самой низкой, гармоники эталонной частоты 100 МГц (200*, 300* . . . 900* МГц), в результате чего на выходе смесителя получается сигнал биений 5 – 120 МГц, который усиливается в усилителе

4.2. Description of instrument operation

The operation of the frequency converter can be followed on the block diagram given in Fig. 1. The frequency range of the converter is split up into two main subranges I. and II., each having its own input connector on the front panel. In order to ensure correct operation (especially during automatic operation of the converter), it is essential to know whether the measured frequency lies within the range of 5 to 210 MHz, or of 210 to 1000 MHz and the input voltage within the range 50 mV to 0.5 V RMS.

4.2.1. First frequency range – 5 to 210 MHz (input I.)

The first frequency range is 5 to 210 MHz. In this case, the measured frequency is applied direct to the input I of frequency divider 1, across the output of which the frequency is half of the original. Simultaneously, the measuring interval is doubled in the counter by means of flip-flop circuit 15; consequently, the counter indicates the correct frequency f_x . When the first frequency range is employed, as far as frequency measurement is concerned, the setup is practically equivalent to a counter operating up to 210 MHz, as the extension of the measuring interval to twice its original value is irrelevant.

4.2.2. Second frequency range – 210 to 1000 MHz (input II.)

During measurements within the range 210 to 1000 MHz, the frequency converter proper is connected in front of frequency divider 1. The measured frequency, which lies within the second range, is applied to mixer 10, to which are applied simultaneously the harmonic frequencies of the standard frequency of 100 MHz (i. e., 200*, 300* . . . 900* MHz), starting with the lowest one, until a beat (f_z) within the range 5 to 120 MHz appears at the output. The frequency is amplified

kmitočtový rozsah vymezen kmitočtovou charakteristikou zesilovače.

4.2.3. Automatický provoz

Při automatickém provozu měniče se přepínají harmonické po 1 ms postupně směrem od nejnižší tak dlouho, až se objeví na výstupu zesilovače záznamový signál f_z (asi do 120 MHz) s dostatečnou napětíovou úrovní. Signál f_z se vede jednak na vstup děliče 1, jednak na detektor 3. Stejn směrný výstupní signál detektoru se přivádí na vstup napětíového komparátoru 4. Převýší-li signál referenční napětí U_{ref} , přepínání harmonických se zastaví povel z komparátoru, na jehož výstupu se změní napětí. S příslušným zpožděním se otevře hradlo v čítači a čítač změří ve zvoleném intervalu záznamový kmitočet f_x .

Skupina impulsů n se z výstupů hradla H2 přivádí do čítače pro přičtení stovek MHz. Signál „D“ dovoluje průchod impulsů 1 kHz hradlem H2 jen při volbě funkce zásuvné jednotky na čítači.

Pracovní cyklus měniče je vřazen do pracovního cyklu čítače.

Tento začíná vynulováním dekád čítače, přičemž se současně vynuluje i čítač n 11 v měniči i klopný obvod 14, kterým se vytváří dvojnásobný měrný interval otevření hradla (nastavený na čítači). Nulování obvodu 14 je prodlouženo monostabilním klopným obvodem 19 asi na 3 ms (aby se předčasně neotevřelo hradlo v čítači).

Dekadický čítač 11 je poháněn kmitočtem 1 kHz, odebíraným z čítače přes hradlo H2. Toto hradlo je otevřeno tak dlouho, dokud není na výstupu

2, где допустимый диапазон частоты ограничен частотной характеристикой усилителя.

4.2.3. Автоматический режим работы

При автоматическом режиме работы преобразователя гармоники переключаются через 1 мс поочередно, начиная с низшей до тех пор, пока на выходе усилителя не появится сигнал биений f_z с частотой прил. до 120 МГц и с достаточным уровнем напряжения. Сигнал f_z подается на вход делителя 1 и далее на детектор 3. Выходной сигнал постоянного тока детектора подается на вход компаратора напряжения 4. Если сигнал превзойдет опорное напряжение U_{ref} , то переключение гармоник останавливаются командой от компаратора, на выходе которого изменится напряжение. С соответствующей задержкой открывается триггер в счетчике и счетчик измеряет в заданном интервале частоту сигнала биений f_x . Группа импульсов n с выхода вентиля H2 поступает в счетчик для прибавления к значению сотен МГц. Сигнал «D» открывает путь импульсам 1 кГц – вентиль H2 – только при установке режима работы выдвижного блока счетчика.

Рабочий цикл преобразователя входит в рабочий цикл счетчика.

Последний начинается со сброса декад счетчика, причем одновременно осуществляется и счетчик n 11 в преобразователе и триггера 14, с помощью которого создается удвоенный интервал измерения – отпирание вентиля (установленного на счетчике). Сброс схемы 14 удлиняется с помощью триггера с одним устойчивым состоянием 19 прил. до 3 мс (для того, чтобы преждевременно не открылся вентиль в счетчике).

Декадный счетчик 11 управляется частотой 1 кГц, снимаемой со счетчика через вентиль H2. Этот вентиль отперт до тех пор, пока на

by amplifier 2, the permissible range of which is limited by its frequency response.

4.2.3. Automatic operation

During automatic operation of the converter, the harmonic frequencies are switched successively, starting with the lowest one, at 1 ms intervals until a beat (f_z) of sufficient voltage level appears at the output of mixer 10. This beat of up to approximately 120 MHz frequency is applied to the input of divider 1, as well as to detector 3. The DC output signal of the detector passes to the input of voltage comparator 4. If the voltage of this signal exceeds the reference voltage U_{ref} , then the switching of the harmonic ceases, due to a command from the comparator, the output voltage of which changes. After a certain delay, the gate in the counter opens and the counter measures the beat frequency f_x during a preselected interval. The group of n pulses is fed from the output of gate H2 to the counter for adding the hundreds of MHz.

The signal "D" enables the passing of 1 kHz pulses through gate H2 only when the counter has been set for operation with a plug-in unit.

The operation cycle of the frequency converter is a part of the operation cycle of the counter.

Operation starts by zeroizing the decades of the counter; at the same time, also the n -counter 11 in the converter is cleared and flip-flop circuit 14, which produces the double measuring interval of gate opening (set in the counter), is returned to its initial state. The zeroizing of circuit 14 is extended by monostable flip-flop circuit 19 to approximately 3 ms (in order to prevent premature opening of the gate in the counter).

Decadic counter 11 is driven by a frequency of 1 kHz derived from the counter via gate H2. This gate is open as long as the signal on the output

komparátoru signál odpovídající přítomnosti správného záznežového kmitočtu na výstupu směšovače. Po překlopení výstupu komparátoru se čítač 11 zastaví. To se stane při nejbližší nižší harmonické, která dá záznež 5–120 MHz.

Výstupem komparátoru se ovládá současně i hradlo H1, které podmiňuje funkci hradla v čítači a tedy změřeni záznežového kmitočtu. Po uzavření hradla v čítači se objeví na displeji záznežový kmitočet, ke kterému je již předem přičten údaj $n \times 100$ MHz. Na displeji je tedy celý údaj kmitočtu po dobu indikace nastavitelné na čítači podle potřebné rychlosti opakování měření.

Po uplynutí této doby se čítač i příslušné obvody v měniči vynulují, tím poklesne napětí na výstupu detektoru, změní se napětí na výstupu komparátoru, hradlo H2 se otevře, čítač n se rozběhne od nejnižší harmonické a znovu se vyhledává první záznež, čímž se celý cyklus automaticky opakuje.

Při jednorázovém měření lze ovládat čítač společně s měničem vnějším povelovým signálem, který se projeví jednorázovým vynulováním – tedy jedním měřicím cyklem.

Možno měřit i ručním nulováním tlačítkem na čítači. Nejdelší doba vyrovnání měniče je tedy < 10 ms. Nejkratší doba indikace na čítači je asi 100 ms. To znamená, že čítač spolu s měničem je schopen při měrném intervalu 10 ms opakovat asi 5 měření za sekundu. Opakovaným vyrovná-

выходе компаратора нет сигнала, наличие которого соответствует наличию правильной частоты на выходе смесителя. После опрокидывания компаратора счетчик 11 останавливается. Это имеет место при ближайшей низкой гармонике, которая дает биения 5–120 МГц. Выходным сигналом компаратора одновременно управляется вентиль H1, который обуславливает функцию вентиля в счетчике и, следовательно, измерение частоты биений. После запираания вентиля в счетчике на дисплее появляется частота сигнала биений, к которой заранее прибавлено значение $n \times 100$ МГц. Следовательно, на дисплее изображается вся информация о частоте в течение времени индикации, устанавливаемой на счетчике в зависимости от требуемой скорости повторения измерений.

По истечении этого времени счетчик и соответствующие схемы в преобразователе сбрасываются, в результате чего уменьшается напряжение на выходе детектора изменится напряжение на выходе компаратора, вентиль H2 отпирается, счетчик n начинает работать с низкой гармонике и снова отыскивается первый сигнал биений, в результате чего весь описанный цикл автоматически повторяется. (При однократном измерении можно управлять счетчиком вместе с преобразователем с помощью внешнего командного сигнала, который проявляется в виде однократного сброса, т. е. одним циклом измерения. Можно измерять и с помощью ручного сброса, осуществляемого кнопкой, размещенной на счетчике.)

Следовательно, максимальное время настройки преобразователя менее 20 мс. Минимальное время индикации на счетчике составляет 100 мс. Это значит, что счетчик вместе с преобразователем могут при интервале измерения 10 мс осуществлять приблизительно 5 измерений в секунду. Благодаря повторяющейся настройке преобразователя перед каждым

of comparator 4 does not correspond to the presence of a correct beat frequency at the output of the mixer. After reversal of the comparator output, the counter 11 stops; this takes place at the next lower harmonic frequency which produces a beat within the range 5 to 120 MHz. The output of the comparator simultaneously controls also gate H1, on which depends the function of the gate in the counter, and thus the measurement of the beat frequency. After the closing of the gate in the counter, the beat frequency appears on the display to the indication of which the value of $n \times 100$ MHz has been added already. Consequently, the readout is the whole measured frequency. The duration is selectable on the counter according to the required repetition rate of the measurement.

After the elapse of the selected display duration, the counter, as well as the appropriate circuits in the frequency converter, become automatically zeroized. Thus, the voltage on the output of detector 3 drops, the voltage on the output of comparator 4 alters, gate H2 opens, the n -counter 11 starts operating from the lowest harmonic frequency towards the higher ones and selects the first beat again; thus, the whole operation cycle is repeated automatically. (In single-shot measurements, the counter, together with the frequency converter, can be controlled by means of an external command signal causing single-shot zeroizing, which initiates one measuring cycle. Manual zeroizing is possible also by means of a push-button on the counter.)

Balancing of the frequency converter takes maximum < 10 ms. The shortest period for display of the result by the counter is approximately 100 ms; consequently, the counter, together with the frequency converter, is capable of repeating the measurement approximately 5 times in 1 second at 10 ms measuring intervals. The repetition of balancing of the converter by the counter be-

ním měniče před každým měřením čítačem se zaručí správná funkce zařízení i při větších změnách měřeného kmitočtu. Podmínkou je to, aby se kmitočet neměnil podstatně (velký skok) během vyrovnaní měniče i otevření hradla v čítači, což je samozřejmá podmínka při měření čítačem obecně.

Výstup čítače 11 je v kódu BCD a přivádí se přes dekodér 12 na spínače 5 jednotlivých filtrů harmonických.

4.2.4. Funkce přepínačů 13 a 18

Přepínačem 13 se volí buď funkce děliče nebo měniče. V poloze „dělič“ se používá vstup I (5–210 MHz).

V této poloze je vypnut zesilovač zázněje 2 a uměle nahrazen výstup komparátoru 4 tak, že se automaticky opakuje pracovní cyklus nastavený na čítači (i když není na vstupu I signál). Funkce je v tomto případě shodná s funkcí samotného čítače – v tomto případě tedy čítače do 210 MHz.

V poloze přepínače 13 „měnič“ se měří na vstupu II kmitočet vyšší než 210 MHz. První poloha přepínače 18 „AUT“ odpovídá automatické funkci popsané v bodě 4.2.3. Zbývající polohy přepínače 2 až 9 umožňují pevné nastavení harmonické – její předvolbu, což je vhodné pro některé aplikace.

Při ručním nastavení je automatické přičítání stovek MHz z měniče zrušeno a čítač měří jen rozdí-

l měřením, zabezpečuje se správná práce zařízení a při větších změnách měřené frekvence. Úlohou je to, aby frekvence podstatně nezměnila (velký skok) v průběhu nastavení převodníku a otevírání ventilu v čítači, což je samozřejmá podmínka při měření čítačem obecně.

Выход счетчика 11 в коде BCD подается через декодирующее устройство 12 на ключи 5 отдельных фильтров гармоник.

4.2.4. Принцип действия переключателей 13 и 18

Переключателем 13 выбирается режим работы делителя или преобразователя. В режиме «делитель» использован вход I (5–210 МГц). В этом положении выключен усилитель сигнала биений 2 и на выходе компаратора 4 искусственно установлен такой уровень сигнала, который обеспечивает автоматическое повторение режима работы, установленного на счетчике (и при отсутствии сигнала на входе I). В этом случае принцип действия системы аналогичен принципу действия отдельного счетчика, работающего в данном случае до частоты 210 МГц.

В положении переключателя 13 «преобразователь» на входе II измеряется сигнал частотой более 210 МГц. Первое положение переключателя 18 «АВТ.» соответствует автоматическому режиму работы, описанному в пункте 4.2.3. Остальные положения переключателя 2 ÷ 9 дают возможность фиксированной установки гармоник, т. е. ее предварительного выбора, что является целесообразным для некоторых режимов измерения. При ручной установке автоматическое прибавление степеней МГц от преобразователя отсутствует и счетчик изме-

fore each individual measurement ensures correct operation of the setup even when the measured frequency is subject to minor changes. However, a prerequisite for successful operation is that the frequency must not change in jumps (by large values) during the balancing of the frequency converter and while the gate in the counter is open; which in any case is also an obvious condition for the successful application of the counter.

The output of decadic counter is in the BCD code and is applied via decoder 12 to switches 5 of the individual filters of the harmonic frequencies.

4.2.4. Function of selectors 13 and 18

Change-over switch (13) serves for selecting the operation mode of divider or changer. When set to "Divider", input I. is employed (5 to 210 MHz), the beat amplifier 2 is switched off and the output of comparator 4 is replaced artificially, so that the operation cycle set on the counter (even if input I. is idle) repeats automatically. The setup operates in the same manner as the counter itself, in this case up to 210 MHz. When change-over switch (13) is set to "Changer", input II. is utilized for frequencies higher than 210 MHz.

The first position "AUT" of selector switch (18) sets the automatic operation described in item 4.2.3.

The remaining positions of the selector, i. e. 2 to 9, enable the preselection of the harmonic frequency; this is advantageous for certain applications. In the manual mode of operation, the automatic addition of the hundreds of MHz is cancelled and the counter registers only the diffe-

lový kmitočet, který je třeba k údaji měniče přičíst nebo od něj odečíst.

4.2.5. Propojení s čítačem BM 640

Z čítače se odeberá:

1. ss napětí ± 12 V stab., $+5$ V stab. $+90$ V
2. normálový kmitočet 10 MHz
3. 1 kHz z časové základny pro pohon posuvného registru
4. nulovací impuls – 15
5. měrný interval hradla nastavený v čítači – 16
6. logická úroveň z přepínače funkcí „D“

Do čítače se přivádí:

1. výstupní kmitočet $f/2$
2. interval hradla vynásobený $2 \times$
3. skupina impulsů n pro přičtení stovek MHz na displeji čítače

5. POKYNY PRO VYBALENÍ, SESTAVENÍ A PŘÍPRAVU PŘÍSTROJE K PROVOZU

Přístroj se vybalí a v případě, že byl skladován v teplotách pod 0°C , je třeba jej ponechat aklimatizovat. Přístroj je konstruován v bezpečnostní třídě I podle ČSN 35 6501 revidované vydání (kovové části přístupné dotyku jsou připojeny k ochrannému vodiči).

Přístroj se zasune do čítače BM 640 a upevní se do rámu šroubem na předním panelu.

ряет только разностную частоту, которую следует прибавить или вычесть из показания преобразователя.

4.2.5. Соединение со счетчиком BM 640

Со счетчика снимается:

1. пост. напряжения ± 12 В стаб; $+5$ В стаб.; $+90$ В
2. эталонная частота 10 МГц
3. 1 кГц генератора импульсов времени для управления сдвиговым регистром
4. импульс сброса – 15
5. импульс измерительного интервала вентиля, установленный в счетчике – 16
6. логический уровень от переключателей функций «D»

В счетчик подается:

1. выходная частота $f/2$
2. интервал изменения вентиля, умноженный на 2
3. группа импульсов n для прибавления сотен МГц к показанию дисплея счетчика

5. УКАЗАНИЯ ПО РАСПАКОВКЕ, СБОРКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРИБОРА К РАБОТЕ

Прибор следует распаковать, а в том случае, если он хранился при температуре ниже 0°C , необходимо обеспечить его акклиматизацию. Прибор сконструирован по классу безопасности I по предписаниям МЭК (механические части, доступные прикосновению, соединены с защитным проводом).

Прибор вставляется в счетчик BM 640 и крепится к раме с помощью винта, размещенного на передней панели. После вставления

rence frequency which must be added to the setting of the changer, or subtracted from it.

4.2.5. Interconnection with BM 640 counter

The counter supplies the following:

1. DC voltage of ± 12 V, stabilized
DC voltage of $+5$ V, stabilized
DC voltage of $+90$ V
2. Standard frequency of 10 MHz
3. 1 kHz from time base for driving shift register
4. Zeroizing pulse – 15
5. Measuring interval of gate set in counter – 16
6. Logic level "D" from the function selector

The counter obtains the following:

1. Output frequency $f/2$
2. Gate interval multiplied by 2
3. Group of n pulses for adding the hundreds of MHz on the counter display.

5. INSTRUCTION FOR UNPACKING, ASSEMBLY AND PREPARATIONS FOR OPERATION

The instrument has to be unpacked carefully; if it has been stored at temperatures below freezing point, then it must be acclimatized before put into use. The design of the frequency converter meets the stipulations for class I, intrinsic safety according to the Czechoslovak Standard ČSN 35 6501, in conformity with IEC recommendations (all accessible metal parts of the instrument are connected to the protective conductor of the mains).

The BP 6400 frequency converter has to be inserted into the BM 640 universal counter and attached to its framework with the screw provided for

Po zasunutí do čítače není třeba žádných zvláštních bezpečnostních opatření.

в прибор не следует соблюдать никаких особых мер безопасности.

the purpose on the front panel. After insertion into the instrument no special safety measures are required.

6. NÁVOD K OBSLUZE A POUŽÍVÁNÍ PŘÍSTROJE

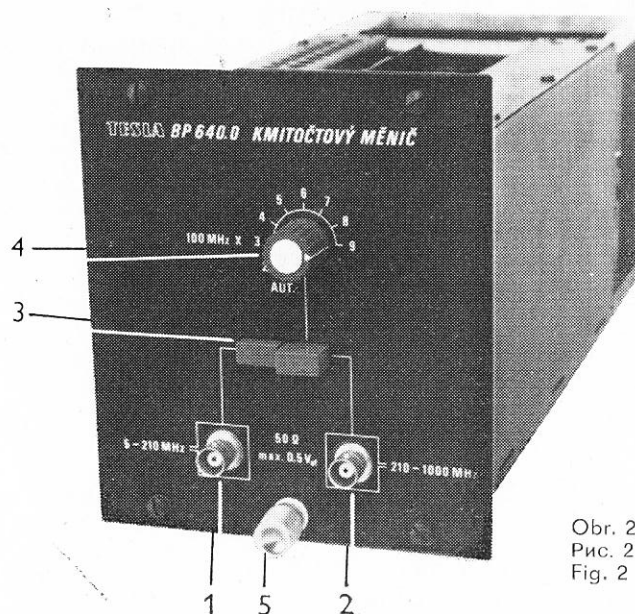
6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА

6. INSTRUCTION FOR ATTENDANCE AND APPLICATION OF INSTRUMENT

6.1. Uspořádání a funkce prvků umístěných na předním panelu přístroje

6.1. Расположение и назначение элементов на передней панели прибора

6.1. Layout and functions of controls situated on front panel of instrument



Obr. 2
Рис. 2
Fig. 2

- 1 – vstupní konektor pro kmitočty 5–210 MHz (současně se volí příslušná poloha přepínače 3, označená čarou vedoucí k tomuto konektoru 1)
- 2 – vstupní konektor pro kmitočty 210–1000 MHz (současně se volí příslušná poloha přepínače 3 vyznačená čarou ke konektoru 2)
- 3 – přepínač funkce dělič/měnič
- 4 – přepínač funkcí měniče: poloha AUT odpovídá automatickému provozu měniče;

- 1 – входное гнездо для частот 5–210 МГц (одновременно выбирается соответствующее положение переключателя 3, указанное линией на гнезде 1)
- 2 – входное гнездо для частот 210–1000 МГц (одновременно устанавливается соответствующее положение переключателя 3, обозначенное риской в направлении к гнезду 2)
- 3 – переключатель режима работы делитель – преобразователь
- 4 – переключатель режима работы преобразователя: положение АВТ. соответствует автоматическому режиму работы преобразователя. Положения 2...9

- 1 – Input connector for frequencies from 5 to 210 MHz. (Simultaneously the position of selector marked by a line leading to this connector must be set).
- 2 – Input connector for applying frequencies from 210 to 1000 MHz. (Simultaneously, change-over switch /3/ must be set as indicated by the line from connector /2/.)
- 3 – Change-over switch D/M (Divider/Changer)
- 4 – Function selector: Setting "AUT" – automatic operation of the changer.

polohy 2...9 slouží k ručnímu nastavení měniče ve vyznačených násobcích 100 MHz
5 – upevňovací šroub měniče

6.2. Propojení měniče s čítačem a přivedení měřeného napětí

Poněvadž měnič BP 6400 je součástí čítače BM 640, je třeba se nejprve dobře seznámit s obsluhou čítače, připravit jej pro měření a přezkoušet jeho hlavní funkce (viz návod k obsluze pro BM 640).

Měnič BP 6400 se zasune zvolna do vypnutého čítače až na doraz upevňovacího šroubu (měnič vysunut asi o 15 mm). Další zasouvání se dokončí otáčením upevňovacím šroubem 5, až panel měniče dosedne na rám čítače.

Čítač se zapne tlačítkem 4.

Nastaví se interval 1 ms a nejrychlejší opakování měření. V této poloze se zkontroluje chod čítače vnitřní kontrolou 100 MHz. Potom se stiskne na čítači tlačítko označené „D“, kterým se propojuje funkce měniče s čítačem.

Přepínačem 3 se zvolí funkce děliče nebo měniče. V poloze „dělič“ opakuje čítač měření bez ohledu na to, zda je na vstupu I napětí či ne (opakované blikání indikace hradla v čítači). V poloze „měnič“ měří čítač (opakovaně) až po nalezení platného zánějového kmitočtu.

Pro přivedení napětí na měnič slouží jeden ze dvou přiložených kabelů s charakteristickou impedancí 50 Ω. Na volný konec kabelu 1AK 642 21

предназначены для ручной установки преобразователя по кратным значениям частоты 100 МГц
5 – крепежный винт преобразователя

6.2. Соединение преобразователя со счетчиком и подача измеряемого напряжения

Так как преобразователь BP 6400 является частью счетчика BM 640, то необходимо сначала досконально ознакомиться с обслуживанием счетчика, подготовить его к измерениям и проверить его основные режимы работы (см. инструкцию по эксплуатации счетчика BM 640). Преобразователь BP 6400 вставляется осторожно в выключенный счетчик до упора крепежного винта (преобразователь выдвинуть прил. на 15 мм). Дальнейшее задвижение осуществляется при вращении крепежного винта 5, причем панель преобразователя касается рамы счетчика.

Счетчик включается кнопкой 4. Устанавливается интервал 1 мс и наиболее быстрое повторение измерений. В этом положении следует проконтролировать работу счетчика с помощью внутреннего контроля 100 МГц. Затем на счетчике нажимают на кнопку, обозначенную «D», с помощью которой преобразователь соединяется для работы со счетчиком.

Переключателем 3 выбирается режим работы делитель или преобразователь. В положении «делитель» счетчик повторяет измерения независимо от наличия на входе I измеряемого сигнала (повторяющееся мигание индикации состояния вентиля в счетчике). В положении «преобразователь» счетчик измеряет (периодически) только после нахождения соответствующей частоты биений.

Для подачи напряжения на вход преобразователя служит один из двух приложенных кабелей с волновым сопротивлением 50 Ом. Свободный конец кабеля 1AK 642 21 можно подключить к подходящему разъему с целью обес-

Settings 2 to 9 – manual setting of the changer to the indicated multiple of 100 MHz.
5 – Fixing screw.

6.2. Interconnection of frequency converter and counter and applying of measured voltage

As the BP 6400 frequency converter is a part of the BM 640 universal counter, it is essential to become well acquainted with the operation of the counter, to prepare it for use and to check its main modes of operation for correctness (see Instruction Manual of BM 640 universal counter). The BP 6400 unit has to be inserted carefully into the counter (which must be switched off), so that the front of the unit extrudes approximately 15 mm. Insertion is then completed by tightening the fixing screw 5 so that the panel of the plug-in unit bears against the framework of the counter.

The counter is switched on by means of its push-button switch 4, and an interval of 1 ms and the highest sampling rate are selected. Then, the operation of the counter is checked by applying the interval test of 100 MHz. By depressing the push-button marked D of the counter, interconnection between it and the converter is established. With change-over switch (3), the operation mode "Divider" or "Changer" can be selected. When "Divider" is set, the counter repeats the measurement regardless to whether a signal is applied to input I. or not (the gate pilot lamp of the counter flickers repeatedly). When "Changer" is selected, the counter measures (repeatedly) only after the valid beat frequency has been found.

The voltage, the frequency of which has to be measured, must be applied to the converter by using one of the two cables of 50 Ω characteristic impedance which are included in the accessories. A suitable connector can be fitted to the

je možno připojit vhodný konektor, umožňující připojení na měřený zdroj signálu.

Signál se přivede na jeden z obou konektorů 1, 2 podle toho, v jakém rozsahu je měřený kmitočet. (Pokud jsou pochybnosti o velikosti kmitočtu v okolí rozmezí dvou rozsahů blízko kmitočtu 210 MHz, vyzkouší se nejprve měření v rozsahu 5 až 210 MHz nebo případně měření při ručním ovládní s harmonickou 200 a 300 MHz – viz bod 6.3.1.). Pro správnou funkci měniče je třeba, aby přivedené napětí bylo v rozmezí 50 mV až 0,5 V_{eff}, přičemž citlivost je definována pro přizpůsobený generátor.

Podrobněji viz odstavec 6.3.4.

Optimální napětí je asi 100 mV. Hodnotu 0,5 V není možno překročit, jinak hrozí nebezpečí poškození diod ve směšovači. Přitom je třeba dbát, aby se na vstup měniče nedostávaly nežádoucí rušivé signály, aby měřené napětí mělo přibližně sinusový průběh bez zřetelné amplitudové modulace apod. (bližší viz v bodě 6.3.3.2.).

6.3. Měření

6.3.1. Měření v rozsahu 5–210 MHz

Při měření kmitočtu v tomto rozsahu se přivede signál na vstupní konektor 1 označený příslušným kmitočtovým rozsahem. Stiskne se tlačítko přepínače 3 spojené na panelu čarou s konektorem 1. Nastaví se potřebný měrný interval na čí-

печения сочленения с источником измеряемого сигнала.

Сигнал подается на один из двух разъемов 1, 2 в зависимости от того, в каком поддиапазоне находится измеряемая частота. Если существуют сомнения о величине частоты в области границ двух смежных поддиапазонов, т. е. вблизи частоты 210 МГц, то сначала следует проверить возможность измерения на поддиапазоне 5 – 210 МГц или в случае измерения при ручном управлении с гармоникой 200 и 300 МГц – см. пункт 6.3.1.

Для правильной работы преобразователя необходимо, чтобы подводимое напряжение находилось в пределах 50 мВ – 0,5 В эфф., причем чувствительность определяется для согласованного генератора.

Более подробные сведения см. пункт 6.3.4.

Оптимальное напряжение составляет приблизительно 100 мВ. Значение 0,5 В не следует превосходить, в противном случае имеет место опасность выхода из строя диодов смесителя. При этом необходимо следить за тем, чтобы на вход преобразователя не поступали нежелательные мешающие сигналы, чтобы измеряемое напряжение имело приблизительно синусоидальную форму без заметной амплитудной модуляции и т. п. (более подробные информации даны в пункте 6.3.3.2.).

6.3. Измерение

6.3.1. Измерение в диапазоне 5 – 210 МГц

При измерении частоты на этом диапазоне соответствующий сигнал подается на входное гнездо 1, которое обозначено указанным диапазоном частот. Далее следует нажать на кнопку переключателя 3 соединенную на панели линией с гнездом 1. Устанавливается только необходимый интервал измерения счет-

free end of the cable 1AK 642 21 for connecting the source of the unknown signal.

The signal to be measured has to be applied to one of the input connectors 1 or 2, depending in which range the measured frequency lies. If the unknown frequency is somewhere close to the boundary of the two ranges (which is 210 MHz), then, first of all an attempt must be made to carry out the measurement within the first range, i. e., 5 to 210 MHz, and then, if necessary, with the harmonic frequency 200 or 300 MHz employed, in the manually controlled mode (see item 6.3.1.).

In order to ensure correct operation of the frequency converter, it is essential to make sure that the input voltage does not exceed the range of 50 mV to 0.5 V RMS; this sensitivity has to be understood with matched input. Further details are given in item 6.3.4.

The optimum input voltage is approximately 100 mV. The value of 0.5 V must be exceeded, so as to preclude damage to the diodes in the mixer. It is important to protect the input from undesired interfering signals and to ensure that the input voltage is at least of approximately sinusoidal waveform and is free from noticeable amplitudes modulation (for details see item 6.3.3.2.).

6.3. Measurement

6.3.1. Measurement within range 5 to 210 MHz

For measuring a frequency within this range, the unknown signal has to be applied to input connector 1 which is marked with the appropriate frequency range. The push-button (3) on the panel of the plug-in unit, connected to input connector 1 by a line, has to be depressed.

The measuring interval and the sampling rate of the BM 640 counter must be selected according

tači a rychlost opakování měření podle návodu čítače BM 640. Při měření je vždy vhodné (platí to i při měření měničem nad 210 MHz) volit nejprve kratší měrný interval tak, aby se měnilo jen poslední místo v rozsahu ± 1 kmitu (bývá nejlepším měřítkem správné funkce čítače).

6.3.2. Měření v rozsahu 210 – 1000 MHz

6.3.2.1. Automatické měření kmitočtu

Signál se přivede na vstup 2 označený příslušným kmitočtovým rozmezím (napětí musí být v uvedeném rozmezí). Přepínač se přepne do polohy „AUT“. Měnič sám vyhledá nejbližší nižší násobek 100 MHz a odečte jej od měřeného kmitočtu.

Rozdílový kmitočet se pak měří čítačem. V čítači se k rozdílovému kmitočtu automaticky připočte nastavený násobek stovek MHz a na displeji se objeví měřený kmitočet.

Schematicky je postup vyhledávání zázněje naznačen na následujícím diagramu, kde je vyznačen příklad měření kmitočtu $f_x = 515$ MHz.

чика и скорость повторения измерений в соответствии с инструкцией по счетчику BM 640. При измерении всегда целесообразно (это справедливо и при измерении с помощью преобразователя частот свыше 210 МГц) сначала установить более короткий интервал измерения так, чтобы менялось только последнее место в пределах ± 1 колебание (это является более хорошим методом проверки правильной работы счетчика).

6.3.2. Измерение диапазона 210 – 1000 МГц

6.3.2.1. Автоматическое измерение частоты

Сигнал подается на вход 2, обозначенный соответствующим диапазоном частоты (напряжение должно быть в заданных пределах). Переключатель переводит в положение «АВТ.». Преобразователь автоматически находит ближайшее низшее кратное 100 МГц и вычитает его из измеряемой частоты. Разностная частота измеряется с помощью счетчика. В счетчике к разностной частоте прибавляется автоматически установленное кратное сотен МГц, в результате чего на дисплее появляется правильное значение измеряемой частоты.

Схематически порядок отыскания частоты биений показан на нижестоящей диаграмме, где в качестве приема показано измерение частоты $f_x = 515$ МГц.

to the instructions given in the respective instruction manual. It is always advisable at the beginning of a measurement to select a shorter measuring interval (which applies also to the measurement of frequencies above 210 MHz), so that only the last digit of the result is affected by the sampling (which is simultaneously a proof of correct operation of the counter).

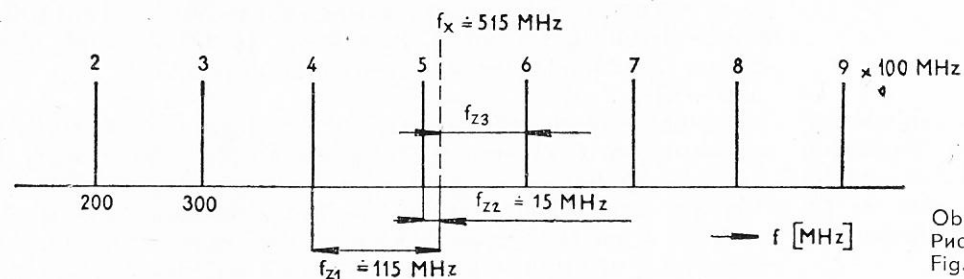
6.3.2. Measurement within range 210 to 1000 MHz

6.3.2.1. Automatic frequency measurement

The unknown signal has to be applied to input 2 which is marked with the appropriate frequency range (the input voltage must not exceed the permissible limit). The selector has to be in the position "AUT.". The frequency converter seeks and itself finds the next lowest multiple of 100 MHz and subtracts it from the measured frequency.

The frequency difference is measured by the BM 640 universal counter, in which to this difference is added automatically the number of hundreds of MHz. The display presents the measured frequency.

The operation of beat seeking is shown in the following diagram (Fig. 3) which, as an example, indicates the measurement of $f_x = 515$ MHz (approximately).



Obr. 3
Рис. 3
Fig. 3

Při každém novém cyklu měření (ovládaném ručně, automaticky nebo externě) začínají se přepínat harmonické 2 až 9 postupně od nejnižší. První záněj, který může projít dolnofrekvenční propustí a zastavit měnič, je v tomto případě $f_{z1} \approx 115 \text{ MHz}$ – na měniči je nastaveno $4 \times 100 \text{ MHz}$ a výsledek je tedy

$$400 + 115 = 515 \text{ MHz}$$

Velikost záněje na čítači často přesáhne hodnotu 100 MHz, a to tehdy, je-li měřený kmitočet f_x vyšší než celistvý násobek 100 MHz o méně než asi 20 MHz (závisí také poněkud na vstupním napětí). V uvedeném případě je tento rozdíl 15 MHz (nad 500 MHz), kterému by odpovídal vyznačený záněj f_{z2} . Teprve v případě, kdyby byl měřený kmitočet např. 535 MHz, zastaví se měnič až na 500 MHz a čítač ukáže 535 MHz.

Při použití měniče je vhodné zpočátku volit interval hradla v čítači 1 ms (ve skutečnosti 2 ms) a nižší, poněvadž při těchto intervalech je v údajích na dekádách čítače rozsvícena desetinná tečka udávající řád MHz, takže čtení údaje na displeji je pohodlné. Teprve tehdy, když nás zajímají další desetinná místa výsledku, se přepne na interval delší než 1 ms (zde je desetinná tečka za kHz).

Pro správnou funkci automatického vyhledávání záněje je nutné, aby byl na vstupu dostatečně silný signál. Poněvadž měnič má citlivost v celém rozsahu lepší než 50 mV, může se stát, že při malém signálu dostaneme při různých harmonic-

При каждом новом цикле измерения (при ручном, автоматическом или внешнем управлении) начинают переключаться гармоники от 2 до 9, начиная с меньшей. Первая частота биений, которая может пройти через фильтр нижних частот и остановить работу преобразователя, в этом случае составляет $f_{z1} \approx 115 \text{ МГц}$. На преобразователе установлено $4 \times 100 \text{ МГц}$ и результат, следовательно, следующий:

$$400 + 115 = 515 \text{ МГц}$$

Значение частоты биений, измеряемой счетчиком, часто превосходит значение 100 МГц и в том случае, если измеряемая частота f_x больше, чем целое кратное частоты 100 МГц, менее прибл. на 20 МГц (это также несколько зависит от входного напряжения).

В указанном случае эта разность составляет 15 МГц (свыше 500 МГц), чему соответствовала бы частота биений f_{z2} . Только в том случае, если измеряемая частота составляет, напр. 535 МГц, преобразователь останавливается на частоте 500 МГц, и счетчик показывает 535 МГц. При использовании преобразователя целесообразно сначала установить интервал вентиля счетчика 1 мс (в действительности 2 мс) и меньше, так как при этих интервалах на декадах счетчика горит десятичный знак, показывающий разряд МГц, в результате чего суммирование показания на дисплее является удобным. Только в том случае, если мы заинтересованы в последующих десятичных разрядах результата, можно установить более длинный интервал, чем 1 мс (в этом случае десятичный знак установлен за разрядом кГц).

Для правильной работы автоматического искания частоты биений необходимо, чтобы на входе находился достаточно сильный сигнал. Так как если чувствительность преобразователя во всем диапазоне лучше 50 мВ, можно случиться, что при малом сигнале при разных гармониках получаются разные амплитуды

In each new measuring cycle, the harmonic frequencies are switched successively from 2 to 9, starting with the 2nd one (regardless of whether during manual control, or automatic, or remotely controlled operation). In this case, the first beat which can pass through the low-pass filter and stop the converter is $f_{z1} \approx 115 \text{ MHz}$ (approx.). The frequency converter is set to $4 \times 100 \text{ MHz}$; consequently, the result is

$$400 + 115 = 515 \text{ MHz}$$

The beat frequency in the counter often exceeds the value of 100 MHz; this occurs when the measured frequency f_x is higher than a whole multiple of 100 MHz by less than approximately 20 MHz (depending also partially on the input voltage).

In this case, the mentioned difference is 15 MHz (above 500 MHz) and the corresponding beat is f_{z2} which is marked in the diagram (Fig. 3.). Only if the measured frequency would be e. g., 535 MHz, would the converter stop at 500 MHz and the counter would indicate 535 MHz.

When the frequency converter is used, it is advantageous to set the gate interval of the counter to 1 ms (actually to 2 ms), or lower, as with the setting of such an interval, the decimal point of the counter decades glows and indicates the MHz order; consequently, the adding of the two indications is more advantageous. Only when more decimal places of the result are required, it is necessary to select an interval longer than 1 ms (the decimal point will appear after the kHz indication).

A sufficiently strong signal on the input is necessary for the correct function of automatic beat finding. As the sensitivity of the converter over the whole range is better than 50 mV, it can occur, that at a small signal and at various harmonic frequencies different beat amplitudes can be received, and the converter can stop in such

kých různé amplitudy zánějů a měnič se v tom případě může zastavit např. až na další harmonické (s doplňkovým zánějem), takže čítač ukazuje falešný výsledek (např. na obr. 3 se zastaví až na harmonické 6). O tomto stavu se můžeme přesvědčit při ručním ovládání měniče podle bodu 6.3.2.2.

6.3.2.2. Ruční ovládání měniče

Při ručním ovládání měniče jsou postup i zásady stejné jako při automatickém měření (6.3.2.1.). Při vyhledávání prvního správného záněje je třeba začít od nejnižší harmonické (2) a z této polohy přepínač přepínat postupně doprava.

Indikací vyhledávání záněje s dostatečnou úrovní je to, že se „rozběhne“ čítač. Proto je nejlépe nastavit na čítači nejprve co nejrychlejší opakování měření. Vyhledání záněje se potom okamžitě indikuje na čítači rychlým blikáním indikace hradla na panelu čítače.

Záněj při ručním ovládání je třeba nastavit tak, aby byl v dovoleném rozmezí 5–110 MHz.

Použití ručního nastavení harmonické je někdy výhodnější než automatický provoz. Např. tam, kde je přibližná hodnota kmitočtu známa a neočekává se při měření změna harmonické (stovek MHz), je možno předem nastavit nejbližší nižší harmonickou k měřenému kmitočtu a pozorovat jen malé rozdíly údajů periodicky se opakující (měření stability kmitočtů apod.). Možnost měření kmitočtu nejméně dvěma nebo až třemi záněji umožňuje jednoduchou kontrolu správnosti mě-

частот и биений и преобразователь в этом случае может остановиться только на дальнейшей гармонике (с дополнительными частотами биений), так что счетчик показывает неправильный результат (напр. на рис. 3 он останавливается только на гармонике 6). Об этом состоянии можно убедиться при ручном управлении преобразователем согл. п. 6.3.2.2.

6.3.2.2. Ручное управление преобразователем

При ручном управлении преобразователем порядок работ и принципы такие же, как и при автоматическом измерении (6.3.2.1.). При отыскании первой правильной частоты биений необходимо начинать с самой низкой гармоники (2) и, исходя из этого положения, переключать переключатель поочередно направо. Индикацией нахождения частоты биений достаточного уровня является то, что начинает работать счетчик. Поэтому лучше всего на счетчике установить сначала самую высокую частоту повторения измерений. Определение частоты биений в этом случае мгновенной сопровождается индикацией счетчика на панели последнего.

Частоту биений при ручном управлении необходимо установить так, чтобы она находилась в допустимых пределах 5 – 110 МГц.

Использование ручной установки гармоники иногда является более целесообразным, чем автоматический режим работы. Например, там, где приблизительное значение частоты известно и не ожидается изменение гармоник (сотен МГц) при измерении, то можно предварительно установить ближайшую низшую гармонику по отношению к измеряемой частоте и наблюдать только малые значения разности, повторяющиеся периодически (измерение стабильности частоты и т. п.).

Возможность измерения частоты по двум или трем биениям дает возможность удобного контроля правильности измерения в некоторых случаях (см. 6.3.4.).

a case at the next harmonic frequency (with supplementary beat). So the counter show an incorrect result (e. g. in Fig. 3 the stop would be at harmonic frequency 6). This can be checked by manual control of the converter according to section 6.3.2.2.

6.3.2.2. Manual control of frequency converter

The procedure and the mode of operation with manual control employed is the same as in automatic operation (6.3.2.1.). To ascertain the first correct beat, it is essential to start with the lowest harmonic frequency (i. e., the 2nd) and then, if necessary, to change successively to higher ones by turning the selector clockwise.

The finding of the correct beat of adequate level is indicated by the counter, i. e., by its starting.

Therefore, it is advisable at the beginning to select a high sampling rate, as in this case the finding of the correct beat is indicated by the counter at once by quick flickering of the gate indication on its panel. In this mode of operation, the beat frequency has to be set so that it is between 5 and 110 MHz.

The use of manual harmonic frequency selection is sometimes more advantageous than automatic operation. For example, when the value of the unknown frequency is known approximately and a change in the harmonics (of hundreds of MHz) during the measurement is not likely to occur, it is possible to set in advance the nearest lower harmonic frequency for the measured frequency and to investigate only the small differences displayed periodically (e. g., in the measurement of frequency stability). The possibility of carrying out a measurement by the application of either two or three different beats in certain cases enables easy checking of the correctness of a measure-

ření v některých případech (viz 6.3.4.). Z diagramu v 6.3.2. vyplývají jednoduché vztahy:

$f_{z2} - f_{z1} = 100 \text{ MHz}$ (dva zázněje s oběma harmonickými nižšími, než je měřený kmitočet);

$f_{z2} + f_{z3} = 100 \text{ MHz}$ (dva zázněje – jeden s nižší, druhý s vyšší harmonickou, než je f_x);

$f_{z1} + f_{z3} = 200 \text{ MHz}$ (jak plyne z diagramu).

Při dostatečně stabilním kmitočtu a nebo příslušně krátkém měrném intervalu platí uvedené výsledky 100 MHz (resp. 200) s přesností ± 1 kmitu na posledním místě displeje.

Při větším vstupním napětí měřeného signálu f_x (i sinusového průběhu) vzniknou na směšovači i vyšší harmonické f_x ($2f_x$, $3f_x$). Tyto je možno někdy rovněž změřit při ručním ovládní. Znamená to, že kromě záznějů, odpovídajících základnímu kmitočtu f_x , lze nastavit i zázněje na jeho násobcích. Někdy však lze nastavit jen jeden zázněj a chybí doplňkový apod. Proto se raději správným postupem (přepínáním od nejnižší harmonické záznějům s násobky měřeného signálu vyhýbáme. Doplňkové zázněje lze používat jen v rozsahu 230–910 MHz.

6.3.3. Zvláštní případy při použití měniče a nepravidelný chod měniče

Předpokladem správné funkce měniče podle bodu 6.3.2. je sinusový signál s napětím přímé vlny ve vedení 50Ω v uvedeném rozmezí. Tyto podmínky je třeba předem zajistit. Někdy se

Из диаграммы 6.3.2. вытекают простые соотношения:

$f_{z2} - f_{z1} = 100 \text{ МГц}$ (два биения с двумя гармониками ниже измеряемой частоты);

$f_{z2} + f_{z3} = 100 \text{ МГц}$ (два биения – один с частотой ниже, другой с частотой выше, чем f_x);

$f_{z1} + f_{z3} = 200 \text{ МГц}$ (как вытекает из диаграммы).

При достаточно устойчивой частоте и или в соответствующем коротком интервале времени справедливы указанные результаты 100 МГц (или 200) с точностью ± 1 колебание на последнем разряде дисплея.

При большем входном напряжении измеряемого сигнала f_x (и синусоидального сигнала) возникают на смесителе также высшие гармоники f_x ($2f_x$, $3f_x$). Эти гармоники можно когда-нибудь также измерить при ручном управлении. Это значит, что за исключением биений, соответствующих основной частоте f_x , можно установить также биения по ее кратным. Однако когда-нибудь можно установить только одно биение и отсутствует дополнительное и т. п. Поэтому биений с кратными измеряемого сигнала лучше всего избегать (переключением от нижней гармоники). Дополнительные биения можно употреблять только в диапазоне 230 – 910 МГц.

6.3.3. Особые случаи использования преобразователя и нерегулярный ход преобразователя

Условием правильной работы преобразователя по пункту 6.3.2. является синусоидальный сигнал с напряжением подающей волны в линии 50 Ом в заданных пределах. Эти условия необходимо предварительно обеспечить. Однако, иногда могут появиться и

ment (see 6.3.4.). From Fig. 3, the following simple relations can be deduced:

$f_{z2} - f_{z1} = 100 \text{ MHz}$ (approx.) – Two beats with two harmonics which are lower than the measured frequency

$f_{z2} + f_{z3} = 100 \text{ MHz}$ – Two beats – one with a higher harmonic, one with a lower one than the frequency f_x

$f_{z1} + f_{z3} = 200 \text{ MHz}$ (as follows from the diagram)

When the measured frequency is sufficiently stable and/or the measuring interval is appropriately short, the resulting hundreds (or two hundreds) of MHz are valid with an accuracy of ± 1 cycle of the last digit of the display.

At a higher input voltage of measured f_x voltage (also of sinusoidal waveform) even higher harmonic frequencies f_x can arise in the mixer ($2f_x$, $3f_x$). These can sometimes be measured also by manual control. That means, that besides beat frequencies, corresponding to the basic frequency f_x , beats can be set also on multiples of the basic frequency. Sometimes, it is possible to set only one beat and the supplementing beat is missing. Therefore, it is recommended to proceed correctly (to switch from the lowest harmonic frequency upwards) and to mind beats with multiples of the measured signal. The supplementing beats can be used only in the range of 230–910 MHz.

6.3.3. Special applications of converter and its irregular operation

A prerequisite for correct operation of the converter, according to item 6.3.2., is a sinusoidal input signal of direct wave voltage in a 50Ω line within the given range. This condition must be ensured beforehand. Sometimes, signals of lower quality can be encountered, during the

však mohou vyskytnout i méně kvalitní signály, při jejichž měření je třeba opatrnosti a zvláštních opatření, nebo i takové, které mohou měření zne-
možnit.

Podmínky nepřipustnosti těchto rušivých vlivů nelze jednoznačně specifikovat jak pro měnič, tak i pro uživatele, který se někdy třeba nemůže v takových případech přesvědčit o kvalitě signálu bez potřebného měřicího zařízení. Uvádíme proto hlavní zásady, které je třeba v těchto případech dodržovat, případně optimální podmínky, ke kterým je vhodné se při úpravě pracoviště přiblížit. Za hlavní rušivé vlivy v měřeném signálu lze považovat:

6.3.3.1. Přítomnost přídatného rušivého signálu v měřeném signálu

Tím se rozumí jiný (nesoudělný) kmitočet na vstupu měniče, než je signál měřený.

Při připojování měřeného signálu na vstup měniče je třeba určité pečlivosti. Ideální je například propojení vstupu měniče s výstupem generátoru či jiného zdroje f_x koaxiálním přívodem.

Je třeba se vyvarovat navázání měniče na měřený zdroj různými improvizovanými prostředky (velké otevřené smyčky, volný drát a podobně). To je třeba zvážit zejména v prostředí, kde je více signálů, z nichž některé by mohly pronikat na vstup měniče nekontrolovatelnými cestami.

Rušivý signál na vstupu měniče se uplatní různě podle toho, do které oblasti spadá. Relativně nejcitlivější je měnič v oblasti záznějového kmi-

менеe качественные сигналы, при измерении которых несоблюдимо работать осторожно и принимать особые меры, а также такие сигналы, которые могут свести измерение на нет. Условия допустимости этих мешающих влияний невозможно однозначно определить как для преобразователя, так и для потребителя, который иногда не имеет возможности в таких случаях убедиться в качестве сигнала, не имея необходимой измерительной аппаратуры. Поэтому ниже приводятся основные принципы, которыми необходимо руководствоваться в подобных случаях, а так же оптимальные условия, к которым необходимо стремиться при создании необходимой измерительной установки. Основные мешающие влияния, поступающие с измерительным сигналом, следующие:

6.3.3.1. Наличие дополнительного сигнала помех в измеряемом сигнале

Имеется ввиду другая (некогерентная) частота на входе преобразователя, отличающаяся от частоты измеряемого сигнала.

При подаче измеряемого сигнала на вход преобразователя необходима определенная тщательность. Идеальным является, например, соединение входа преобразователя с выходом генератора или другого источника f_x с помощью коаксиального кабеля.

Необходимо избегать соединения преобразователя с измеряемым источником сигнала различными временными средствами (большая петля, свободный провод и т. п.). Это следует особенно иметь ввиду при работе в среде, где имеется больше сигналов некоторые из которых могли бы просачиваться на вход преобразователя по неконтролируемым путям.

Сигнал помех на входе преобразователя скрывается различным образом в зависимости от того, в какой области он лежит. Относительно наиболее чувствительным является пре-

measurement of which great care must be taken and special measures must be met; it may occur that some signals of very low quality cannot be measured.

The conditions under which adverse influences are still permissible cannot be specified unambiguously, as in many cases the user of the frequency converter cannot assess the quality of the unknown signal without the indispensable measuring instrumentation. Therefore, an explanation follows of the main rules which must be adhered to and the optimum conditions which should be approached as far as possible when the measuring setup is formed. The main interfering influences are as follows:

6.3.3.1. Presence of an extraneous interfering signal in the measured one

Under extraneous interfering signal, such a signal has to be understood which has a frequency differing from the unknown one (without common divisor).

When the signal to be measured is connected to the input of the converter, certain precautions must be taken. It is ideal to interconnect the input of the converter with the output of the generator, or other source of the unknown frequency f_x by means of a coaxial cable. Improvised connections (large open loops, unscreened cables) must be avoided. This is important especially where sources of various signals operate, some of which could penetrate into the input of the frequency converter via uncontrollable paths. An extraneous signal exhibits itself in different ways, depending on its character. The converter is most sensitive to interference within the beat range of 5 to 120 MHz; such a frequency can pass from the input to the beat amplifier within its pass-band. The input connector is separated from the mixer by a small capacitor which suppresses in-

тооту 5 až 120 MHz, který může ze vstupu procházet v pásmu propustnosti zesilovače zázněje. Vstupní konektor je oddělen od samotného směšovače malým kondenzátorem, který potlačuje rušivé signály tím více, čím jsou nižší. Nad 120 MHz se mohou rušivé signály uplatnit již jen jako parazitní produkty směšování vedle správného zázněje. Poněvadž měnič vykazuje v pásmu od 210 MHz určitou selektivitu (pásmo propustnosti zázněje asi 5–210 MHz), uplatní se minimálně rušivé signály, které jsou vzdáleny od měřeného kmitočtu alespoň o 250 MHz (někdy i méně – záleží na konkrétním uspořádání). Na to však nelze nikdy spoléhat a vždy je třeba pečlivosti v přípravě měřicího pracoviště.

Tam, kde hrozí nebezpečí pronikání rušivých signálů do signálu měřeného, přivedeného z větší vzdálenosti, a tam, kde je možno podle potřeby zvýšit napětovou úroveň měřeného signálu, je vhodné zařadit těsně před měnič napětový dělič, kterým se sníží podle zvoleného dělicího poměru úroveň rušivého signálu – zvýšením napětí ve zdroji f_x se dosáhne potřebné úrovně na vstupu.

Poznámka:

Při měření kmitočtu v rozmezí asi 210–220 MHz může dojít při ručním měření s doplňkovým záznějem (se 300 MHz) ke vzniku rušivého signálu přímo v měniči a v tomto případě nelze pomocí doplňkového zázněje měřit.

образователь в области частоты биений 5 – 120 МГц. Этот сигнал может просачиваться от входа в полосу пропускания усилителя сигнала биений. Входное гнездо отделено от самого смесителя небольшим конденсатором, который подавляет сигналы помех тем больше, чем ниже их частота. В области свыше 120 МГц сигналы помех могут сказаться только в качестве паразитных продуктов смешения наряду с правильным сигналом биений. Ввиду того, что преобразователь в диапазоне до 210 МГц обладает определенной избирательностью (полоса пропускания сигнала биений прилб. 5 – 120 МГц), то минимально будут сказываться помехи, частота которых отличается от измеряемой частоты хотя бы на 250 МГц (иногда и меньше в зависимости от конкретных условий). Однако на это не всегда следует рассчитывать и поэтому необходимо тщательно подготовить измерительную установку.

Там, где имеется опасность проникновения помех в измеряемый сигнал, подводимый с большего расстояния, и там, где можно по необходимости увеличивать уровень напряжения измеряемого сигнала, целесообразно непосредственно перед преобразователем установить делитель напряжения, с помощью которого в соответствии с установленным коэффициентом деления уменьшается уровень сигнала помех в то время, как в результате увеличения выходного напряжения источника f_x обеспечивается необходимый уровень полезного сигнала на входе.

Примечание:

При измерении частоты в пределах прилб. 210 – 220 МГц при ручном измерении с дополнительным сигналом биений (300 МГц) может быть возникновение сигнала помех непосредственно в преобразователе. В таком случае нельзя проводить измерения с помощью дополнительного сигнала биений.

terfering signals in inverse proportion to frequency. Interfering signals of frequencies higher than 120 MHz exhibit themselves only in the form of random products of mixing added to the correct beat. As the frequency converter has a certain selectivity above the 210 MHz frequency (the beat pass-band is 5 to 120 MHz), those frequencies which differ from the measured one by at least 250 MHz (in certain cases even by less, depending on the setup) have very little interfering influence. However, it is impossible to rely on this fact and, therefore, it is always urgently recommended to take great care when preparing the measuring setup.

Where the penetration of interfering signals from a considerable distance into the measured one is envisaged, and where it is possible to increase the voltage of the source of the measured signal, it is advisable to use a voltage divider directly in front of the input of the converter in order to reduce the level of the interfering signal by a preselected ratio. The required input voltage is set by increasing the output voltage of the source of f_x .

Note:

When a frequency within the range of 210 to 220 MHz is measured in the manually controlled mode with a complementary beat (with 300 MHz) an interfering signal can be created directly inside the changer; consequently, in this case a measurement with the aid of the complementary beat is not feasible.

6.3.3.2. Amplitudová modulace měřeného signálu

V případě amplitudově modulovaného signálu hrozí dvojí nebezpečí:

- a) Při nízkých úrovních signálu blízko hranice citlivosti hrozí nebezpečí vynechání kmitů, jak je patrné z následujícího náčrtku.

I když je pro tyto případy počítáno s určitou rezervou, modulace E_{\min} nesmí klesnout pří-

liš pod zaručovanou mez citlivosti – v tomto případě pomůže zvýšení napětí signálu (pokud se neuplatní bod b).

- b) Při velkých napětích signálu nastává demodulace signálu na samotném směšovači. I když je směšovač řešen jako vyvážený pro demodulační produkty, při silných signálech se může uplatnit i nepotlačený zbytek. V případě b) je tedy vhodné signál snížit, a tím snížit i demodulační produkt – ne však příliš, aby se neuplatnil případ a).

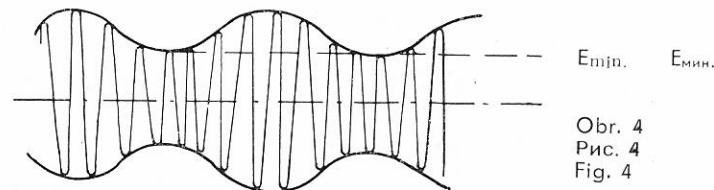
Ve skutečnosti je třeba volit kompromis (pokud není signál příliš modulovaný), je-li tento kompromis v dostatečné oblasti signálu vůbec možný.

6.3.3.2. Амплитудная модуляция измеряемого сигнала

В случае амплитудно-модулируемого сигнала существуют два вида опасности:

- a) при низких уровнях сигнала вблизи порога чувствительности существует опасность пропадания колебаний, что вытекает из нижеследующего рисунка.

Несмотря на то, что в этих случаях предусмотрен определенный резерв, все же минимум модулируемого сигнала E_{\min} не



должен уменьшиться на много ниже гарантируемого предела чувствительности, так как в этом случае он поможет увеличить напряжение сигнала (если не будут нарушены требования пункта б).

- б) При больших напряжениях сигнала имеет место демодулирование сигнала самого смесителя. Несмотря на то, что смеситель выполнен в качестве балансного для продуктов демодуляции, при больших сигналах и неподдавленный остаток может оказать влияние. В случае б), следовательно, целесообразно сигнал уменьшить, в результате чего уменьшится и продукт демодуляции, однако, немного, чтобы не сказывались ограничения, указанные в случае а).

В действительности необходимо выбрать компромиссное решение (если глубина модуляции сигнала не очень большая, если такой компромисс в заданной области сигнала вообще является возможным).

6.3.3.2. Amplitude modulation of measured signal

When the signal of the measured frequency is amplitude-modulated, two types of difficulties can be encountered:

- a) With low-level input signals which are close to the lower limit of the converter sensitivity, gaps may occur in the signal, as shown in Fig. 4.

Even though in such cases, the frequency converter has a certain reserve, the minimum voltage E_{\min} (see Fig. 4) should never drop

considerably below the rated sensitivity level; therefore, in this case, the increase of the signal voltage alleviates the difficulty, unless the second type (described below) occurs.

- b) With high-level input signals, demodulation takes place in the mixer. Even though the mixer is balanced for the products of demodulation, the remaining unsuppressed remnants can cause difficulties. Therefore, in this case it is advantageous to reduce the input signal and thus also the products of demodulation, taking good care to avoid the first type of difficulty described in item a).

In actual practice, a compromise must be found, provided the modulation depth is not too large, if such a compromise is possible at all in an adequate area of the signal.

Podstatně méně se uplatňují modulační signály nízkých opakovacích kmitočtů (asi do 100 kHz), poněvadž jsou potlačovány klesající kmitočtovou charakteristikou zesilovače zázněje.

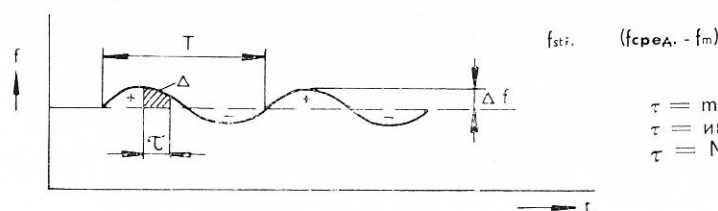
6.3.3.3. Kmitočtová modulace měřeného signálu

Při měření kmitočtově modulovaných signálů si je třeba uvědomit, že čítačem se změní průměrná hodnota kmitočtu za nastavený měrný interval.

Существенно меньше сказываются сигналы модуляции низкой частоты повторения (прибл. до 100 кГц), так как они подавляются падающей частотной характеристикой усилителя сигнала биений.

6.3.3.3. Частотная модуляция измеряемого сигнала

При измерении частотно-модулированных сигналов необходимо иметь в виду, что счетчик измеряет среднее значение частоты в заданном интервале измерения.



Обр. 5 Рис. 5 Fig. 5

Modulation signals of up to approximately 100 kHz repetition frequency cause considerably less difficulty, at they are suppressed by the dropping part of the frequency response of the beat amplifier.

6.3.3.3. Frequency modulation of measured signal

When a frequency-modulated signal is measured, it is essential to bear in mind that actually the mean value of its frequency over the selected measuring interval is being measured.

τ = měrný interval hradla v čítači
 τ = интервал измерения вентиля в счетчике
 τ = Measuring interval of the gate in the counter

Z uvedeného náčrtku je zřejmé, že čítač nezměří střední hodnotu kmitočtu, ať už je interval hradla delší nebo kratší než perioda modulačního kmitočtu T.

Údaj čítače se liší od údaje $f_{stř.}$ o Δ (ať už $+$ nebo $-$), což představuje chybu měření střední hodnoty kmitočtu $f_{stř.}$, pokud hodnota Δ není menší než ± 1 (např. při měrném intervalu čítače 1 ms to platí pro $\Delta f \leq 1$ kHz). Hodnotu Δ lze snižovat zkracováním měrného intervalu (až do opakovatelnosti po sobě následujících údajů), tím však se současně snižuje přesnost měření.

Zvláštní případ nastává tehdy, kdy měrný interval je delší nebo roven periodě modulačního kmitoč-

Из приведенного рисунка вытекает, что счетчик не измеряет среднее значение частоты в зависимости от того, является ли интервал вентиля больше или меньше периода частоты модуляции T.

Показания счетчика отличаются от значения $f_{ср.д.}$ на величину Δ (со знаком $+$ или $-$), что представляет собой погрешность измерения среднего значения частоты $f_{ср.д.}$, если значение Δ не меньше ± 1 (например, при интервале измерения счетчика 1 мс, то сказанное справедливо для $\Delta f \leq 1$ кГц). Значение Δ можно уменьшить путем укорочения интервала измерения. (Вплоть до достижения одинаковых значений, следующих друг за другом). Однако, при этом одновременно уменьшается точность измерения.

Особый случай имеет место тогда, когда измеряемый интервал больше или равен периоду частоты модуляции, т. е. когда τ является

From the diagram in Fig. 5 it is clear that the counter will not measure the mean frequency when the gate interval is either longer or shorter than the cycle of the modulating frequency T.

The display of the counter differs from the mean frequency f_m by Δ (which is $+$ or $-$), i. e., by the error in the measurement of the mean frequency f_m , as long as Δ is not smaller than ± 1 (e. g., when the measuring interval of the counter is 1 ms, this applies for $\Delta f \leq 1$ kHz.) The value of Δ can be reduced by shortening the measuring interval (up to the repetition of data following each other); however, the accuracy of measurement deteriorates simultaneously.

A special case is when the measuring interval is longer than or equal to the cycle of the modulating frequency, i. e., when τ is at least approxi-

tu, tj. když τ je alespoň přibližně celistvým násobkem T . Tehdy je výsledný integrál odchylek za měrný interval blízký nule. Vyloučí se zcela, je-li přesným násobkem a je-li modulace přesně symetrická. Tomu se blíží častější případ parazitní modulační signálu brumem sítě (50 nebo 100 Hz). V tomto případě je třeba volit na čítači alespoň interval 10 ms (ve skutečnosti 20 ms) nebo delší.

6.3.3.4. Harmonické zkreslení měřeného signálu

Tím se rozumí deformace základního předpokládaného přibližně sinusového signálu vyššími harmonickými. Přítomnost vyšších harmonických není v podstatě na závadu, poněvadž správným postupem se změní vždy požadovaná základní harmonická měřeného kmitočtu f_x viz kapitolu 6.3.2.2.). Při velkém zkreslení by mohlo dojít k nedorozumění při posuzování velikosti napětí měřeného kmitočtu, poněvadž citlivost je třeba posuzovat na základní harmonické, přičemž vyšší harmonické by mohly podstatně ovlivnit údaj použitého voltmetru kontrolujícího vstupní napětí (špičková hodnota).

6.3.4. Napětí na vstupu měniče

Dodržení rozmezí napětí uvedeného v technických údajích je nutné pro správnou funkci měniče. Při použití většího napětí hrozí nebezpečí poškození diod ve směšovači. Při menším napětí se měnič při automatickém vyrovnání buďto vůbec

choť by přibližně celým krátným značení T .

В этом случае результирующий интервал отклонений после интервала измерения близок к нулю. Он полностью исключается, если τ является точным целым кратным T и если модуляция является точно симметричной. Сказанному чаще всего соответствует случай паразитной модуляции сигнала путем сигнала наводок от сети (50 или 100 Гц). В этом случае необходимо на счетчике установить хотя бы интервал измерения 10 мс (в действительности 20 мс) или больше.

6.3.3.4. Гармонические искажения измеряемого сигнала

Под гармоническими искажениями подразумеваются деформации основного предполагаемого приблизительно синусоидального сигнала высшими гармониками. Наличие высших гармоник не является, по существу, недостатком, так как при правильной работе всегда измеряется требуемая основная гармоника измеряемой частоты f_x (см. раздел 6.3.2.2.). При большом искажении могло бы иметь место недоразумение при оценке величины напряжения измеряемой частоты, поэтому чувствительность необходимо оценивать на основной гармонике, причем высшие гармоники могли бы существенно повлиять на показания используемого вольтметра, контролирующего входное напряжение (пиковое значение).

6.3.4. Напряжение на входе преобразователя

Соблюдение пределов напряжений, указанных в технических данных, является необходимым для правильной работы преобразователя. При использовании большего напряжения имеет место опасность вывода из строя диодов смесителя. При меньшем напряжении при автоматическом режиме работы преобразова-

ately a whole multiple of T . Then, the resulting integral of the differences during the measuring interval is close to zero; it is cancelled completely when τ is an exact multiple of T and when the modulation is symmetrical. Close to this case is the fairly frequent modulation by mains hum (50 or 100 Hz), for the suppression of which it is necessary to select a measuring interval of at least 10 ms (actually 20 ms), or longer.

6.3.3.4. Harmonic distortion of measured signal

Under this type of distortion, deformation of the basic sinusoidal waveform due to higher harmonics has to be understood. The presence of such harmonic frequencies is not essentially harmful, as by correct processing, always the basic frequency of the input signal, i. e., the basic (first) harmonic frequency of the unknown signal f_x , is measured (see section 6.3.2.2.). At a large distortion an error can occur when the magnitude of the voltage of the measured frequency is being assessed. The sensitivity of the converter has to be taken into consideration always in connection with the basic harmonic frequency. Higher harmonics can easily influence the indication of the voltmeter employed for checking the input voltage (peak value).

6.3.4. Voltage on input of converter

In order to ensure correct operation of the frequency converter it is essential to adhere to the permissible input voltage range given in the section Technical Data. A higher voltage could cause damage to the diodes in the mixer, whereas at a lower voltage the converter would not stop at all during automatic balancing, or would not stop

nezastaví nebo se nezastaví na nižší harmonické 100 MHz, než je měřený kmitočet, čímž je údaj měniče spolu s čítačem falešný.

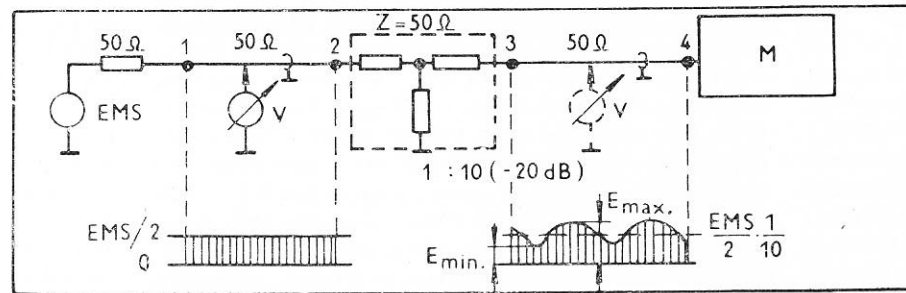
Napětí (platí zejména pro spodní mez – posuzování citlivosti měniče) je udáno pro „přizpůsobený generátor“. Tím se rozumí případ, kdy měnič je napájen generátorem o vnitřní impedanci $Z = 50 \Omega$ přes dělič napětí (například i zabudovaný v generátoru). V podobném uspořádání, jako je na následujícím obrázku, je citlivost měniče kontrolována při jeho výrobě.

M – měnič – преобразователь – converter

EMS – ЭДС – EMF

$E_{\min.}$ – $E_{\min.}$

$E_{\max.}$ – $E_{\max.}$



Obr. 6
Рис. 6
Fig. 6

Poněvadž výstup generátoru je dobře přizpůsoben vstupní impedanci děliče napětí, je na vstupu děliče hodnota napětí $EMS/2$. Tuto hodnotu lze odečíst z voltmetru vestavěného v generátoru (buďto EMS nebo přímo $EMS/2$ podle cejchování generátoru) nebo lze zařadit v úseku 1–2 průchozí sondu v voltmetru. Umístění sondy mezi 1–2 nemá vliv na přesnost měření, poněvadž odražená vlna v tomto úseku je zanedbatelná vzhle-

датель вообще не останавливается или остановится на более низшей гармонике 100 МГц, чем измеряемая частота, следовательно, показание преобразователя вместе со счетчиком является ошибочным.

Напряжение (относится, главным образом, к нижнему пределу – оценка чувствительности преобразователя) дано для случая согласованного генератора. Под этим подразумевается случай, когда преобразователь питается от генератора с внутренним сопротивлением $Z = 50 \Omega$ через делитель напряжения (например, даже встроенный в генератор). В схеме, аналогичной схеме на последующем рисунке, контролируется чувствительность прибора на заводе-изготовителе.

Так как выход генератора хорошо согласован с входным сопротивлением делителя напряжения, то на входе делителя имеется напряжение ЭДС/2. Это значение можно определить по вольтметру, установленному в генераторе (ЭДС или непосредственно ЭДС/2 в зависимости от калибровки генератора) или можно на участке 1–2 установить проходную головку ВЧ вольтметра. Установка головки между 1–2 не оказывает влияния на точность измерения так, как отраженная волна на этом участке является пренебрежимо малой ввиду достаточно большого затухания делителя.

at a 100 MHz harmonic which is lower than the measured frequency, and the display of the converter as well as that of the counter would be erroneous.

The input voltage range (especially the lower limit) applies for a “matched generator”. This condition means that the converter is supplied by a generator of 50Ω source impedance via a voltage divider (which can be built into the generator). The sensitivity of the frequency converter is checked by the makers in a setup which meets this condition; its diagram is shown in Fig. 6.

As the output of the generator is well matched to the input impedance of the voltage divider, the voltage across the input of the divider is $EMF/2$. This voltage can be read on the voltmeter either in terms of EMF, or direct in terms of $EMF/2$, depending on the calibration of the generator. It is also possible to insert a feed-through probe of an RF voltmeter into the line 1–2. The position of this probe has no influence of the accuracy of the measurement, as the reflected wave in this section is negligible owing to the adequate attention of the divider. In the section 3–4, the voltage alters as a result of the wave reflected

dem k dostatečnému útlumu děliče. Naproti tomu v úseku 3–4 se napětí mění vlivem odražené vlny dané ne zcela přizpůsobeným vstupem měniče a voltmetr (vyznačený čárkovaně) by změřil náhodně některou hodnotu napětí v rozmezí $E_{\min.}$ až $E_{\max.}$. Proto je lépe udávat vstupní napětí měniče v odečtené hodnotě $EMS/2$ podělené dělícím poměrem děliče v daném příkladě:

$$\frac{EMS}{2} \cdot \frac{1}{10} = \frac{EMS}{20}$$

Tato hodnota odpovídá střední hodnotě napětí v úseku 3 až 4, tj. $1/2 (E_{\max.} + E_{\min.})$ – tedy prakticky napětí přímé vlny bez ohledu na vlnu odraženou. Tímto způsobem je citlivost měniče jednoznačně definována. Hodnota PSV vstupů měniče je proměnná s kmitočtem. Při 200 MHz je asi 1,5; při 800 MHz asi 3.

Na vstupu měniče se požaduje přibližně sinusový tvar signálu, poněvadž měnič kmitočtu je selektivní a dá záznej jen se základní harmonickou měřeného kmitočtu. Při podstatném zkreslení signálu (asi nad 10%) může např. voltmetr použitý při měření podle uvedeného zapojení ukázat falešnou hodnotu (voltmetr měří špičkovou hodnotu a je cejchován pro efektivní hodnotu za předpokladu sinusového signálu). Jinak při rezervě napětí signálu není větší zkreslení v podstatě na závadu.

Ve sporných případech, není-li možno zaručit hodnotu napětí s dostatečnou přibližností a rovněž kvalitu signálu z hlediska zkreslení, je lépe nespolehat na mezní citlivost měniče a raději pracovat s předpokládaným napětím signálu asi

С другой стороны, на участке 3–4 напряжение изменяется в результате отраженной волны, вызванной несовершенным согласованием входом преобразователя, и вольтметром (обозначен штрихом) измерялось бы случайное значение напряжения в пределах от $E_{\min.}$ до $E_{\max.}$. Поэтому лучше всего определяет входное напряжение преобразователя по отсчитанному значению ЭДС/2 с делением на коэффициент деления делителя, в данном случае

$$\frac{ЭДС}{2} \cdot \frac{1}{10} = \frac{ЭДС}{20}$$

Это значение соответствует среднему значению напряжения на участке 3–4, т. е. $1/2 (E_{\min.} + E_{\max.})$ – (следовательно практически напряжение падающей волны независимо от напряжения отраженной волны). Таким образом однозначно определена чувствительность преобразователя. Значение входов КСВ преобразователя переменное с частотой. При 200 МГц составляет прибл. 1,5; при 800 МГц – прибл. 3.

На входе преобразователя требуется приблизительно синусоидальная форма сигнала, так как преобразователь частоты является избирательным и дает биения только с основной гармоникой измеряемой частоты. При существенном искажении сигнала (прибл. свыше 10%) может, например, вольтметр, используемый при измерении по указанной схеме, давать неправильное показание (вольтметр измеряет пиковое значение и градуирован в эффективных значениях при условии изменения синусоидального сигнала). В противном случае при резервном напряжении сигнала большое значение искажений не является, в принципе, недостатком. В спорных случаях, когда невозможно гарантировать значение напряжения с достаточной точностью, а качество сигнала с точки зрения искажений, то лучше всего не надеяться на граничную чувствительность преобразователя и работать с предпола-

by the not absolutely perfectly matched input of the converter and, therefore, a voltmeter inserted there (marked with a dashed line) would measure a value between $E_{\min.}$ and $E_{\max.}$. Therefore, it is best to give the input voltage of the frequency converter as the actual value of $EMF/2$, after dividing it by the ratio of the divider. In the given case

$$\frac{EMS}{2} \cdot \frac{1}{10} = \frac{EMS}{20}$$

This value corresponds to the mean voltage in section 3–4, i. e. $1/2 (E_{\max.} + E_{\min.})$, which is practically the voltage of the direct wave, regardless of the reflected one. In this manner, the sensitivity of the converter is expressed unambiguously. The value of SWR inputs varies according to the frequency. At 200 MHz it is 1.5, at 800 MHz approx. 3.

The input voltage of the frequency converter should have an approximately sinusoidal waveform, as the converter is selective and produces a beat only with the basic harmonic of the measured frequency. When the input signal is distorted considerably (over 10%), the voltmeter used in the setup according to Fig. 6 indicates an incorrect value (as it measures the peak voltage but is calibrated in RMS values of a presumed sine curve). However, if there is an adequate voltage reserve, then a larger distortion has no essential significance.

In doubtful cases, i. e., when the voltage of the unknown signal cannot be determined with sufficient accuracy and the quality of the signal is also uncertain as far as distortion is concerned, it is best not to rely on the upper limit of the permissible input voltage range of the frequency converter. It is recommended to work with a voltage within the range of approximately 100 to

v rozmezí 100–200 mV. Tak se lze vyhnout případným nedorozuměním.

6.3.5. Ovládání měřicího cyklu

Jak již bylo uvedeno v předchozích odstavcích, je spouštění měniče – tedy každé nové měření – ovládáno čítačem, ať už se jedná o spuštění jednorázové ruční, automatické nebo ovládání externí.

Proto je třeba poučit se o bližších podrobnostech, týkajících se shora uvedených záležitostí v návodu čítače BM 640.

7. POPIS MECHANICKÉ KONSTRUKCE PŘÍSTROJE

Přístroj je řešen jako zásuvná jednotka do čítače BM 640. Do čítače se zasune a upevní šroubem.

Vnitřní konstrukci tvoří dvě boční samonosná uzavřená chassis, v nichž je umístěna převážná část vř obvodů měniče. V levém chassis (ve směru pohledu na přední panel) je umístěn nahoře dělič kmitočtu (viz blokové schéma v bodě 4.1.), dole zesilovač zázněje 2 s detektorem 3; v pravém chassis obvody normálového kmitočtu, násobič 10/100 MHz 6, filtry 7, 8 a slučovač 9.

Dole v blízkosti panelu je směšovač 10. Ostatní obvody jsou umístěny na třech zásuvných jednotkách. Na boku chassis je deska obsahující komparátor 4, část obvodů automatického ovládání a spínače pro harmonické 2, 3. Na příčné desce dále od základního panelu jsou soustředěny spínací obvody 5 pro přepínání harmonických 4 až 9, na zadní desce je většina obvodů automatic-

гаемым напряжением сигнала в пределах 100 – 200 мВ. Таким образом можно избежать возникновения недоразумений.

6.3.5. Управление циклом измерения

Как уже было сказано в предшествующих разделах, пуск преобразователя, т. е. каждое новое измерение, управляется из счетчика как в случае однократного ручного, автоматического или внешнего запуска.

Поэтому необходимо изучить следующие подробности, касающиеся вышеуказанных возможностей в инструкции по счетчику BM 640.

7. ОПИСАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИБОРА

Прибор решен в качестве выдвижного блока счетчика BM 640.

В счетчик блок вставляется и крепится винтом.

Внутренняя конструкция образована двумя боковыми самостоятельными закрытыми шасси, в которых установлено подавляющее большинство цепей ВЧ преобразователя – в левом шасси (при виде на переднюю панель) наверху расположен делитель частоты (см. блок-схему в разделе 4.1.), внизу усилитель биений 2 с детектором 3, справа – цепи эталона частоты – умножитель 10/100 МГц 6, фильтры 7, 8 и схема сложения 9. Внизу вблизи панели установлен смеситель 10.

Остальные цепи расположены в трех выдвижных блоках. На шасси имеется плата, содержащая компаратор 4, часть цепей автоматического управления и выключатели для гармоник 2 и 3, на поперечной плате дальше от основной панели сосредоточены цепи включения 5 для коммутации гармоник 4 – 9. На задней доске имеется большинство цепей автоматического управления и логических це-

200 mV. Thus, undesired misunderstanding will be avoided.

6.3.5. Control of measuring cycle

As has been mentioned previously, the triggering of the converter, i. e., each new measuring cycle, is controlled by the counter, regardless of whether single-shot operation, automatic mode, or remote control has been selected.

More details are given in the instruction manual of the BM 640 universal counter.

7. DESCRIPTION OF MECHANICAL DESIGN OF INSTRUMENT

The BP 6400 frequency converter is a plug-in unit intended for use in the BM 640 universal counter; after insertion in the basic instrument, it has to be secured with the screw provided. The unit is formed by two self-supporting enclosed chassis which house most of the RF circuits: the left-hand chassis (viewed from the front) contains at the top the frequency divider 1 (see diagram in Fig. 1) and at the bottom the beat amplifier 2 with detector 3; the right-hand chassis contains the circuits of the standard frequency, multiplier 10/100 MHz 6, filters 7, 8 and frequency combiner 9. Close to the panel is the mixer 10. All the remaining circuits are in three plug-in modules.

Attached to the chassis is a printed circuit board which houses comparator 4, a part of the circuits required for automatic operation, and the switches of the 2nd and 3rd harmonic frequencies; on the crosswise positioned printed circuit board are the switching circuits 5 for switching the 4th to 9th harmonic frequencies; the board at the back carries most of the circuits for auto-

kého ovládání a logických obvodů, řídicích součástí měniče s čítačem – čítač 11, hradla H1, H2, dekodér 12 a klopný obvod 14. Na předním panelu je upevněn tlačítkový přepínač 13 a otočný přepínač 18. Propojení s čítačem je provedeno dvěma lištami – 24 nožovou lištou a lištou se šesti koaxiálními konektory.

Poznámka:

Přístroj neobsahuje součásti z drahých kovů.

8. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ

Zapojení přístroje je možno vysledovat ze šesti schémat (v příloze):

1. Hlavní schéma přístroje, kde je propojení jednotlivých dílů mezi sebou a současně schéma přepínačů P1, P2 a napájecího obvodu +90 V. 1X1 832 97
2. Schéma směšovače, zesilovače zázněje a děliče kmitočtu. 1X1 832 97
3. Schéma násobiče normálového kmitočtu 10/100 MHz s generátorem spektra a filtry pro harmonické 200 až 900 MHz. 1X1 832 97
4. Deska logiky – I s čítačem n, dekodérem a obvodem pro vynásobení měrného intervalu dvěma. 1AF 026 39
5. Deska spínačů – II, kde jsou soustředěny spínací obvody pro harmonické 400 až 900 MHz. 1AF 009 55
6. Deska společných obvodů – III, na níž je soustředěna řada různých obvodů: spínací obvody pro harmonické 200 a 300 MHz, obvod nulovacího impulsu a napěťový komparátor pro výstup detektoru. 1AF 009 57

пей, управляющих совместной работой преобразователя со счетчиком – счетчик 11, вентиль H1, H2, декодирующее устройство 12 и триггер 14. На передней панели установлен кнопочный переключатель 13 и переключатель вращения 18.

Соединение со счетчиком осуществляется через два разъема – 24 ножевого разъема и разъема с шестью коаксиальными фишками.

Примечание:

Прибор не содержит детали из благородных металлов.

8. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

Общая схема прибора дана на шести схемах (в приложении):

1. Основная схема прибора, т. е. проключение отдельных блоков и одновременно схема переключателей P1, P2 с цепью питания +90 В. 1X1 832 97
2. Схема смесителя, усилителя биений и делителя частоты. 1X1 832 97
3. Схема умножителя эталонной частоты 10/100 МГц с генератором спектра и фильтрами для гармоник 200 – 900 МГц. 1X1 832 97
4. Плата логики - I со счетчиком n декодирующим устройством и цепью умножения интервала измерения на два. 1AF 026 39
5. Плата выключателей – II, где сосредоточены элементы включения гармоник 400 – 900 МГц. 1AF 009 55
6. Плата общих цепей – III, на которой сосредоточены различные цепи: цепи включения гармоник 200 и 300 МГц, цепи импульса сброса и компаратор напряжения для выхода детектора. 1AF 009 57

matic control and the logic circuits for co-operation of the converter with the counter, i. e., counter 11, gates H1, H2, decoder 12 and flip-flop circuit 14. On the front panel of the unit are push-button selector 13 and selector switch 18.

Two connector strips are provided for interconnection with the basic instrument – one is a strip of blade contacts, the other consists of six coaxial connectors.

Note:

The instrument does not contain any components from precious metals.

8. DETAILED DESCRIPTION OF CIRCUITRY

The wiring of the frequency converter can be followed from six wiring diagrams (see Enclosures).

1. Main diagram of the instrument. It shows the interconnection of all the parts of the frequency converter, wiring of the switches P1, P2 and of the +90 V powering circuit. 1X1 832 97
2. Wiring of the mixer, beat amplifier and frequency divider. 1X1 832 97
3. Wiring of the standard frequency multiplier 10/100 MHz with spectrum generator and filters for the harmonic frequencies of 200 to 900 MHz. 1X1 832 97
4. Printed board I. of logic circuits with counter n decoder and circuit for multiplication of the measuring interval by two. 1AF 026 39
5. Printed board II. of the switching circuits of harmonics 400 to 900 MHz. 1AF 009 55
6. Printed board III. housing the following: switching circuits of the harmonics 200 and 300 MHz, circuit of the zeroizing pulse, and voltage comparator for the detector output. 1AF 009 57

Zapojení přístroje je v následujících odstavcích popisováno podle funkčních celků s odkazem na příslušné schéma 1 až 6.

Propojení hlavních dílů lze sledovat na hlavním schématu 1. (Označení schémat 1 až 6 je zde zavedeno proto, aby bylo možno se na ně v textu odvolávat stručným údajem.)

8.1. Dělič kmitočtu – (schéma 2)

Funkční celky děliče tvoří:

- širokopásmový zesilovač (asi do 240 MHz) E8 . . . E17
- tvarovač signálu – E19 s oddělovacím zesilovačem E20
- generátor impulsu – E21, L1, E24 s invertorem E25
- klopný obvod – E27, E28, L3, R49, R50
- pulsní zesilovač – E29 – E31

Diody E27 a E28 jsou vybírány podle náběžné hrany výstupního impulsu. Časy t_r musí být na těchto diodách stejné; $t_r = 1,5$ ns – výběr prováděn ve výrobním závodě v rámci jednotky 1AF 009 70.

8.1.1. Širokopásmový zesilovač

Šíře pásma zesilovače je min. 250 MHz. Na vstupu je stupeň se společnou bází (E8) – signál ze vstupu 5 až 210 MHz se přivádí do emitoru. Signál ze zesilovače záněže (2,5 až 60 MHz) se přivádí přes dělič napětí do malého odporu v bázi E3. Za E3 se střídají emitorové sledovače E11 a E15 se stupni se společným emitorem E12, E17. Posledním stupněm E17 je proudově buzený tvarovač.

Схема прибора в нижеследующих разделах описывается в соответствии с функциональными узлами по соответствующим схемам 1 – 6.

Проключение основных блоков можно проследить на основной схеме 1. (Обозначение схем 1 – 6 введено для того, чтобы можно было в тексте просто сослаться на нужную схему).

8.1. Делитель частоты – схема 2

Делитель состоит из нескольких функциональных частей:

- Широкополосный усилитель (приблизительно до 240 МГц) E8 . . . E17
- Каскад формирования сигнала – E19 с разделительным усилителем E20
- Генератор импульса E21, L1, E24 с инвертором E25
- Триггер – E27, E28, L3, R49, R50
- Импульсный усилитель E29 – E31

Диоды E27 и E28 выбираются согласно переднему фронту выходного импульса. Время t_r на этих диодах должно быть одинаковое; $t_r = 1,5$ нс – выбор производится на заводе-изготовителе согласно блоку 1AF 009 70.

8.1.1. Широкополосный усилитель

Ширина полосы усилителя составляет не менее 250 МГц. На входе имеется каскад с общей базой (E8) – сигнал со входа 5 – 210 МГц используется в цепи эмиттера. Сигнал усилителя биений (2,5 – 60 МГц) подается через делитель напряжения на малое сопротивление в цепи базы E3. После E3 следуют эмиттерные повторители E11 и E15 с каскадами собранными по схеме с общим эмиттером E12, E17.

Последним каскадом является E17, т. е. каскад формирования, возбуждаемый по току.

The circuitry of the frequency converter is described in the following sections, based on these six diagrams.

The wiring of the main parts of the instrument is clear from diagram No. 1; details from diagrams Nos. 2 to 6.

8.1. Frequency divider – Diagram No. 2

This divider consists of the following functional units:

- Wide-band amplifier (up to approximately 240 MHz) – E8 to E17
- Signal shaper – E19 with buffer amplifier – E20
- Pulse generator – E21, L1, E24 with inverter – E25
- Flip-flop circuit – E27, E28, L3, R49, R50
- Pulse amplifier – E29 to E31

Diodes E27 and E28 are selected according to the rising edge of the output pulse. The durations t_r on these diodes must be equal; $t_r = 1.5$ ns – the selection is carried out by the makers according to the unit 1AF 009 70.

8.1.1. Wide-band amplifier

The bandwidth of this amplifier is minimum 250 MHz. At the input is a stage with common base (E8); the signal from the input connector for 5 to 210 MHz is applied to the emitter. The signal from the beat amplifier (2.5 to 60 MHz) passes through a voltage divider to a small resistor in the base of E3 which is followed by the emitter followers E11 and E15 and a stage with common emitter E12, E17. The last stage E17 is a current-driven shaper.

8.1.2. Tvarovač signálu s tunelovou diodou E19

V něm se získává ze sinusového průběhu signálu překlopením rychlé tunelové diody obdélníkový průběh.

Emitterový sledovač E20 pracuje jako oddělovací stupeň s nízkou výstupní impedancí a budí generátor impulsu.

8.1.3. Generátor impulsu E21, L1

V něm se derivací hrany obdélníku odvozuje krátký impuls kladné polarity, která se invertuje a částečně tvaruje v invertoru E25 (odříznutí záporných zámků). Na výstupu E25 je normalizovaný záporný impuls, kterým se budí klopný obvod.

8.1.4. Klopný obvod

tvořený ze dvou tunelových diod E27, E28, odporového děliče R49, R50 a paměťové indukčnosti L3. Na výstupu tohoto děliče je poloviční kmitočet.

8.1.5. Pulsní zesilovač

E29–E31 tvoří pulsni zesilovač, na jehož výstupu jsou obdélníkové impulsy, které se přivádějí kabelem přes propojovací lištu do čítače na přepínač funkcí. Velikost kmitů (asi $1 V_{ss}$) je volena z hlediska vnitřního propojení čítače.

8.2. Směšovač (schéma 2)

Ve směšovači E40, E41 se získává zánějový kmitočet mezi měřeným kmitočtem ze vstupu II (210 až 1000 MHz) a nastavenou harmonickou (200 až 900 MHz).

8.1.2. Каскад формирования сигнала на тунельном диоде E19

В нем на основании синусоидального сигнала получается сигнал прямоугольной формы в результате опрокидывания быстрого тунельного диода. Эмиттерный повторитель E20 работает в качестве развязывающего каскада с низким входным сопротивлением и служит для возбуждения генератора импульса.

8.1.3. Генератор импульса E21, L1

В этом генераторе в результате дифференцирования прямоугольного сигнала вырабатывается короткий импульс положительной полярности, который инвертируется и частично формируется в инверторе E25 (ограничение отрицательных выбросов). На выходе E25 имеется нормализованный отрицательный импульс, которым возбуждается триггер.

8.1.4. Триггер

собранный на двух тунельных диодах E27, E28, делителе сопротивлений R49, R50 и индуктивности памяти L3. На выходе этого делителя имеется сигнал частоты в два раза ниже.

8.1.5. Импульсный усилитель

E29 – E31 образуют импульсный усилитель, на выходе которого имеются прямоугольные импульсы, которые подаются кабелем через соединительный разъем в счетчик на переключатель рода работ. Размах (прибл. 1 В) выбран с точки зрения внутренней схемы счетчика.

8.2. Смеситель (схема 2)

В смесителе E40, E41 получается частота биений в результате биений измеряемой частоты, поступающей от входа II (210 – 1000 МГц) и установленной гармоники (200 – 900 МГц).

8.1.2. Signal shaper with tunnel diode E19

In this circuit, a rectangular waveform is obtained from the sinusoidal waveform of the signal by means of the reversing of a fast diode.

The emitter follower E20, which operates as a buffer stage of low output impedance, drives the pulse generator.

8.1.3. Pulse generator E21, L1

This circuit, formed by E21, L1, produces a short pulse of positive polarity by differentiating an edge of the rectangle. The pulse is inverted and partially shaped by inverter E25 (by clipping the negative pulse flashes). On the output of E25 is a standard negative pulse which drives the flip-flop circuit.

8.1.4. Flip-flop circuit

This circuit is formed by two tunnel diodes E27 and E28, resistance divider R49, R50 and memory inductance L3. The frequency across the output of this divider is one half of the original.

8.1.5. Pulse amplifier

On the output of this amplifier, formed by E29 to E31, are rectangular pulses which pass over a cable and the connection strip of the converter to the function selector in the counter. The magnitudes of the pulses (approximately $1 V_{p-p}$) tally with the internal circuitry of the counter.

8.2. Mixer – Diagram No. 2

In this circuit, which employs E40, E41, a beat is produced as the result of the measured frequency arriving from input II. (210 to 1000 MHz) plus the set harmonic frequency (200 to 900 MHz).

Směšovač je dvojčinný. Napětí harmonické se přivádí na směšovač symetricky – napětí signálu je nesymetrické. Tímto uspořádáním se potlačuje pronikání harmonických na vstup směšovače a současně se do značné míry potlačuje parazitní demodulační produkt, pokud je na vstup přiveden signál s amplitudovou modulací.

Záznějový signál je oddělen od vstupu směšovače malým kondenzátorem C38 a prochází dolnofrekvenční propustí L3, L4, C43 do zesilovače zázněje. L3 současně odděluje vstup zesilovače od všech signálů 210–1000 MHz. Normálový signál přiváděný ze slučovače harmonických (schéma 3) je symetrizován částí koaxiálního kabelu, jehož indukčnost je zvětšena navlečenými feritovými toroidy.

8.3. Zesilovač zázněje s detektorem a komparátorem (schéma 2 a 6)

Zesilovač zázněje je řešen pomocí dvou (E44–E48, E51–E55) shodných čtyřstupňových zesilovačů (společná báze, emitorový sledovač, společný emitor a společný emitor E16 nebo emitorový sledovač E55). Mezi ně je vložena čtyřčlanková dolnofrekvenční propust, která strmě ořezává kmitočty vyšší než 120 MHz.

Tranzistor E55 pracuje pro vyšší napětí záznějového signálu jako omezovač. Z jeho výstupu se vede jednak signál do děliče kmitočtu přes odporový dělič, jednak přes zesilovač E57, E60 na detektor E58, E59.

Do odporového děliče před děličem kmitočtu je zařazen obvod automatického řízení šíře pásma (E3 až E7). Tento pracuje tak, že při nízkých záznějových kmitočtech (asi do 20 MHz) zapíná v odporovém děliči kondenzátor C3, který účinně po-

Смеситель является двухтактным. Напряжение гармоники подается на смеситель симметрично, напряжение сигнала – несимметрично. Такая схема подавляет просачивание гармоник на вход смесителя и одновременно в значительной степени подавляет паразитный продукт демодуляции, если на вход подается амплитудно-модулированный сигнал.

Сигнал частоты биений отделен от входа смесителя малым конденсатором C38 и проходит через фильтр нижних частот L3, L4, C43 на вход усилителя сигнала биений. L3 одновременно обеспечивает развязку входа усилителя от цепей сигналов ВЧ 210–1000 МГц. Обычный сигнал, подводимый из схемы сложения гармоник (схема 3) симметрируется частью коаксиального кабеля, индуктивность которого увеличена с помощью надетых ферритных тороидов.

8.3. Усилитель сигнала биений с детектором и компаратором (схемы 2 и 6)

Усилитель сигнал биений состоит из двух (E44–E48, E51–E55) одинаковых четырехкаскадных усилителей (схема с общей базой, эмиттерный повторитель, схема с общим эмиттером и схема с общим эмиттером E16 или эмиттерный повторитель E55). Между ними установлен четырехзвенный фильтр нижних частот, который резко ограничивает полосу частот на частоте 120 МГц. Транзистор E55 работает в качестве ограничителя при большем напряжении сигнала биений. С его выхода подается сигнал на вход делителя частоты через омический делитель, а также через усилитель E57, E60 на детектор E58, E59.

В цепь реостатного делителя перед делителем частоты включена схема автоматического управления шириной полосы (E3–E7). Схема работает таким образом, что при низких частотах биений (прибл. до 20 МГц) включается в делитель сопротивлений конденсатор

The mixer operates in push-pull connection. The harmonic voltage is applied to the mixer symmetrically, whereas the voltage of the signal is asymmetrical. This arrangement prevents the penetration of the harmonics into the mixer and simultaneously suppresses to a considerable extent the random modulation product in cases when the input signal is amplitude-modulated.

The beat signal is separated from the input of the mixer by a small capacitor C38 and passes into the beat amplifier via the low-pass filter L3, L4, C43. Simultaneously, L3 separates the input of the amplifier from the RF signals of 210 to 1000 MHz. The standard signal arriving from the combiner of harmonics (diagram No. 3) is symmetrized by a section of a coaxial cable, the inductance of which is increased by pulled-on ferrite toroids.

8.3. Beat amplifier with detector and comparator – Diagrams Nos. 2 and 6

The beat amplifier consists of two four-stage amplifiers (E44 to E48, E51 to E55) of equal design (common base, emitter follower, common emitter and common emitter E16 or emitter follower E55), between which is inserted a 4-element low-pass filter which suppresses all frequencies higher than 120 MHz.

The transistor E55 operates as a limiter of higher beat signal voltages; its output signal passes into the frequency divider via a resistance divider, as well as to detector E58, E59 via amplifier E57, E60.

Into the resistance divider in front of the frequency divider is inserted a circuit of automatic bandwidth control (E3 to E7) which operates so that at low beat frequencies (up to approximately 20 MHz) it switches to the resistance divider the capacitor C3 which efficiently suppresses random

tlačuje případné parazitní signály v okolí 100 MHz a zlepšuje čistotu signálů nízkých zánějových kmitočtů na vstupu děliče kmitočtu. Tranzistor E7 spolu s diodami E5, E6 pracuje jako detektor se zúženou frekvenční charakteristikou. Usměrněným výstupním napětím tohoto obvodu se otevírá E4 a tím i dioda E3, která přepíná kondenzátor C3 na zem. Zesilovač záněje je řešen tak, že klesá jeho zesílení asi od kmitočtu 4 MHz, čímž se potlačuje pásmo nejnižších kmitočtů, kde se mohou vyskytovat často nežádoucí parazitní signály (demodulace apod.).

Při použití vstupu I – přímo na dělič – se zesilovač záněje odepíná pomocí diody E54, na jejíž katodu je v tomto případě přivedeno nulové napětí, čímž se dioda otevře proudem přes odpor R96.

Napětí pro diodu E54 se odebírá z přepínače P2 (schéma 1). V poloze „dělič“ je dioda spojena se zemí, v ostatních polohách uzavřena napětím +5 V.

Napětí z výstupu detektoru (E58, E59 zapojené jako zdvojovač napětí), které je úměrné napětí signálu záněje, se přivádí na napětový komparátor (schéma 6), kde se porovnává s nastaveným referenčním napětím. Dosáhne-li napětí z detektoru hodnoty referenčního napětí, komparátor se na výstupu překlápá a na výstupu „k“, kde byla dříve bez signálu log. 1 (asi +5 V), je nyní log. 0 (asi -0,5 V). Výstupem „k“ se pak dává povol k zastavení čítače n a zajišťují se ostatní log. funkce v řídicí jednotce. (Viz schéma 4 a popis v odst. 8.5.)

C3, který efektivně potlačuje možné parazitní signály v oblasti 100 MHz a zlepšuje čistotu signálů nízkých zánějových kmitočtů. Tranzistor E7 spolu s diodami E5, E6 pracuje jako detektor se zúženou frekvenční charakteristikou. Usměrněným výstupním napětím tohoto obvodu se otevírá E4 a tím i dioda E3, která přepíná kondenzátor C3 na zem. Zesilovač záněje je řešen tak, že klesá jeho zesílení asi od kmitočtu 4 MHz, čímž se potlačuje pásmo nejnižších kmitočtů, kde se mohou vyskytovat často nežádoucí parazitní signály (demodulace apod.).

Při использовании входа I – непосредственно на делитель – усилитель сигнала биений отключается с помощью диода E54, на катод которого в этом случае подается нулевое напряжение, в результате чего диод отпирается током, протекающим через сопротивление R96.

Напряжение для диода E54 снимается с переключателя P2 (схема 1). В положении «делитель» диод соединен с землей, в остальных положениях он заперт напряжением +5 В. Напряжение с выхода детектора (E58, E59, включенные по схеме удвоителя напряжения), которое пропорционально напряжению сигнала биений, подается на компаратор напряжения (схема 6), где оно сравнивается с установленным опорным напряжением. Если напряжение детектора достигает значения опорного напряжения, то выход компаратора опрокидывается и на выходе «к», где раньше (при отсутствии сигнала) был уровень «лог. 1» (прибл. +5 В), теперь появляется «лог. 0» (прибл. -0,5 В). Выходной сигнал на выходе «к» дает команду для остановки счетчика n что обеспечивает остальные логические операции в блоке управления (см. схему 4 и описание в пункте 8.5.).

signals in the region of 100 MHz and improves the beat signals of low frequencies at the input of the frequency divider. Transistor E7 operates together with diodes E5, E6 as a detector with narrow frequency response. The rectified output of the detector opens E4 and thus also the diode E3 which connects capacitor C3 to earth.

The beat amplifier operates in such a manner that its gain decreases from approximately 4 MHz onwards in order to suppress the lowest frequencies, at which often undesired random signals occur (due to demodulation, etc.).

When input I. is employed and is connected direct to the divider the beat amplifier is disconnected by means of diode E54, to the cathode of which zero voltage is applied, due to which the diode opens by the current flowing through resistor R96. The voltage for diode E54 is taken from the selector P2 (diagram No 1), in position "Divider" of which the diode is earthed; in all the other positions it is closed by a voltage of +5 V.

The output voltage of the detector (E58, E59 connected as voltage doubler) which is proportional to the beat signal voltage is applied to the voltage comparator (diagram No. 6), where it is compared with a fixed reference voltage. As soon as the output voltage of the detector reaches the value of the reference voltage, the output of the comparator reverses and the output "k", which so far (without signal) carried "log 1" (approximately +5 V) changes to "log 0" (approximately -0.5 V). The output "k" supplies a command for stopping the counter n and also ensures the other logic functions of the control unit (see diagram No. 4 and item 8.5.).

8.4. Násobič 10/100 MHz; generátor spektra a filtry pro harmonické 200, 300, 400 . . . MHz (schéma 3)

V této jednotce se odvozují potřebné normálové kmitočty pro směšování: 200, 300 a 400 až 900 MHz. Tyto kmitočty se odvozují z normálového kmitočtu 10 MHz, odebíraného z čítače.

Signál 10 MHz se vede z čítače přes propojovací lištu koaxiálním kabelem. Napětí na vstupu násobiče je asi 300 mVef.

Signál se nejprve zesílí v laděném zesilovači E1, L1, L2, na nějž navazuje násobič 10/50 MHz (E2, L5, L6, E4, L10, E5, L11). Mezi stupně E2 a E4 je vložen stupeň E3 s krystalovým filtrem, v němž se ostře ořezávají kmitočty v těsné blízkosti 50 MHz (šíře pásma několik kHz). Tímto uspořádáním se dosáhne dostatečně čistého kmitočtu pro odvození harmonických.

Stupeň E6, L13, L14 je zdvojovačem kmitočtu 50/100 MHz; E6 až E8 laděnými zesilovači 100 MHz s dostatečným výstupním výkonem.

Z kolektoru E7 se odebírá signál 100 MHz do násobiče 100/200, 300 MHz. Tento násobič je diodový (E12) a obsahuje dvojitý laděný filtr L28, L31, který lze pomocí diod E9, E10 přepínat na 200 MHz (diody vedou) nebo 300 MHz (diody jsou uzavřeny).

Při nastavení harmonické 200 nebo 300 MHz (z čítače n nebo ručně) se především připne dioda E12 přes svůj detekční odpor R32 signálem „D1“ na zem, čímž je uveden násobič 200 resp. 300 MHz do provozu. Pro ostatní harmonické je dioda E12 uzavřena záporným napětím.

Diody E4, E10 jsou otevírány (200 MHz) nebo zavírány (300 MHz) signálem „D2“ podle nastavené harmonické. Výstup z tohoto násobiče je veden

8.4. Умножитель 10/100 МГц, генератор спектра и фильтры для гармоник 200, 300, 400 . . . МГц (схема 3)

В этом блоке вырабатываются необходимые эталонные частоты для смешения: 200, 300 и 400 – 900 МГц. Эти частоты вырабатываются на основании эталонной частоты 10 МГц, снимаемой со счетчика.

Сигнал 10 МГц подается из счетчика через соединительный разъем с помощью коаксиального кабеля. Напряжение на входе умножителя составляет прибл. 300 мВ эфф.

Сигнал сначала усиливается в резонансном усилителе E1, L1, L2, с которым связан умножитель 10/50 МГц (E2, L5, L6; E4, L10, E5, L11). Между каскадами E2 и E4 имеется каскад E3 с кварцевым фильтром, в котором фильтр подавляет частоты вблизи частоты 50 МГц (ширина полосы пропускания несколько кГц). Такое схемное решение обеспечивает достаточно чистую частоту для выработки гармоник.

Каскад E6, L13, L14 – это удвоитель частоты 50/100 МГц с резонансными усилителями E6 – E8 100 МГц, обеспечивающими достаточную выходную мощность.

С коллектора E7 снимается сигнал 100 МГц для умножителя 100/200, 300 МГц. Этот умножитель диодный (E12) и содержит двойной резонансный фильтр L28, L31, который можно с помощью диодов E9, E10 переключать на частоту 200 МГц (диоды проводят) или на 300 МГц (диоды заперты). При установке гармоник 200 или 300 МГц (от счетчика n или вручную), в первую очередь, подключается диод E12 через сопротивление R32 сигналом «D1» на землю, в результате чего начинает работать умножитель 200 или 300 МГц. Для остальных гармоник диод E12 заперт отрицательным напряжением.

Диоды E4, E10 отпираются (200 МГц) или запираются (300 МГц) сигналом «D2» в зависимости от установленной гармоники.

8.4. Multiplier 10/100 MHz, spectrum generator and filters for the 200, 300, etc. MHz harmonics – Diagram No. 3

In this unit are derived the standard frequencies required for mixing (200 and 300 MHz, and 400 to 900 MHz) from the standard frequency of 10 MHz supplied by the counter.

The 10 MHz signal passes from the counter to the converter over a coaxial cable and the connection strip. The voltage at the input is approximately 300 mV RMS. The signal is first amplified by a tuned amplifier E1, L1, L2 which is followed by the 10/50 MHz multiplier (E2, L5, L6, E4, L10, E5, L11). Between the stages E2 and E4 is inserted stage E3 with crystal filter, in which the frequencies close to 50 MHz (bandwidth of only a few kHz) are cut off sharply. Thus, a sufficiently pure frequency required for the production of the harmonics is obtained.

The stage E6, L13, L14 is a frequency doubler 50/100 MHz; E6 to E8 are tuned amplifiers of 100 MHz of adequate output power.

The signal of 100 MHz taken from the collector of E7 is applied to the 100/200, 300 MHz multiplier which employs a diode E12 and contains a double tuned filter L28, L31 which, by means of the diodes E9, E10, can be switched either to 200 MHz (the diodes are conductive), or to 300 MHz (the diodes are closed). When either the 200 MHz, or the 300 MHz harmonic is set (by means of the counter n or manually), the diode E12 is earthed via its resistor R32 by a “D1” signal: thus, the multiplier of 200 MHz or 300 MHz is set in operation. For all the other harmonics, the diode E12 is kept closed by a negative voltage. The diodes E4, E10 are opened (200 MHz), or closed (300 MHz) by a “D2” signal, depending on the harmonic set.

na slučovač kabelem 30Ω , který je ukončen od-
porem $68 \Omega/50 \Omega$ ve směšovači (přes vazební
smyčku L26).

Dioda E13 je uzavřena signálem „D3“, pracuje-li
násobič 200 MHz, 300 MHz. Pracuje-li násobič
400 až 900 MHz, je dioda E13 signálem „D3“ ote-
vřena a zkratuje odpor 68Ω .

Pro násobič 400 až 900 MHz je zdrojem spektra
dioda E14 buzená z koncového stupně E8. Har-
monické 400 až 900 MHz se vybírají dvojitým fil-
trem L24, L25, složeným ze dvou vedení laděných
varikapů. Napětí pro varikapů V1–V2 se přivádí
ze spínačů (schéma č. 5) podle příslušné harmo-
nické.

Doladění se provádí změnou napětí ve spínačích
pomocí potenciometrů. Napětí pro směšovače se
odebírá ze společné smyčky slučovače L26. V pří-
padě, že není volen žádný z kmitočtů 400 až
900 MHz, je na oba varikapů přivedeno takové
napětí, aby byl filtr rozladěn pro všechny kmitoč-
ty ve spektru 400 až 900 MHz (naladěn mezi har-
monické).

8.5. Řídicí jednotka

8.5.1. Popis a funkce

Řídicí jednotka zajišťuje automatickou funkci mě-
niče, spolupráci se základním čítačem (pracovní
cyklus) a ovládání spínačů harmonických 200...
900 MHz. Řídicí jednotka se skládá z desky I
(schéma 4), z části obvodů na desce III (schéma
6) a z přepínačů P1, P2 na hlavním schématu (1).

Do řídicí jednotky vstupují tyto signály (nebo in-
formace).

Выход этого умножителя подается в схему
сложения с помощью кабеля 30 Ом, который
нагружен на сопротивление $68 \text{ Ом}/50 \text{ Ом}$
в смесителе (перез петлю связи L26). Диод
E13 заперт сигналом «D3» в случае, когда ра-
ботает смеситель 200 МГц, 300 МГц.

Если работает умножитель 400 – 900 МГц, то
диод E13 сигналом «D3» открывается и шун-
тирует сопротивление 68 Ом . Для умножителя
400 – 900 МГц источником спектра является
диод E14, возбуждаемый от оконечного кас-
када E8. Гармоника 400 – 900 МГц выбирается
двойным фильтром L24, L25, состоящим из
двух линий, настраиваемых варикапами. На-
пряжение для варикап V1 – V2 снимается
с ключей (схема 5) в соответствии с выбран-
ной гармоникой.

Подстройка осуществляется изменением на-
пряжения ключей с помощью потенциометров.
Напряжения для смесителей снимаются с об-
щей петли схемы сложения L26. В том случае,
если не выбирается ни одна из частот 400 –
– 900 МГц, то на оба варикапы подается такое
напряжение, чтобы фильтр был расстроен для
всех частот спектра 400 – 900 МГц (фильтр
настроен на частоту, лежащую между гармо-
никами).

8.5. Блок управления

8.5.1. Описание и функция

Блок управления обеспечивает автоматическую
работу преобразователя, его совместную
работу с основным счетчиком (рабочий цикл)
и управление ключами гармоник 200...
900 МГц. Блок управления состоит из платы I
(схема 4), из части цепей на плате III (схема
6) и из переключателей P1, P2 на главной схе-
ме (1).

В блок управления входят следующие сигналы
(или информации):

The output of this multiplier is passed to the com-
biner over a cable of 30Ω which is terminated by
 $68 \Omega/50 \Omega$ in the mixer (via coupling loop L26).
The diode E13 is closed in the 200, 300 MHz ca-
ses by a “D3” signal.

When the 400 to 900 MHz multiplier operates,
diode E13 is closed by a “D3” signal and short-
-circuits the resistor of 68Ω . The diode E14, dri-
ven by the final stage E8, serves as a source of
spectrum for the 400 to 900 MHz multiplier. The
harmonics of 400 to 900 MHz frequency are pick-
ed out by a double filter L24, L25 which is form-
ed by two lines tuned by varicaps. The voltage
for these varicaps V1 and V2 is taken from the
switches (diagram No. 5) depending on the ap-
propriate harmonic. Fine tuning is carried out by
controlling the voltage in the switching circuits
by means of a potentiometer. The voltage for
the mixers is supplied by a common loop L26 in
the combiner. If none of the frequencies of 400
to 900 MHz is applied, then the two varicaps ob-
tain such a voltage that the filter is detuned for
all the frequencies within the spectrum 400 to
900 MHz (being tuned among the harmonics).

8.5. Control unit

8.5.1. Purpose and function

The control unit ensures the automatic operation
of the frequency converter, its co-operation with
the basic instrument – the BM 640 universal
counter – (operation cycle), and the control of
the switching circuits of the harmonics of 200 to
900 MHz. The control unit consists of printed cir-
cuit board I. (diagram No. 4), some of the circuits
on board III. (diagram No. 6) and the selectors
P1, P2 (main wiring diagram No. 1).

Signals or information entering control unit

- a) z čítače
1. **Nulovací impuls – „NUL“**
 2. na čítači nastavený **interval hradla – „IH“** (z časové základny)
 3. **1 kHz pro pohon čítače n** (z časové základny)
 4. **Log. úroveň „D“ při volbě funkce na čítači**

- b) z měniče
1. **Informace o dostatečné úrovni záněje** na výstupu měniče (log. 0 na výstupu komparátoru „K“)

Z řídicí jednotky vystupují tyto signály (nebo informace).

- a) do čítače
1. **2× vynásobený interval hradla „IH×2“**
 2. **Informace o nastavené harmonické v kódu** (1, 2, 4, 8) „A, B, C, D“ – a to buďto výstup z čítače n při automatickém provozu, nebo ručně nastavené hodnoty v poloze přepínače P1
 3. **Generovaná skupina impulsů n pro automatické přičtení stovek MHz**

- b) do měniče
1. **Výstupy z dekodéru** (za posuvným registrem) „2“, „3“, „4“ . . . pro přepínání jednotlivých harmonických (pro spínače na schématu č. 5) nebo ručně nastavené hodnoty (**včetně podmínek pro zapnutí či vypnutí jedné nebo druhé skupiny filtrů – 200, 300 nebo 400 až 900 MHz**)
 2. **Napětí pro ovládání zesilovače záněje D/M z přepínače P2**

- a) от счетчика
1. **импульс сброса – «СБРОС»**
 2. на счетчике установленный **интервал вентиля «IH»** (от схемы импульсов времени)
 3. **1 кГц для управления счетчиком n** (от схемы импульсов времени)
 4. **логический уровень «D»** при выборе функции на счетчике

- b) от преобразователя
1. **информация о достаточном уровне сигнала биений** на выходе преобразователя (лог. 0 на выходе компаратора «K»)

Из блока управления поступают следующие сигналы (или информации):

- a) в счетчик
1. **2 раза умноженный интервал вентиля «IHx2»**
 2. **информация об установленной гармонике в виде кода (1, 2, 4, 8) «A, B, C, D»**, подаваемая на выход счетчика n при автоматическом режиме работы или установленная вручную в соответствии с положением переключателя P1.
 3. **Генерируемая группа импульсов n** для автоматического прибавления сотен МГц.

- b) в преобразователь
1. **выходы из декодирующего устройства** (за сдвиговым регистром) «2», «3», «4» . . . для переключения отдельных гармоник (для ключей на схеме № 5 или вручную установленные значения (**включая условия для включения или выключения одной или второй групп фильтров – 200, 300 или 400 – 900 МГц**))
 2. **напряжения для управления усилителем сигнала биений D/M** от переключателя P2

- a) From counter:
1. **Zeroizing pulse – “RESET“**
 2. **Gate interval – “IH“** adjustable from counter (from time base)
 3. **1 kHz for driving counter n** (from time base)
 4. **Logic level “D“** when the required function is selected on the counter.

- b) From converter:
1. **Information on adequate beat level** on mixer output (Logic 0 on comparator output “K”)

Signals or information supplied by control unit

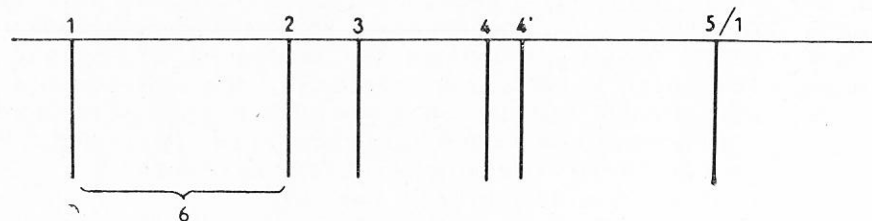
- a) Into counter:
1. **Gate interval multiplied by 2 – “IHx2”**
 2. **Information on set harmonic in BCD form** (in the code 1, 2, 4, 8) – “A, B, C, D” Either output of counter n during automatic operation, or data set manually with selector in position P1.
 3. **Group of pulses n** generated for automatic addition of the hundreds of MHz.

- b) Into converter:
1. **Outputs of decoder** (after shift register) – “2”, “3”, “4” . . . for switching individual harmonics (for switches in diagram No. 5), or manually set data, (**including conditions for switching ON or OFF of one or other group of filters**, i. e., 200, 300 MHz or 400 to 900 MHz)
 2. **Voltage for controlling beat amplifier D/M** from selector P2.

8.5.2. Pracovní cyklus při součinnosti měniče s čítačem

a) Při automatickém provozu měniče – poloha přepínače „AUT“

Časový diagram
Временная диаграмма
Time diagram



Obr. 7 Рис. 7 Fig. 7

- 1 – nulovací impuls „NUL“
- 2 – impuls „k“
- 3 – otevření hradla v čítači
- 4 – uzavření hradla
- 4' – vybavení paměti v čítači (nový údaj f_z)
- 5/1 – konec pracovního cyklu; nový nulovací impuls
- 6 – generování n

- 1–2 ... 3 až 9 ms
 $n = (2 \dots 9)$
- 2–3 ... nahodilé (zlomek až celý měrný interval hradla – viz čas. diagram). (Obr. 8)
- 3–4 ... $2 \times$ „IH“ ($2 \mu\text{s}$ až 20 s podle volby základního intervalu na čítači)
- 4–4' ... asi 20 ms
- 4'–5 ... délka indikace (asi 0,1 až 5 s při automatickém opakování měřícího cyklu – jinak lze nulovat čítač ručně nebo externě – viz návod čítače)

8.5.2. Цикл работы при работе преобразователя в комплекте со счетчиком

a) при автоматическом режиме работы преобразователя – положение переключателя «АВТ.».

- 1 – импульс сброса
- 2 – импульс «к»
- 3 – отпирание вентиля в счетчике
- 4 – запирание вентиля
- 4' – запуск памяти в счетчике (новое показание f_z)
- 5/1 – конец рабочего цикла – новый импульс сброса
- 6 – выработка n

- 1–2 ... 3–9 мс
 $n = (2 \dots 9)$
- 2–3 ... случайные (кратные значения вплоть до всего измерительного интервала – см. временную диаграмму) (рис. 8)
- 3–4 ... $2 \times$ «IH» ($2 \mu\text{s}$ – 20 с в зависимости от установки основного интервала на счетчике)
- 4–4' ... прилб. 20 мс
- 4'–5 ... положительность индикации прилб. 0,1–5 с при автоматически повторяющемся цикле измерения – имеется также возможность ручного сброса счетчика или внешнего сброса – см. инструкцию по счетчику)

8.5.2. Operation cycle with converter in co-operation with counter

a) Automatic operation of converter – selector in position “AUT”.

- 1 – Zeroizing pulse “RESET”
- 2 – Pulse k
- 3 – Opening of the gate in the counter
- 4 – Closing of the gate
- 4' – Memory releasing in the counter (new data f_z)
- 5/1 – End of the working cycle; new zeroizing pulse
- 6 – Generating of n

- 1 to 2 ... 3 to 9 msec
 $n = (2 \dots 9)$
- 2 to 3 ... Occasional (a fraction of, or up to whole measuring gate interval; see time diagram – Fig. 8)
- 3 to 4 ... $2 \times$ “IH” ($2 \mu\text{sec}$ to 20 sec, depending on basic interval set on counter)
- 4 to 4' ... Approximately 20 msec
- 4' to 5 ... Display duration (approximately 0.1 to 5 sec during automatic measuring cycle repetition – otherwise, manual or external zeroizing – see manual of counter)

První cyklus začíná vynulováním čítače i měniče.

V měniči se vynuluje čítač n (IO 2 – schéma 4) a klopný obvod pro násobení „IH“ dvěma IO 12 (schéma 4). Tento obvod je současně „přidržen“ v nulovém stavu po dobu asi 3 ms uměle prodlouženým nulovacím impulsem, což zajistí zpoždění v monostabilním klopném obvodu E6, E7 (schéma 6). Účelem tohoto přidržení je zabezpečit správnou časovou posloupnost impulsu z komparátoru „k“ (který musí vykonat několik funkcí) a otevření hradla v čítači.

Po vynulování uvedených obvodů zůstává klopný obvod „IH \times 2“ v klidu, poněvadž na jeho vstupu „J“ je log. 0, což odpovídá stavu, kdy na výstupu měniče není zázněj (signál „k“). To znamená, že hradlo v čítači zůstává rovněž v klidu – čítač neměří.

Čítač n (dekadický čítač IO 2) se „rozběhne“ a mění tedy stav výstupu od 0 do 1, 2, 3 . . . 9 (využívá se kapacity celé dekády) a zpět do nuly (pokud by nenašel zázněj) rychlostí po 1 ms (1 kHz z čítače), poněvadž hradlo IO 1/1, jímž prochází „1 kHz“, je otevřeno (není dosud blokováno výstupem „k“ ze zesilovače zázněje).

Jakmile se nastaví v měniči taková harmonická, která dá s měřeným kmitočtem zázněj do 120 MHz s dostatečnou amplitudou, objeví se na výstupu komparátoru (schéma 5) signál „k“ (v případě přítomnosti zázněje log. 0). Signál z komparátoru se tvaruje hradlem IO 11/3 (schéma 4), na jehož výstupu je invertovaný signál „k“ („k“ = log. 1), který se přivádí jednak na vstup IO 12, jednak na další invertor IO 11/2 (na jeho výstupu je opět „k“).

Первый цикл начинается со сброса счетчика и преобразователя.

В преобразователе осуществляется сброс счетчика n (IO 2 – схема 4) и триггера после умножения интервала вентиля на два IO 12 (схема 4). Эта схема одновременно придерживается в нулевом состоянии в течение прибл. 3 мс искусственно удлинённым импульсом сброса, что обеспечивает задержку триггера с одним устойчивым состоянием E6, E7 (схема 6). Целью этой задержки является обеспечение правильной временной последовательности импульса с компаратора «к» (который должен осуществить несколько функций) и открытия вентиля в счетчике.

После сброса указанных цепей триггер «IH \times 2» остается в покое, так как на его входе «J» имеется лог. 0, что соответствует состоянию, когда на выходе преобразователя нет сигнала биений (сигнал «к»). Это значит, что ventиль счетчика остается также запертым – счетчик не измеряет.

Счетчик n (декадический счетчик IO 2) начинает работать и изменяет состояние на выходе от 0 до 1, 2, 3 . . . 9 (используется емкость всей декады) и обратно до нуля (если не найден сигнал биений) со скоростью через 1 мс (1 кГц от счетчика), так как ventиль IO 1/1, через который проходит сигнал «1 кГц», открыт (он пока не заблокирован выходным сигналом «к» усилителя сигнала биений).

Как только в преобразователе установлена гармоника, которая дает с измеряемой частотой сигнал биений до 120 МГц достаточной амплитуды, то на выходе компаратора (схема 5) появится сигнал «к» (в случае наличия сигнала биений лог. 0). Сигнал с выхода компаратора формируется логической схемой IO 11/3 (схема 4), на выходе которой имеется перевернутый сигнал «к» («к» = лог. 1), который подается на вход IO 12 или на последующий инвертор IO 11/2 (на его выходе имеется сигнал «к»).

The 1st cycle starts with zeroizing of the counter and of the converter. The counter n (IO 2 – diagram No. 4) in the counter is set to zero, as is the flip-flop circuit IO 12 (diagram No. 4) for the multiplication of „IH“ by two. This circuit is simultaneously retained in the zero state for about 3 msec by the artificially extended zeroizing pulse, in order to ensure delay of the monostable flip-flop circuit E6, E7 (diagram No. 6). The purpose of the delay is to ensure the correct time sequence of the pulse „k“ arriving from the comparator (which has to carry out several functions) and of the gate opening in the counter.

After the zeroizing of the mentioned circuits, the flip-flop circuit „IH \times 2“ remains idle, as log 0 is on its „J“ input; this condition corresponds to the state when there is no beat (signal „k“) on the converter output. This means that the gate in the counter is also in the quiescent state, i. e., the counter does not measure.

The counter n (decadic counter IO 2) starts „running“ and changes the state of the output from 0 to 1, 2, 3 . . . 9 (the whole capacity of the decade is utilized), and back to zero (provided a beat has not been found) at a speed of 1 msec (1 kHz from the counter), as gate IO 1/1 through which „1 kHz“ passes, is open (it is not yet blocked by the „k“ output of the beat amplifier).

When such a harmonic is set in the converter, which together with the measured frequency gives a beat of up to 120 MHz frequency and of sufficiently large amplitude, then the signal on the output of the comparator (diagram No. 5) is „k“ (if a beat is not present, then it is log. 0). The signal of the comparator is shaped by the gate IO 11/3 (diagram No. 4), on the output of which is the inverted „k“ signal, i. e., „k“ („k“ = log 1) which is applied to the input of IO 12 as well as to a further inverter IO 11/2 (on the output of which is again „k“).

Odtud přichází signál „k“ na hradlo IO 1/3, které zastaví posuv čítače n při harmonické, která dává první záznej v měniči – bod 2 v časovém diagramu. Impulsem „k“ přivedeným na vstup „J“ se současně odblokuje vstup 12 klopného obvodu IO 12, na nějž se přivádí zvolený interval z čítače podle časového diagramu – obr. 8.

Šipky vyznačují hrany, které mohou spouštět hradlo v čítači. Časové okamžiky 3, 4 odpovídají stejně označeným na časovém diagramu – obr. 7.

b) V poloze přepínače P2 „dělič“ je signál „k“ nahrazen uměle napětím na přepínači P2 (D/M). Toto napětí je přivedeno na vstup 9 hradla IO 11/3 (schéma 4). To znamená, že signál „k“ je trvale přítomen; po vynulování obou obvodů na desce I (schéma 4) zůstane čítač n v poloze 0 a T vstup obvodu „IH × 2“ je trvale odblokován.

Далее сигнал «к» подается на вентиль IO 1/3, который останавливает работу счетчика n при состоянии гармоники, дающей первый сигнал биений в преобразователе – точка 2 временной диаграммы. С помощью импульса «к», подводимого на вход J одновременно снимается блокировка со входа 12 триггера IO 12, на который подается сигнал выбранного интервала от счетчика по временной диаграмме – рис. 8.

Стрелками обозначены скачки сигнала, которые могут запускать вентиль счетчика. Значения времени 3, 4 соответствуют тем же значениям времени, которые одинаково обозначены на диаграмме – рис. 7.

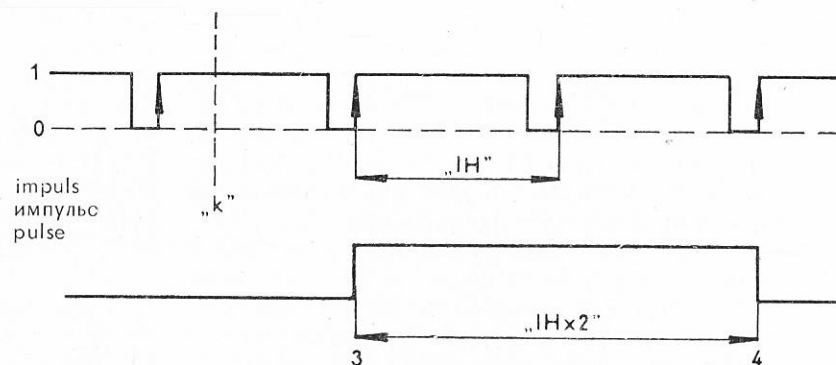
б) В положении переключателя P2 «делитель» сигнал «к» искусственно заменен напряжением на переключателе.

Это напряжение подается на вход 9 схемы IO 11/3 (смена 4). Это значит, что сигнал «к» непрерывно существует; после сброса обеих цепей на плате I (схема 4) счетчик n остается в положении 0 и со входа T схемы «IH × 2» постоянно снята блокировка.

The “k” signal passes to the gate IO 1/3 which stops the shift of the n-counter at the harmonic which produces the first beat in the mixer, i. e., at point 2 in the time diagram. Pulse “k”, applied to the J input, simultaneously opens the input 12 of flip-flop circuit IO 12 to this circuit is applied the selected interval from the counter, according to the time diagram – Fig. 8.

The arrows in the diagram indicate the edges which can trigger the gate in the counter. The instants 3,4 correspond with those marked identically in time diagram, Fig. 7.

b) With the selector P2 set to “Divider”, the “k” signal is replaced artificially by a voltage on the switch P2 (D/M). This voltage is applied to input 9 of gate IO 11/3 (diagram No. 4). This signifies that the “k” signal is permanently present; after zeroizing both circuits on board I., the counter n remains in the position 0; input T of the “IH × 2” circuit is permanently free.



Obr. 8
Рис. 8
Fig. 8

Probíhá proto periodické měření čítačem nezávisle na přítomnosti měřeného signálu. Funkce je shodná s funkcí samotného čítače, pouze měrný

Поэтому осуществляется периодическое измерение счетчиком независимо от наличия измеряемого сигнала. Принцип работы такой же

Consequently, periodic measurement by the counter takes place, regardless of whether an input signal is present or not. The operation is equivalent

interval hradla je dvojnásobný (z pracovního cyklu odpadá úsek 1–2; 2–3 je trvale 10 μ s).

c) Při ručním nastavení měniče – 2, 3...9 nastává buďto případ b) – a to tehdy, když při nastavení harmonické příslušný záznej f_z , tedy i trvalý signál „k“, nebo případ, kdy při nepřítomnosti f_z tedy i „k“ je klopný obvod „IH \times 2“ zablokován nepřítomností signálu „k“ a čítač neměří.

Jak je možno vysledovat ze schématu 4, je hradlo IO 1/1 otevřeno pro hodinové impulsy generující n jen v době vyhledávání zázneje. Jinak je zavřeno buďto signálem k nebo D/M (dělič), A/M (ruční ovládání) nebo „D“ (jiná funkce čítače než se zásuvnou jednotkou).

8.5.3. Přepínání harmonických

Jednotlivé stavy posuvného registru 0, 1, 2...9 jsou na jeho výstupu v kódu BCD (výstup posuvů registru a, b, c, d). Při ručním nastavení je možné nahradit příslušnou kombinací z výstupu čítače n kombinací log. 1 a log. 0 na přepínači P1 (čtyři sekce přepínače).

Pátá sekce P1 slouží k vytvoření log. signálu pro rozlišení automatického a ručního posuvu.

Tedy informace o nastavené harmonické v kódu 1, 2, 4, 8 (ať už z čítače n nebo z přepínače) se vede na dekodér (realizovaný kombinací NAND – hradel IO 3 – IO 9, na jehož výstupu jsou stavy ABCD převedeny na dekadický kód (příslušné harmonické odpovídá log. 1 na výstupu – ostatní jsou v log. 0).

и соответствует принципу работы отдельного счетчика с той только разницей, что интервал измерения вентиля в два раза больше (в рабочем цикле отсутствует участок 1 – 2; 2 – 3 постоянно составляет 10 мкс).

в) При ручной установке преобразователя 2, 3...9 имеет место случай б) и тогда, когда при установленной гармонике соответствующий сигнал биений f_z и, следовательно, постоянный сигнал «к» имеет место или при отсутствии f_z , следовательно, и «к» триггер «IH \times 2» заблокирован в результате отсутствия сигнала «к» и счетчик не измеряет.

Как видно из схемы 4, вентиль IO 1/1 отперт для тактовых импульсов, генерирующих n, только в период «поиск сигнала биений». В противном случае вентиль заперт сигналом «к» или сигналом D/M делитель). D/M (ручное управление) или «D» (другой режим работы, чем при наличии выдвигного блока).

8.5.3. Коммутация гармоник

Отдельные состояния сдвигового регистра 0, 1, 2...9 имеются на его выходе и виде кода B, C, D (выход сдвигового регистра a, b, c, d). При ручной установке можно заменить соответствующую комбинацию с выхода счетчика n комбинацией лог. 1 и лог. 0 на переключателя P1 (четыре секции переключателя). Пятая секция P1 предназначена для выработки логического сигнала для определения автоматического или ручного сдвига.

Следовательно, информация об установленной гармонике в виде кода 1, 2, 4, 8 (снимая с счетчика n или с переключателя) подается на декодирующее устройства (выполненное в виде комбинации логических схем «NAND» – триггер IO 3 – IO 9) на выходе которого состояния ABCD преобразованы в декадический код (соответствующей гармонике соответствует лог. 1 на выходе, остальные имеют логический ноль).

lent to the function of the counter itself, except that the measuring interval of the gate is doubled (section 1 to 2 is missing from the operation cycle; 2 to 3 is permanently 10 μ sec).

c) Manual operation of converter – selector in position 2, 3...9.

The operation is either identical to that described in point b), when with the harmonic frequency set, the appropriate beat is f_z and, therefore, also the “k” signal is present, or the counter is inoperative, when there is no f_z beat nor “k” signal and, therefore, the flip-flop circuit “IH \times 2” is blocked.

As can be seen from Diagram No. 4, gate IO 1/1 is open for the clock pulses which generate the data n only during “searching for the beat”. Otherwise it is closed either for the signal k or D/M (Divider), A/M (manual control), or “D” (a function of the counter other than that with the plug-in unit employed).

8.5.3. Switching of harmonics

The individual states of the shift register, 0, 1, 2...9, are on its output in the BCD code (shift output of the register a, b, c, d). When manual control is used, the appropriate combination of the output of the n-counter can be replaced by the combination of log 1 and log 0 on the selector P1 (its four sections). The fifth section of P1 serves for producing the basic logic signal for distinguishing between automatic and manual shift.

Thus, information about the set harmonic in the code 1, 2, 4, 8 regardless of whether obtained from the n-counter or from the selector, is applied to decoder formed by NAND gates IO 3 to IO 9, on the output of which the ABCD states are converted into a decadic code (log 1 on the output corresponds to the appropriate harmonic; log 0 to all the other harmonics).

Za tímto dekodérem následují invertory v každém kanálu harmonické (zapnuté harmonické odpovídá nyní log. 1, tj. +5 V). Výjimku tvoří druhá harmonická „2“, která není invertovaná a je propojená přímo se spínacím obvodem (E1 na schéma 6).

Přitom se současně vytvářejí dvě logické podmínky nutné pro správnou funkci spínačů dvou skupin filtrů 200, 300 MHz a 400 až 900 MHz (hradly IO 8/2 a IO 9/2):

„2+3“ – na výstupu je log. 1 při harmonické 2 nebo 3 (při ostatních je log. 0). Z ní se ve spínačích (schéma 5) vytváří ovládací signál „D1“ a „D3“.

„0+1+2+3“ při stavech 0, 1, 2, 3 je na vstupu log. 1; při ostatních (4 až 9) log. 0. Tohoto signálu se používá pro sepnutí spínačů (schéma č. 5) – E11 a E12, které rozladí filtr 400 až 900 MHz v případě stavů 0 až 3.

Signál D/M (schéma 1) nastavený na přepínači P2 v poloze „dělič“ se vede ještě do zesilovače zázněje, kde zkratováním výstupu vyřadí zesilovač z funkce (viz 8.3.).

8.6. Spínací obvody pro přepínání harmonických (schémata 1, 5, 6)

Spínací obvody pro jednotlivé harmonické jsou ovládnány z řídicí jednotky (viz 8.5.). Zapnutí příslušného spínače se provádí připnutím log. 1 (+5 V) na příslušný přívod odpovídající nastavené harmonické.

После этого декодирующего устройства следуют инверторы в каждом канале гармоник (включенной гармонике соответствует теперь сигнал лог. 1, т. е. +В). Исключением является вторая гармоника «2», которая не перевернута и соединена непосредственно с ключевой схемой (E1 на схеме 6).

При этом одновременно создаются два логических условия, необходимых для правильной работы ключевых схем двух групп фильтров 200, 300 МГц и 400 – 900 МГц (лог. схемы IO 8/2 и IO 9/2).

«2+3» – на выходе имеется лог. 1 при гармонике 2 или 3 (при остальных имеется лог. 0); на основании этого сигнала в ключевых схемах (схема 5) создается управляющий сигнал «D1» и «D3».

«0+1+2+3» – в состояниях 0, 1, 2, 3 на входе лог. 1, при остальных (4 – 9) лог. 0. Этот сигнал используется для включения схем (схема 5) E11 и E12, которые расстраивают фильтр 400 – 900 МГц в случае состояний 0 – 3.

Сигнал D/M (схема 1), установленный переключателем P2 в положение «делитель» подается также в усилитель сигнала биений, где шунтированием выхода обеспечивает выключение усилителя из функции (см. 8.3.).

8.6. Ключевые схемы для переключения гармоник (схема 1, 5, 6)

Ключевые схемы для остальных гармоник управляются блоком управления (см. 8.5.). Включение соответствующей ключевой схемы осуществляется путем подачи лог. 1 (+5 V) на соответствующий вывод в согласии с установленной гармоникой.

This decoder is followed by inverters in each harmonic channel (log 1, i. e., +5 V, corresponds to the set harmonic). An exception is the harmonic "2" which is not inverted, but is connected direct to the switching circuit (E1 in diagram No. 6). Simultaneously, two logic conditions are formed which are necessary for the correct operation of the switches of the two groups of filters: 200, 300 MHz and 400 to 900 MHz (gates IO 8/2 and IO 9/2); these conditions are as follows:

"2+3" – At the 2nd or 3rd harmonic, log. 1 is on the output (at all the others, it is log 0). The switches (diagram No. 5) produce from log 1 control signals "D1" and "D3".

"0+1+2+3" – At the states 0, 1, 2, 3, log 1 is on the input; at all the other ones (4 to 9) it is log 0. This signal serves for closing the switches E11 and E12 (diagram No. 5), which detune the filter 400 to 900 MHz in the case of the 0 to 3 states.

The signal D/M (diagram No. 1) set on the selector P2 in the "Divider" position, is applied also to the beat amplifier, where by short-circuiting of the output it puts the beat amplifier out of operation (see item 8.3.).

8.6. Switching circuits for switching of harmonics – Diagrams Nos. 1, 5, 6

The switching circuits which serve for the switching of the individual harmonics are controlled by the control unit (see item 8.5.). Switching on of the appropriate switch is carried out by the application of log 1 (+5 V) to the appropriate connection which corresponds to the set harmonic.

8.6.1. Spínání harmonických 400 až 900 MHz

(schéma 5 – tranzistory E1 až E12)

Princip spínačů:

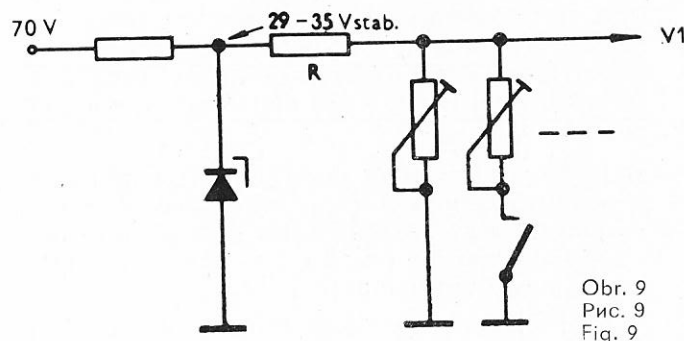
8.6.1. Включение гармоник 400 - 900 МГц

(Схема 5 транзисторы E1 - E12)

Принцип действия ключевых схем:

8.6.1. Switching of harmonics 400 to 900 MHz

See diagram No. 5, transistors E1 to E12. The principle of the switches is shown in the Fig. below.



Obr. 9
Рис. 9
Fig. 9

Na Zenerově diodě (E1 na schématu 1) je stabilizované napětí 29 až 35 V. Z něho se vytváří odporovým děličem napětí pro varikapu. Po otevření příslušného tranzistoru se vytvoří napěťový dělič, na němž je pomocí trimru nastaveno napětí, kterým je laděna příslušná harmonická na maximum. Poněvadž varikapu jsou dva, vybudí se signálem z řídicí jednotky vždy dvojice těchto děličů (výstupy V1 a V2). To platí pro harmonické 400 až 900 MHz. Pokud není zapnut žádný z tranzistorů, je pomocí trimrů R1, R2 a odporů R17, R18 vytvořeno pevné napětí na obou sběrnicích (současně ochrana varikapů před přetížením). Tato poloha je využita pro harmonickou 900 MHz.

На стабилитроне (E1 на схеме 1) имеется стабилизированное напряжение 29 - 35 В. На нем с помощью делителя сопротивлений создается напряжение для варикапов. После отпирания соответствующего транзистора создается делитель напряжения, на котором с помощью подстроечника установлено напряжение, которым настраивается соответствующая гармоника по максимуму. Варикапов два, сигналом из блока управления возбуждается всегда пара этих делителей (выходы V1 и V2). Сказанное справедливо для гармоник 400 - 900 МГц. Если не включен ни один из транзисторов, то с помощью подстроечников R1, R2 и сопротивлений R17, R18 создаются фиксированные напряжения на обеих сборных шинах (одновременно защита варикапов от перегрузки). Это положение использовано для гармоники 900 МГц.

On the Zener diode (E1 in diagram No. 1) is a stabilized voltage of 29 to 35 V, from which the voltage for the varicaps is produced in a resistance divider. When the appropriate transistor opens, a voltage divider is formed on which, with the aid of a trimmer, the voltage is set for tuning the appropriate harmonic to maximum. As two varicaps are used, always two such dividers are produced by a signal supplied by the control unit (output of V1 and V2). This applies to harmonics of 400 to 900 MHz. If one of the transistors is switched on, a fixed voltage is produced by means of trimmers R1, R2 and resistors R17, R18 on the voltage bus-bars (simultaneously as a protection of the varicaps against overloading). This position is utilized for the 900 MHz harmonic.

Tranzistory E11, E12 jsou zapnuty ve stavech posuvného registru (nebo ručního nastavení na přepínači) 0 až 3 a vytváří v těchto stavech na obou

Транзисторы E11, E12 включены в состояния сдвигового регистра (или ручной установки на переключателе) 0 - 3 и в этих состояниях

Transistors E11, E12 are switched on when the shift register (or the selector when manual control is employed) is in one of the states 0 to 3,

sběrných napětí, kterým se obě vedení rozladí tak, že se potlačí výstup jakéhokoliv kmitočtu z filtru 400 až 900 MHz.

Uzavřené tranzistory mají na bázi záporné napětí z diod E13, E14. Při zapnutí harmonických 600 a 900 MHz (případně 800 MHz) jsou současně zapnuty ještě pomocné obvody na desce III (schéma 6). V případě 600 MHz je to pouze dioda E13, přes kterou se v této poloze připíná na detekční odpor generátoru spektra (R36 na schématu 3) napětí asi +3,5 V; v případě 800 nebo 900 MHz se pak připíná k R36 paralelně odpor R29. Tím se dosahuje rovnoměrného výstupního napětí pro směšovač v pásmu harmonických 400 až 900 MHz.

8.6.2. Spínání harmonických 200, 300 MHz (schémata 6 a 1)

Zapínání harmonických 200 a 300 MHz obstarávají spínací tranzistory.

E1, E2 – na výstupu E2 je napětí pro ovládání „D2“ (viz schéma 3)

E5 – na výstupu je ovládací napětí „D1“

E3, E4 – na výstupu je ovládací napětí „D3“

Při zapnutí harmonické 200 MHz jsou výstupem z desky I (schéma 4) log. 0 uzavřeny tranzistory E1, E2. Napětí „D2“ je tedy naprázdno +12 V, při zatížení poklesne. Ve všech ostatních polohách je signál „2“ roven log. 1 (asi +4 V), kterým se otevřou tranzistory E1, E2. Signál „D2“ je potom -12 V, čímž se diody uzavřou.

создают на обеих сборных шинах напряжение, которым обе линии расстраиваются настолько, что подавляется выходной сигнал любой частоты фильтра 400 – 900 МГц. На базах закрытых транзисторов имеется отрицательное напряжение, снимаемое с диода E13, E14. При включении гармоник 600 и 900 МГц (или 800 МГц) одновременно включены также вспомогательные цепи на плате III (схема 6). В случае гармоник 600 МГц сказанное относится только к диоду E13, через который в этом положении на сопротивление детектора генератора спектра (R36 на схеме 3) подается напряжение прибл. +3,5 В. В случае гармоник 800 или 900 МГц R36 параллельно включается сопротивление R29. В результате этого обеспечивается равномерное выходное напряжение для смесителя в диапазоне гармоник 400 – 900 МГц.

8.6.2. Включение гармоник 200, 300 МГц (схемы 6 и 1)

Включение гармоник 200 и 300 МГц обеспечивается ключевыми транзисторами:

E1, E2 – на выходе E2 есть напряжение для управления «D2» (см. схему 3).

E5 – на выходе есть напряжение управления «D1».

E3, E4 – на выходе есть напряжение управления «D3».

При включении гармоники 200 МГц выходным сигналом платы I (схема 4) лог. 0 запираются транзисторы E1, E2. Напряжение «D2» в режиме холостого хода составляет +12 В и при нагрузке уменьшится. Во всех остальных положениях сигнал «2» равен лог. 1 (прибл. +4 В), с помощью его отпираются транзисторы E1, E2. Сигнал «D2» имеется потом -12 В, в результате чего диоды запираются.

and produce on both voltage bus-bars a voltage which detunes the two lines so that the output of any frequency from the filter of 400 to 900 MHz, is suppressed. The closed transistors have a negative voltage on their bases supplied by the diodes E13, E14. When the harmonics 600 and 900 MHz (eventually 800 MHz) are switched on, the auxiliary circuits on printed circuit board III. (diagram No. 6) are also operative. In the case of 600 MHz, only diode E13 operates and passes a voltage of approximately +3,5 V to the detector resistance of the spectrum generator (R36 in diagram No. 3). In the case of 800 MHz or 900 MHz the resistor R29 is connected in parallel to resistor R36; thus, a uniform output voltage for the mixer is obtained within the range of the 400 to 900 MHz harmonics.

8.6.2. Switching of harmonics of 200 and 300 MHz

See diagrams Nos. 6 and 1. The following transistors serve for carrying out the switching of the harmonics of 200 and 300 MHz frequency:

E1, E2 – On output of E2 is voltage for controlling "D2" (see diagram No. 3)

E5 – On output of this transistor is control voltage "D1"

E3, E4 – On output of these transistors is voltage "D3"

When the 200 MHz harmonic is switched on, the transistors E1, E2 are closed by the log 0 output of the board I. (diagram No. 4). Therefore, the voltage for "D2" under no-load conditions is +12 V; it drops due to a load. In all the other positions, the signal "2" is equal to log 1 (approximately +4 V), which opens transistors E1, E2; the signal "D2" is then -12 V, consequently the diodes close.

Signálem ze společné podmínky harmonických „2+3“ (log. 1) je pro obě harmonické otevřena dioda E12 signálem „D1“ (násobič pro 200, 300 MHz) a uzavřena dioda E13 signálem „D3“ (zkrat ve smyčce slučovače) – viz schéma 3. Při harmonické 300 MHz se pouze (na rozdíl od 200 MHz) uzavřou diody E9, E10 signálem „D2“ (schéma 3), čímž se laděný filtr zmenšením kapacit přeladí na 300 MHz.

Ve všech ostatních polohách (4 až 9) zůstává filtr naladěný na 300 MHz, násobič je však vypnut signálem „D1“ a signál „D3“ zkratuje zatěžovací odpor ve vazební smyčce slučovače.

9. POKYNY PRO ÚDRŽBU PŘÍSTROJE

Měnič BP 6400 je přístroj, který téměř nevyžaduje údržbu. Doporučuje se však chránit přístroj před hrubým poškozením (propojovací lišty na zadním panelu a vstupní konektory), před prachem a jinými škodlivými vlivy prostředí. Proto se doporučuje přechovávat přístroj, pokud není delší dobu v provozu, v obalu, v němž je dodáván.

Upevňovací šroub namazat podle potřeby lehce vazelinou.

9.1. Náhradní díly kmitočtového měniče BP 6400

Dělič kmitočtu	1AF 009 70
Zesilovač zázněje	1AF 009 69
Násobič 10/100 MHz	1AF 009 65
Směšovač	1AF 009 72
Filtr 200, 300 MHz	1AF 009 73
Filtr 400 až 900 MHz	1AF 827 27

Сигналом, полученным при выполнении общего условия гармоник «2+3» (лог. 1) для обеих гармоник, диод E12 сигналом «D1» открыт (умножитель для 200, 300 МГц) и заперт диод E13 сигналом «D3» (короткое замыкание в цепи схемы сложения) – см. схему 3. При гармонике 300 МГц (в отличие от 200 МГц) запираются только диоды E9, E10 сигналом «D2» (схема 3), в результате чего настроенный фильтр перестраивается на частоту 300 МГц в результате уменьшения емкостей. Во всех остальных положениях (4 – 9) фильтр остается настроенным на частоты 300 МГц, однако, умножитель выключен сигналом «D1» и сигнал «D3» шунтирует нагрузочное сопротивление в цепи связи схемы сложения.

9. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ ЗА ПРИБОРОМ

Преобразователь BP 6400 – это прибор, который почти не нуждается в уходе. Рекомендуется защищать прибор от грубого обращения (соединительные разъемы на задней панели и входные гнезда), от пыли и других вредных воздействий окружающей среды. Поэтому рекомендуется хранить прибор, если он длительное время используется, в таре, в которой он был поставлен.

Укрепляющий винт смазывают, если нужно, немножко вазелином.

9.1. Запасные части преобразователя частоты BP 6400

Делитель частоты	1AF 009 70
Усилитель сигнала биений	1AF 009 69
Умножитель 10/100 МГц	1AF 009 65
Смеситель	1AF 009 72
Фильтр 200, 300 МГц	1AF 009 73
Фильтр 400 – 900 МГц	1AF 827 27

By a signal from the common logic condition “2 + 3” (log 1) the diode E12 by a signal “D1” (multiplier for 200 and 300 MHz) is kept open for the two harmonics, and the diode E13 by a signal “D3” is kept closed (short circuit in the loop of the combiner, see diagram No. 3). In the case of the 300 MHz harmonic, only the diodes E9, E10 by a signal “D2” close (as different from when the 200 MHz harmonic is being processed), and the tuned filter changes over to 300 MHz owing to capacitance reduction (see diagram No. 3). In all the remaining positions (4 to 9) the filter remains tuned to 300 MHz; however, the multiplier is switched off, by signal “D1” a signal “D3” short-circuits the loading resistor in the coupling loop of the combiner.

9. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE OF INSTRUMENT

The BP 6400 converter is an instrument which does not require any special maintenance. It is recommended to protect the instrument from damage, (especially the contact strips and connectors on its back), from dust and other harmful influences of its surroundings. Therefore, it is best to keep the converter in its original case, if it is not in use for a lengthy period of time.

The fastening screw should be slightly lubricated if necessary with vaseline.

9.1. Spare parts for frequency converter BP 6400

Frequency divider	1AF 009 70
Beat amplifier	1AF 009 69
Multiplier 10/100 MHz	1AF 009 65
Mixer	1AF 009 72
Filter, 200 and 300 MHz	1AF 009 73
Filter, 400 to 900 MHz	1AF 827 27

Deska logiky	1AF 026 39	Плата логики	1AF 026 39	Board of the logic	1AF 026 39
Deska spínačů	1AF 009 55	Плата ключей	1AF 009 55	Board of switches	1AF 009 55
Deska společných obvodů	1AF 009 57	Плата общих цепей	1AF 009 57	Board of common circuits	1AF 009 57
Stabilizátor	1AF 009 74	Стабилизатор	1AF 009 74	Stabilizer	1AF 009 74
Vidlice	1AF 895 12	Вилка	1AF 895 12	Plug	1AF 895 12
Konektory na zadním panelu	1AF 896 03	Разъемы на задней панели	1AF 896 03	Connectors on back of plug-in unit	1AF 896 03
Upevňovací šroub	1AA 070 41	Крепежный винт	1AA 070 41	Fixing screw	1AA 070 41
Vidlice pro 3 zásuvné desky	1XF 895 32	Вилка для 3 выдвижных плат	1XF 895 32	Plug for 3 plug-in boards	1XF 895 32
Přepínač P1	1AN 519 15	Переключатель P1	1AN 519 15	Selector P1	1AN 519 15
Přepínač P2	1AN 559 66	Переключатель P2	1AN 559 66	Selector P2	1AN 559 66

10. POKYNY PRO OPRAVY

V tomto odstavci jsou uvedeny pokyny pro vyhledání závady v přístroji tak, aby bylo možno závadu lokalizovat na jeden z dílů přístroje.

Poněvadž většina obvodů přístroje je při zasunutí měniče do čítače nepřístupná, je třeba přístroj vysunout a propojit jej s čítačem dvěma kabely (A, B), které je třeba zhotovit z dvojice lišt (v příslušenství měniče). Příklad provedení kabelů je na obr. 10.

POZOR!

Při použití kabelů nesmí dojít k obrácení žádné z obou 24 nožových lišt, **jinak hrozí nebezpečí poškození čítače i měniče!** Je třeba dodržovat bezpečnostní opatření pro práci s přístroji, které jsou pod napětím (+90 V)!

10. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

В настоящем разделе даны принципы отыскания неисправности в приборе так, чтобы можно было определить местонахождение неисправности, ограничиваясь одним из узлов прибора.

Так как большинство цепей прибора при движении преобразователя в счетчик становится недоступным, то необходимо прибор выдвинуть и соединить его со счетчиком с помощью двух кабелей (A, B), которые необходимо создать с помощью пары разъемов (входящих в состав принадлежностей преобразователя). Пример исполнения кабелей показан на рис. 10.

ВНИМАНИЕ!

При использовании кабелей необходимо следить за тем, чтобы не перевернуть ни один из ножевых разъемов 24-х контактных ножевых разъемов. **В противном случае появляется опасность повреждения счетчика и преобразователя.** Нужно соблюдать меры безопасности для работы с приборами под напряжением (+90 В)!

10. INSTRUCTIONS FOR REPAIRS

Advice follows on how to seek the location of a defect in the instrument, in order to find the section concerned.

Since most of the circuits of the frequency converter are inaccessible when it is inserted in the basic instrument (BM 640 universal counter), for the purpose of inspection and repair, the plug-in unit must be slid out and interconnected with the counter by means of two cables (A, B) which have to be made locally and fitted with the contact strips supplied as accessories. An example of such cables is given in Fig. 10.

CAUTION!

Great care must be taken to avoid erroneous connection – the 24-blade connectors must not be turned round so as to prevent damage to the counter, as well as to the converter. All safety measures for work with instruments under voltage (+90 V) must be adhered to!

Schéma provedení prodlužovacích kabelů:

Схема удлинительных кабелей.

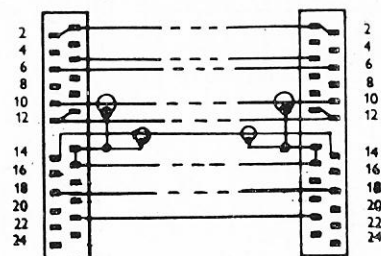
Extension cables:

Zásuvka
Розетка
socket
1XK 180 10

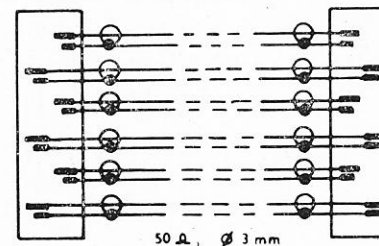
Vidlice
Вилка
plug
1XF 895 13

Zásuvka
Розетка
socket
1AK 182 48

Vidlice
Вилка
plug
1AF 896 03



A



B

Obr. 10 Рис. 10 Fig. 10

Jinak je nutno se omezit při zasunutém přístroji do čítače jen na přístupné části měniče (po odejmutí bočního a spodního krytu čítače BM 640).

V případě potřeby lze vyměnit celý vadný díl a nahradit jej novým. Jednotlivé díly lze objednat podle seznamu — viz kap. 9.1.

10.1. Seznam měřicích přístrojů

U předepsaných přístrojů je v případě, že existuje, uveden příklad přístroje tuzemské výroby. Je možno použít i přístroje s obdobnými parametry. Přitom je třeba se orientovat podle informací uvedených v tabulce nebo odstavci 10.4.

В противном случае при задвинутом приборе в счетчике необходимо ограничиться только доступными частями преобразователя (после снятия боковой и нижней крышек счетчика BM 640).

В случае необходимости можно заменить вышедший из строя блок новым. Отдельные блоки можно заказать поперечно — см. п. 9.1.

10.1. Перечень измерительных приборов

В перечне предписанных приборов указаны приборы отечественного производства, если такие имеются. Можно использовать и другие приборы с аналогичными параметрами. При определении прибора следует руководствоваться данными, приведенными в таблице или в разделе 10.4.

Without these cables, inspection, etc., is limited to those parts of the converter which are accessible when it is inserted in the counter (after removing the side and bottom covers of the BM 640 instrument).

If necessary, the defective part can be replaced by a spare one. Individual parts of the converter can be ordered according to the list — see chapter 9.1.

10.1. List of instruments required for repair work

In the following list of instruments required for carrying out repairs on the BP 6400 frequency changer, certain appropriate recommended instruments are mentioned. Obviously, any other types with equivalent parameters are applicable also. The measuring ranges utilized in repair work, and the required parameters, etc. are listed; more details about the requirements can be found in item 10.4.

Název přístroje Наименование аппарата Name of the instrument	Typ Тип Type	Využité parametry přístroje Используемые параметры прибора Used parameters of the instrument	Poznámka Примечание Note
vzorkovací osciloskop квартирующий осциллоскоп Sampling oscilloscope		kmitočtový rozsah do 1000 MHz диапазон частот до 1000 МГц frequency range up to 1000 MHz	Ize využít i pro měření napětí можно использовать и для измерения напряжений Can be also used for voltage measurements
osciloskop осциллоскоп Oscilloscope	TESLA BM 566 Тесла BM 566 TESLA BM 566	kmitočtový rozsah do 120 MHz citlivost 5 mV/dílek диапазон частот до 120 МГц, коэффициент отклонения 5 мВ/деление frequency range up to 120 MHz, sensitivity 5 mV/div.	
vf milivoltmetr милливольтметр ВЧ RF millivoltmeter	TESLA BM 495A Тесла BM 495A TESLA BM 495A	kmitočtový rozsah do 1000 MHz rozsah napětí 1 mV–10 V диапазон частот до 1000 МГц, диапазон напряжений 1 мВ - 10 В frequency range up to 1000 MHz, voltage range 1 mV to 10 V	
programovatelný generátor программный генератор Programmable generator	TESLA BM 576 Тесла BM 576 TESLA BM 576	kmitočtový rozsah 3–500 MHz výstupní impedance 50 Ω rozsah napětí 1 mV až 0,5 V/50 Ω stabilita kmitočtu диапазон частот 3 - 500 МГц, выходное сопротивление 50 Ом, диапазон напряжений 1 мВ - 0,5 В, 50 Ом, стабильность частоты frequency range 3 to 500 MHz, output impedance 50 Ω voltage range 1 mV to 0.5 V/50 Ω, high frequency stability	požadují se generátory v rozsahu 5–1000 MHz s krátkodobou stabilitou alespoň ± 1 Hz/100 ms a parazitní kmitočtovou modulací < 1 Hz/1 ms требуется генераторы для диапазона 5 - 1000 МГц, обладающие кратковременной стабильностью не хуже ± 1 Гц/100 мс и паразитной частотой required are: range of 5 to 1000 MHz, short term stability at least ± 1 Hz/100 ms and parasitic frequency modulation < 1 Hz/1 ms
signální generátor сигнал - генератор Signal generator		500–1000 MHz 500 - 1000 МГц frequency range 500 to 1000 MHz	pro překrytí zbytku kmitočtového pásma модуляцией < 1 Гц/1 мс для перекрытия оставшейся части диапазона частот (required for work at frequencies not covered by the above instrument)
logická sonda логический зонд Logic probe	TESLA BM 544 Тесла BM 544 TESLA BM 544		informativní měření v log. obvodech информативные измерения логических схем for informative measurements on logic circuits
univerzální měřicí přístroj универсальный измерительный прибор Universal measuring instrument	METRA DU 10 Метра ДУ 10 METRA DU 10	napětí v rozmezí 1 V–100 V proudy od 10 mA do 300 mA напряжение в пределах 1 В - 100 В токи от 10 мА до 300 мА voltage range 1 V to 100 V, currents from 10 mA to 300 mA	odpor na napětových rozsazích ≥ 50 kΩ/V сопротивление пределов напряжения ≥ 50 кОм/В resistance ≥ 50 kΩ/V
číslicový voltmetr цифровой вольтметр Digital voltmeter	METRA MT 100 Метра MT 100 METRA MT 100	přesnost 0,1‰ точность 0,1 ‰ accuracy 0.1 ‰	měření napájecího napětí ± 12 V измерение напряжения питания ± 12 В required for precise measurement of the powering voltages ± 12 V

10.2. Seznam dostavných prvků

Jednotka	Prvek	Účel dostavení
Spínače 1AF 009 55	R17, R18	Nastavení napětí varikapů V1, V2 pro naladění 900 MHz ve filtru 400–900 MHz
	R3, R4	doladění 800 MHz
	R5, R6	doladění 700 MHz
	R7, R8	doladění 600 MHz
	R9, R10	doladění 500 MHz
	R11, R12	doladění 400 MHz
Společné obvody 1AF 009 57	R27	Nastavení referenčního napětí komparátoru E8 pro výstup voltmetru v zesilovači zázneje
Násobič 10/100 MHz 1AF 009 65	C13	Vyvážení krystalového filtru 50 MHz
Dělič kmitočtu 1AF 009 70	R31	Nastavení citlivosti tvarovače
	R35	Nastavení tvaru impulsu
	R43	Nastavení šířky impulsu
	R48	Nastavení pracovního bodu klopného obvodu

10.2. Перечень элементов подстройки

Блок	Элемент	Цель подстройки
Ключи 1AF 009 55	R17, R18	установка напряжения на варикапах V1, V2 для настройки 900 МГц в фильтре 400 - 900 МГц
	R3, R4	подстройка 800 МГц
	R5, R6	подстройка 700 МГц
	R7, R8	подстройка 600 МГц
	R9, R10	подстройка 500 МГц
	R11, R12	подстройка 400 МГц
Общие схемы 1AF 009 57	R27	установка опорного напряжения компаратора E8 для выходного вольтметра в усилителе сигнала биений
Умножитель 10/100 МГц 1AF 009 65	C13	настройка кварцевого фильтра 50 МГц
Делитель частоты 1AF 009 70	R31	установка чувствительности каскада формирования
	R35	установка формы импульса
	R43	установка длительности импульса
	R48	установка режима работы триггера

10.2. List of adjusting elements

Unit	Element	Purpose
Switches 1AF 009 55	R17, R18	Adjustment of the voltage for the varicaps V1, V2 for tuning the 400 to 900 MHz filter to 900 MHz
	R3, R4	Fine tuning of 800 MHz
	R5, R6	Fine tuning of 700 MHz
	R7, R8	Fine tuning of 600 MHz
	R9, R10	Fine tuning of 500 MHz
	R11, R12	Fine tuning of 400 MHz
Common circuits 1AF 009 57	R27	Adjustment of the reference voltage Comparator E8 for the voltmeter output in the beat amplifier
Multiplier 10/100 MHz 1AF 009 65	C13	Balancing of the crystal filter of 50 MHz
Frequency divider 1AF 009 70	R31	Adjustment of the shaper sensitivity
	R35	Adjustment of the pulse shape
	R43	Adjustment of the pulse duration
	R48	Adjustment of the working point of the flip-flop circuit

10.3. Napětí a průběhy v kontrolních bodech

Kromě tohoto odstavce jsou uvedeny ještě hodnoty napětí a signálů přiváděných z čítače BM 640 — tabulka 1, a signály odvozené z přepínače P1 — tabulka 2 v odstavci 10.4.

10.3. Напряжения и сигналы в контрольных точках

Кроме этого раздела значения напряжений и форма сигналов, снимаемых со счетчика BM 640 — таблица 1 — и сигналов, снимаемых с переключателя P1 — таблица 2 — даны в разделе 10.4.

10.3. Voltages and waveforms on the test points

In addition to the data listed in this item, the values of the voltages and signals supplied by the BM 640 universal counter (Table 1.) and the signals derived from the selector P1 (Table 2.) are given also in item 10.4.

10.3.1. Stejnoseměrná napětí

Pokud není uvedeno jinak, rozumí se napětí bez střídavého signálu. (Na vstup měniče není přiveden signál a normál v čítači je vypnut.)

Měřeno přístrojem s $R_i = 50 \text{ k}\Omega/\text{V}$ (AVO II)

Uvedené hodnoty jsou informativní.

Díl-schéma Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Hodnota napětí Значение напряжения Voltage value	Poznámka Примечание Notes
Schéma 1 a 6 Схема 1 и 6 Diagram No. 1 and 6	E1	31 až 35 V $\pm 0,1$ V	při změně síťového napětí čítače $\pm 10\%$ při изменении напряжения сети счетчика $\pm 10\%$ At $\pm 10\%$ mains voltage variations of the counter
	\bar{k} k E _{ref} E _{komp}	-1,0 V +4,5 V +1,0 V 0 V	
Schéma 2 Схема 2 Diagram No. 2			
Směšovač Смеситель Mixer	E40/a	+(200—250) mV	
Zesilovač zázněje Усилитель сигнала биений Beat amplifier	E41/k E44/e	-(200—250) mV +0,65 V	
	E44/k E45/e E46/e E46/k E48/e E48/k	-10 V -10,6 V -11,4 V -2,5 V -11,3 V -1,5 V	

10.3.1. Постоянные напряжения

Если не оговорено другое, то подразумевается напряжение без переменного сигнала. (На вход преобразователя не подается сигнал и частотный эталон в счетчике выключен.)

Измерение осуществляется прибором с внутренним сопротивлением $R_i = 50 \text{ k}\Omega/\text{V}$ (AVO II).

Приведенные значения являются информативными.

Díl-schéma Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Hodnota napětí Значение напряжения Voltage value	Poznámka Примечание Notes
	E51/e E51/k E52/k E53/e E53/k E55/e E55/k	-0,6 V -10 V -10,7 V -11,4 V -2,1 V +0,75 V +1,75 V	V poloze přepínače „2“ в положении переключателя «2» Selector set to "2"
	E57/e E57/k E60/e	-11,5 V -2,1 V -2,35 V	
Automatické řízení šíře pásma Автоматическое управление шириной полосы Automatic bandwidth control	E7/e E7/k E4/e E4/k	+0,5 V +9,7 V 0 +12 V	
Dělič kmitočtu Делитель частоты Frequency divider	E8/e E8/k E11/e E12/e E12/k E16/e E17/e E17/k	-0,65 V -9,7 V -10,4 V -11,9 V +1,2 V -10,5 V -11,2 V -1 V	

10.3.1. DC voltages

Unless stated otherwise, all the DC voltages have to be understood without AC signal (i. e., the input of the frequency converter is without input signal and the standard of the universal counter is switched off). For the measurement, a voltmeter of $R_i = 50 \text{ k}\Omega/\text{V}$ (e. g., AVO II.) has to be employed. All the listed data are only informative.

Díl-schéma Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Hodnota napětí Значение напряжения Voltage value	Poznámka Примечание Notes
	E20/e	50 mV nebo (или - or) 350 mV	podle stavu tunelové diody в зависимости от состояния тунельного диода Depending on state of tunnel diode
	E24/e E24/k E27/k E29/e	+0,7 V +8 V -300 mV -0,7 nebo (или - or) - 1 V	podle stavu klopného obvodu в зависимости от состояния триггера Depending on state of flip-flop circuit
	E30/k E31/k	+0,95 V +0,95 V	
Schéma 3 Схема 3 Diagram No. 3 Násobič 10/100 MHz Умножитель 10/100 МГц Multiplier 10/100 MHz	Kolektory Коллекторы Collectors of E1, E2, E3, E4, E7, E8	+12 V	
	Emitory Эмиттеры Emitters of E1 - E8	-0,6 V	
Schéma 5 Схема 5 Diagram No. 5 Spínač 400 MHz až 900 MHz Ключ 400 - 900 МГц Switch 400 to 900 MHz	E13/k	-1,4 V	To jsou současně napětí všech bází tranzistorů kromě dvojice, která je sepnuta. Napětí na V1, V2 — viz tabulka v bodě 10.2.2. Это одновременно

Díl-schéma Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Hodnota napětí Значение напряжения Voltage value	Poznámka Примечание Notes
			např. напряжения на всех базах транзисторов кроме пары, которая включена. Напряжения V1, V2 — см. таблицу в пункте 10.2.2. Simultaneously on bases of transistors besides pairs which are closed. Voltage on V1, V2 — see Table 2 in item 10.2.2.
Schéma 6 Схема 6 Diagram No. 6 Spínače 200, 300 MHz Ключи 200, 300 МГц Switches 200, 300 MHz	E1/k E2/k E3/k E4/k E5/k	-13,3 V -12 V -12 V +0,8 V +1,4 V	přerínač v poloze „2“ переключатель в положении «2» Selector set to „2“ přerínač v poloze „2“ nebo „3“ переключатель в положении «2» или «3» Selector set to „2“ or „3“ přerínač v poloze „2“ nebo „3“ переключатель в положении «2» или «3» Selector set to „2“ or „3“
Zpoždovací obvod nulování Задержка - схема сброса Zeroizing delay circuit	E6/k	+200 mV	nulování v čítači vypnuto сброс в счетчике выключен Zeroizing of counter switched off

Díl-schéma Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Hodnota napětí Значение напряжения Voltage value	Poznámka Примечание Notes
Komparátor Компаратор Comparator	E7/k E9/a E12/a E11/k	+4,2 V +5,6 V +1,0 V 0 V	
Pomocný spínač pro „9“ Вспомогательный ключ для «0» Auxiliary switch for "9"	E9/k E10/k	+50 mV -1,4 V	Zapnuto „9“ включено «9» "9" switched on

10.3.2. Napětí vf signálů

Měřeno vf voltmetrem

10.3.2. Напряжение сигналов ВЧ

Измеряется вольтметром ВЧ.

10.3.2. Voltages of RF signals

Measured by an RF voltmeter

Schéma-díl Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Hodnota napětí Значение напряжения Voltage value	Poznámka Примечание Notes
Schéma 2 Схема 2 Diagram No. 2 Směšovač Смеситель Mixer	E40/k	40 ÷ 70 mV	podle nastavené harmonické 200—900 MHz в зависимости от установленной гармоники 200 - 900 МГц Depending on set harmonic 200 to 900 MHz

Díl-schéma Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Hodnota napětí Значение напряжения Voltage value	Poznámka Примечание Notes
Zesilovač zázněje Усилитель сигнала биений Beat amplifier	E48/k E53/k	15 mV 200 mV	$f_z = 20$ MHz U_{vst} na C44 = 1 mV Normál v čítači vypnut $f_z = 20$ MHz U_{vxoA} na C44 = 1 mV Эталон в счетчике включен U_{in} on C44 = 1 mV Standard in counter switched off
Automatické řízení šíře pásma Автоматическое управление шириной полосы пропускания Automatic bandwidth control	E7/k	430 mV	$f_z = 20$ MHz U_{vst} na C44 = 1 mV Normál v čítači vypnut $f_z = 20$ MHz U_{vxoA} na C44 = 1 mV Эталон в счетчике выключен U_{in} on C44 = 1 mV Standard in counter switched off
Dělič kmitočtu Делитель частоты Frequency divider	E16/e	150 mV	Na vstupu $U_{vst} = 30$ mV $f = 50$ MHz На входе $U_{vxoA} = 30$ mV $f = 50$ МГц On input $U_{in} = 30$ mV $f = 50$ MHz
Schéma 3 Схемы 3 Diagram No. 3 Násobič 10/100 MHz s filtry Умножитель 10/100 МГц с фильтрами Multiplier 10/100 MHz with filters	E1/k E2/k E3/k E4/k E6/k E7/k E8/k E12/a	1,35 V 0,45 V 0,9 V 1,5 V 3 V 2,3 V 7,5 V 0,4 V	Na vstupu 50,000 MHz (±500 Hz) $U_{vst} = 250$ mV На входе 50,000 МГц (±500 Гц) $U_{vxoA} = 250$ mV On input 50.000 MHz (±500 Hz) $U_{in} = 250$ mV

10.3.3. Osciloskopické průběhy

Měřeno sampling osciloskopem do 1000 MHz s vysokoohmovou sondou, nf průběhy měřeny osciloskopem do 20 MHz.

10.3.3. Осциллограммы напряжений

Измеряется квантирующим осциллоскопом до 1000 МГц с высокоомной головкой. Сигналы ВЧ измеряются с осциллоскопом до 20 МГц.

10.3.3. Oscilloscopic waveforms

The following signal shapes should be obtained by means of sampling oscilloscope up to 1,000 MHz by the use of a high-resistance probe; AF waveforms by an oscilloscope up to 20 MHz.

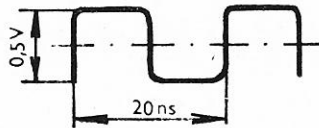
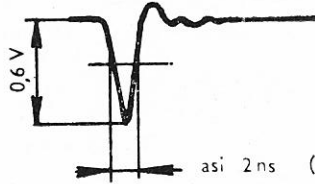
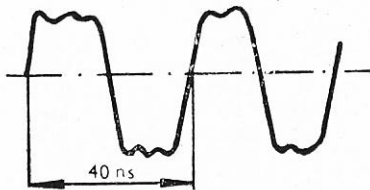
Schéma-díl Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Tvar signálu Форма сигнала Signal shape	Poznámka Примечание Notes
Schéma 2 Dělič kmitočtu Схема 2 Делитель частоты Diagram No. 2 Frequency divider	E19/a E27/k		$f = 50 \text{ MHz}$ $U_{vst} = 50 \text{ mV}$ $f = 50 \text{ МГц}$ $U_{vxoд} = 50 \text{ mВ}$ $f = 50 \text{ MHz}$ $U_{in} = 50 \text{ mV}$
			asi 2 ns (asi - пригл. - approx.)
	E 31a		

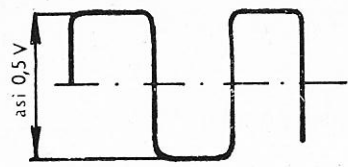
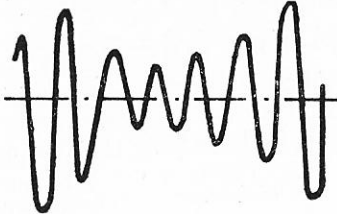
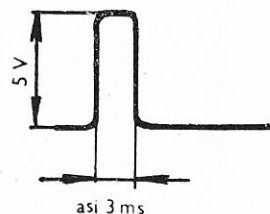
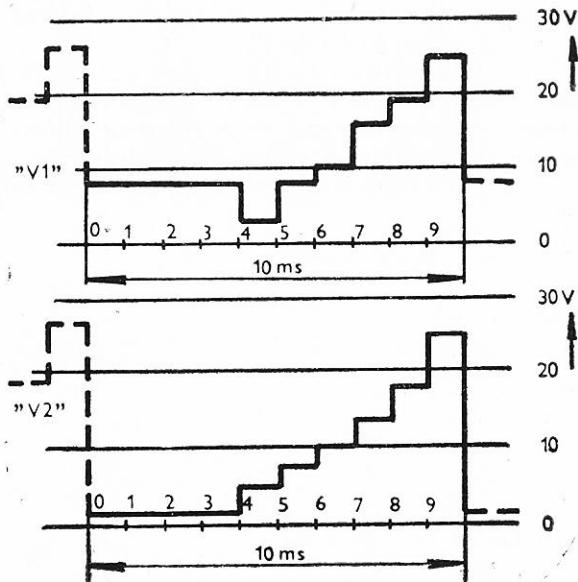
Schéma-díl Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Tvar signálu Форма сигнала Signal shape	Poznámka Примечание Notes
Schéma 2 Zesilovač zázněje Схема 2 Усилитель сигнала биений Diagram No. 2 Beat amplifier	E 55/e		$f = 20 \text{ MHz}$ při plném přebuzení zesilovače $f = 20 \text{ МГц}$ при полном перевозбуждении усилителя $f = 20 \text{ MHz}$ at full driving
Schéma 3 Násobič 10/100 MHz Схема 3 Умножитель 10/100 МГц Diagram No. 3 Multiplier 10/100 MHz	E 2/k		
Schéma 1 Prodloužený nulovací impuls Схема 1 Удлиненный импульс сброса Diagram No. 1 Extended zeroizing pulse	„ S “		na čítači minimální doba indikace na счетчике минимальное время индикации Minimum duration of counter display

Schéma-díl Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Tvar signálu Форма сигнала Signal shape	Poznámka Примечание Notes
--	--	---	---------------------------------

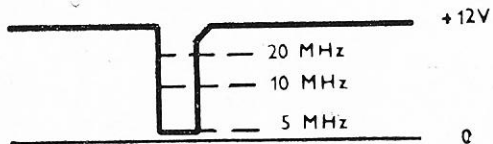
Schéma 1
Výstup na
varikapu
Схема 1
Выход
к варикапам
Diagram
No. 1
Output to
varicaps



30V
20
10
0
10 ms

Poloha přepínače „AUT“, Casová základna čítače 1 ms
Минимальная длительность индикации
Сигнал на входе переключателя не присоединен
Положение переключателя «АВТ.»
Интервал измерения счетчика 1 мс.
Минимальное время индикации
Сигнал на вход преобразователя не подается.
Selector set to "AUT"
Counter time base 1 ms
Minimum display duration
No signal connected

Schéma 2
Схема 2
Diagram No. 2
Коллектор E7
Коллектор E7
Collector E7



$f_x = 405, 410, 420 \text{ MHz}$

Schéma-díl Блок - Схема Part-Diagram	Měřicí bod Точка измерения Measuring point	Tvar signálu Форма сигнала Signal shape	Poznámka Примечание Notes
--	--	---	---------------------------------

Schéma 1
Výstupy z čítače n
Схема 1
Выходы счетчика n
Diagram No. 1
Outputs of the n - counter

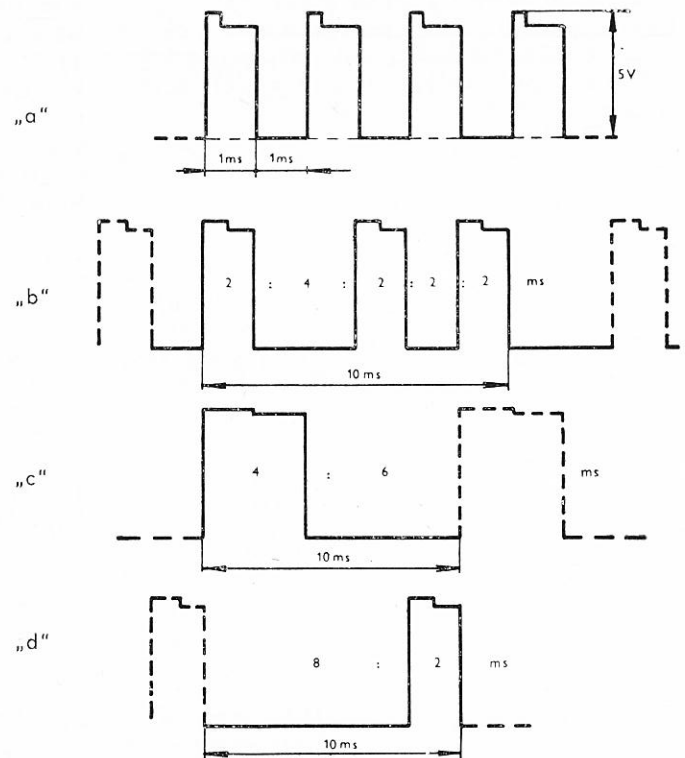
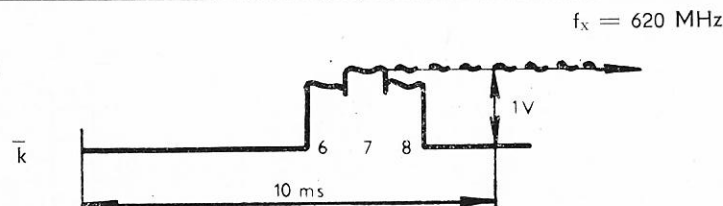


Schéma 1
Схема 1
Diagram No. 1



$f_x = 620 \text{ MHz}$

10.4. Postup při hledání závad v přístroji

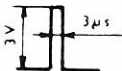
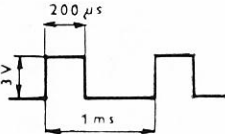
10.4.1. Při nesprávné funkci přístroje je třeba nejprve zkontrolovat základní funkce čítače BM 640, napájecí napětí a signály, které měnič z čítače odebírá (podle tabulky 1). Kontrolu čítače je třeba provést podle pokynů v návodu čítače. Některé bližší pokyny pro kontrolu čítače jsou uvedeny u jednotlivých závad v měniči.

Tabulka 1

10.4. Порядок работы при отыскивании неисправностей прибора

10.4.1. При неправильной работе прибора сначала необходимо проверить основной режим работы счетчика BM 640 напряжения питания и сигналы, которые передаются от счетчика на преобразователь (по таблице 1). Контроль счетчика следует осуществить в соответствии с инструкцией по счетчику. Некоторые более подробные указания по контролю счетчика приведены в описании отдельных неисправностей преобразователя.

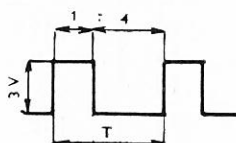
Таблица 1

Kontrolovaná hodnota Контролируемое значение Checked value	Správný údaj Правильное показание Correct magnitude	Poznámka Примечание Notes
+12 V -12 V +5 V „+90 V“	12 ±0,1 V -12 ±0,1 V 5 V ±5% ₀ 90-100 V	při napětí sítě 220 V ±1% ₀ naprázdno, při odběru měniče asi 70 V при напряжении сети 220 В ±1% ₀ при холостом ходе. При нагрузке в виде преобразователя прил. 70 В At mains voltage of 220 ±1% ₀ under no load; approx. 70 V when loaded by the changer
Nulovací impuls Импульс сброса Zeroizing pulse		měřeno osciloskopem измеряется осциллоскопом To be measured with oscilloscope
1 ms 1 мс 1 ms		měřeno osciloskopem измеряется осциллоскопом To be measured with oscilloscope

10.4. Procedure for searching for defects

10.4.1. Test of basic instrument
If the setup operates incorrectly, then first of all it is necessary to test the BM 640 universal counter in all its basic modes of operation, the powering voltages and signals supplied by it (according to Table 1). This test has to be carried out according to the advice given in the instruction manual of the counter. Certain detailed instructions for testing the counter are also given further on, where possible defects of the converter are mentioned.

Table 1

Kontrolovaná hodnota Контролируемое значение Checked value	Správný údaj Правильное показание Correct magnitude	Poznámka Примечание Notes
Časová základna Развертка времени Time base		měřeno osciloskopem, T podle nastavení časové základny v čítači измеряется осциллоскопом, T в зависимости от установки схемы импульсов времени на счетчике To be measured with oscilloscope, T depending on selected time base of counter

Jestliže předchozí naměřené hodnoty jsou správné a měnič nepracuje, je třeba provést následující kontroly:

10.4.2. Kontrola funkce v jednotlivých ručně nastavených polohách

Provádí se bez připojeného signálu na vstup — na čítači tlačítko „D“ a časová základna 1 ms, opakování měření.

P2 stisknuto v poloze dělič (5—210 MHz). Indikace hradla musí opakovaně blikat. Výstup přepínače P2 D/M je 0 V. Při přepnutí P1 do polohy AUT platí v tomto případě v měřicích bodech v následující tabulce 2 hodnoty uvedené v řádku AUT.

Při stisknutí tlačítka P2 do polohy „měnič“ (210—1000 MHz) platí pro jednotlivé polohy P1 hodnoty uvedené v řádcích 2—9. V poloze AUT měnič vyhledává periodicky záněj a hodnoty v jednotlivých bodech se časově (s periodou 10 ms) mění podle jednotlivých hodnot pro $n = 0-9$

Если предшествующие измеренные значения правильны и преобразователь не работает, то необходимо осуществить следующий контроль:

10.4.2. Контроль работы в отдельных положениях, установленных вручную

Он осуществляется без подачи сигнала на вход — на счетчике кнопка «D» и интервал измерения 1 мс, повторения измерения.

Кнопка P2 нажата в положении «делитель» (5 - 210 МГц). Индикатор отпирания вентиля должен периодически мигать. Выход переключателя P2 D/M равен 0. При переключении P1 в положение АВТ. значения напряжений в точках измерения должны соответствовать данным нижеследующей таблицы 2 в строке АВТ.

При нажатии кнопки P2 в положении «преобразователи» (210 - 1000 МГц) для отдельных положений P1 соответствуют значения, приведенные в строках 2 - 9; в положении АВТ преобразователь ищет периодически сигнал биений и значения в отдельных точках для отдельных значений $n = 0-9$ (значения для $n = 1$ аналогичны как и для $n = 0$) мож-

If all the checked values are correct, but the converter operates unsatisfactorily, then the following tests have to be carried out:

10.4.2. Checking function of manual selector

This test has to be carried out without connecting an input signal, with push-button “D” of the counter depressed and 1 msec time base and repetitive measurement selected.

Selector P2 of the changer has to be set to “Divider” (5 to 210 MHz). The pilot lamp of the gate must flicker repeatedly. The output of selector P2 (D/M) is 0 V. With P1 set to “AUT”, the data in the first line of the following Table 2 are valid and must be measurable on the tabulated test points.

With the selector P2 changed over to “Charger” (210 to 1000 MHz), the data tabulated in the individual lines 2 to 9 are valid. When P1 is set to “AUT”, the changer searches for the beat frequency automatically and periodically; the values on the individual points (s period 10 ms) alter, depending on the individual values of $n = 0$ to

(hodnoty pro $n = 1$ jsou shodné jako pro $n = 0$) — možno kontrolovat osciloskopem.

но контролировать с помощью осциллографа (с периодом 10 мс).

9 (the values at $n = 1$ are equal to those at $n = 0$), as can be checked with an oscilloscope.

Tabulka 2

Таблица 2

Table 2

Harmonická Гармоника Harmonics	1) A	1) B	1) C	1) D	2) V1 [V]	2) V2 [V]	„D1“ [V]	„D2“ [V]	„D3“ [V]	A/M [V]	„G. S.“ [V]
AUT	0	0	0	0	6.6	1.1	+12	+12	+12	5	+2.7
2	0	1	0	0	6.6	1.1	0	+12	-12	0	+2.7
3	1	1	0	0	6.6	1.1	0	-12	-12	0	+2.7
4	0	0	1	0	2.3	2.3	+12	-12	+12	0	+2.7
5	1	0	1	0	6.5	6.7	+12	-12	+12	0	+2.7
6	0	1	1	0	9.1	9.4	+12	-12	+12	0	+2.7
7	1	1	1	0	14.6	14.7	+12	-12	+12	0	+2.7
8	0	0	0	1	16.5	16.6	+12	-12	+12	0	+2.7
9	1	0	0	1	2.2	22.3	+12	-12	+12	0	+2.7

1,8; 3,2

Poznámka:

1. $\log. 0 = 0$
 $\log. 1 = +5 \text{ V}$
2. Jen orientační napětí — možno dostavit trimrem na maximum záněje při nastavení harmonické.

10.4.3. Kontrola děliče kmitočtu a obvodu prodloužení intervalu $2 \times$

Pro správnou funkci měniče je předpokladem především spolehlivá funkce děliče, který je měniči předřazen. Při poruše funkce děliče může být závada:

- a) v samotném děliči kmitočtu
- b) v obvodu pro dvojnásobné prodloužení intervalu
- c) v trase mezi výstupem děliče a vstupem čítače „D“ (zvláštní vstup uvnitř čítače pro výstup zásuvné jednotky).

Примечание:

1. лог. 0 = 0
лог. 1 = +5 В
2. Только ориентировочное напряжение — можно установить подстроечным сопротивлением по максимуму сигнала биений при установленной гармонике.

10.4.3. Контроль делителя частоты и цепи удлинения интервала в два раза

Условием правильной работы преобразователя является, в первую очередь, надежная работа делителя, который установлен перед преобразователем. При неисправности делителя повреждение может быть:

- a) в самом делителе частоты
- б) в схеме удвоения длительности интервала
- в) в трассе между выходом делителя и входом счетчика «D» (специальный вход внутри счетчика для выхода выдвижного блока).

Notes:

1. $\log 0 = 0$
 $\log. 1 = +5 \text{ V}$
2. Voltage for orientation only — it can be adjusted to maximum beat by means of a trimmer when the harmonic is set.

10.4.3. Checking frequency divider and circuit for doubling of internal duration

A prerequisite for the correct operation of the frequency converter is primarily the reliable operation of the divider which is in front of the converter proper. In the case of malfunctioning of the divider, the defect can be located:

- a) in frequency divider itself
- b) in circuit for doubling of interval
- c) in path between divider output and “D” input of counter (special input of counter for output of plug-in unit)

Správnou funkci děliče je možno ověřit proměřením jeho citlivosti v rozsahu 4 až 215 MHz (kmitočty voleny namátkově, případně v oblasti, kde je podezření na chybnou funkci). Dělič musí správně pracovat v rozmezí vstupních signálů asi 30 mV až 0,5 V_{ef}. Zejména je nutné (pro funkci měniče), aby dělič měl nejen správnou funkci při malých signálech, ale pracoval spolehlivě při přebuzení v uvedeném rozmezí až do 0,5 V_{ef}.

Tuto kontrolu je vhodné provést při všech časových základnách v čítači od 1 μs do 1 s a případně se přesvědčit, zda je výsledná časová základna 2 μs až 2 s správná, a to porovnáním průběhů na osciloskopu v bodě „IH“, kde je časová základna čítače, a „IH×2“, kde je výsledný dvojnásobek (spouštěný nulováním). Při 2 s lze již interval změřit např. stopkami. Při nesprávném intervalu je vada buďto v příslušném obvodu na desce logiky I, nebo v obvodu prodloužení nulovacího impulsu na desce III. Pokud čítač ukazuje přesně dvojnásobek kmitočtu (ovšem při vstupním kmitočtu jen asi do 120 MHz), může být vada v klopném obvodu děliče nebo v předchozím tvarovači impulsu, na jehož výstupu je nevhodný tvar impulsu.

Pokud čítač ukazuje jen nízký údaj nebo samé nuly (při opakovaném otevírání hradla), může jít o poruchu v trase mezi děličem a čítačem nebo poruchu vstupu čítače pro signály ze zásuvné jednotky.

Pro ověření funkce děliče je v tomto případě vhodné měřit vstupní napětí děliče osciloskopem

Правильную работу делителя можно проверить, измеряя его чувствительность в диапазоне частот 4 – 215 МГц (частоты выбираются случайно или в области, где существует подозрение на неправильную функцию). Делитель должен правильно работать в диапазоне входных сигналов прибл. в пределах от 30 мВ до 0,5 В эфф. Особенно необходимо (для работы преобразователя) является то, чтобы делитель работал надежно не только при малых сигналах, но при возбуждении в указанном диапазоне вплоть до 0,5 В эфф. Этот контроль целесообразно осуществить при всех временных сигналах в счетчике, начиная от 1 мкс и кончая 1 с, а также целесообразно убедиться в том, что результирующий интервал измерения является правильным, т. е. составляет 2 мкс – 2 с, в чем можно убедиться путем сравнения осциллограмм на экране осциллографа «IH», где имеется импульс интервала измерения счетчика, и «IHx2», где имеется удвоенное значение импульса (запуск осуществляется при сбросе). Интервал измерения 2 с можно измерять, например, с помощью секундомера. При неправильном интервале неисправность имеет место в соответствующей цепи на плате логики I или в цепи удлинения импульса сброса на плате III. Если счетчик показывает точно удвоенное значение частоты (однако, при входной частоте только прибл. до 120 МГц), то неисправность может иметь место в триггере делителя или в предшествующей схеме формирования импульса, на выходе которой имеется импульс неправильной формы. Если счетчик дает заниженные результаты или одни нули (при повторном открывании вентиля), то может иметь место неисправность в трассе между делителем и счетчиком или неисправны цепи входа счетчика, передающие сигналы из выдвижного блока.

Для проверки работы делителя в этом случае целесообразно измерять выходное напря-

The operation of the divider can be checked for correctness by measuring its sensitivity within the range of 4 to 215 MHz (the frequencies can be selected at random or in the region where the defect is suspected). The divider must operate correctly within the input signal range of 30 mV to 0.5 V RMS. It is especially essential that the divider operates correctly not only at low signals, but also when it is loaded up to the 0.5 V RMS limit.

This test should be carried out with all the time base speeds of the counter selected successively, i. e., from 1 μsec to 1 sec; it is also advisable to ensure that the time bases within the range 2 μsec to 2 sec are correct by measuring with an oscilloscope the waveforms at point "IH", where the time base of the counter is measurable, and at point "IH × 2" where the interval is double (triggered by zeroizing); the speed 2 sec can be measured, e. g., with a stop watch. If the interval is incorrect, the defect is either in the respective circuit on board I. of the logic circuits, or in the circuit for stretching the zeroizing pulse on board III. If the counter displays exactly the doubled frequency (naturally only up to 120 MHz input frequency), then the defect can be in the flip-flop circuit of the divider or in the pulse shaping circuit in front of it, on the output of which the pulse is of incorrect shape.

If the counter displays too low a value or only 0 figures (at repeated opening of the gate), then the defect can be in the path between the divider and the counter, or the input of the counter is defective as far as signals arriving from the converter are concerned. In such a case, it is advisable to measure the output voltage of the di-

a přesvědčit se, má-li výsledný signál poloviční kmitočet než signál vstupní. Je-li tato podmínka splněna, je závada za děličem, v případě že ne, je závada v děliči.

10.4.4. Kontrola měniče při ručním nastavení

Funkci vř obvodů měniče lze nejlépe ověřit při ručně nastaveném zázněji přepínačem. Měří se kmitočty v pásmu 210 až 1000 MHz. Přitom je vhodné měřit kmitočet i doplňkovým záznějem s vyšší harmonickou a provést potřebnou kontrolu — viz bod 6.3.2.2.

Pro ověření funkce měniče je třeba použít generátoru s dobrou krátkodobou stabilitou tak, aby po sobě následující údaje čítače při měřeném intervalu 1 ms až 100 μ s se nelišily o více než ± 1 kmit (dva sousední údaje). Tuto skutečnost je třeba u měniče ověřit v celém rozsahu 200 až 1000 MHz. Správnou funkci měniče je možno posoudit z následujících znaků:

- a) čítač počítá (i doplňkové zázněje) v rozsahu napětí 50 mV až 0,5 V_{ef} (viz bod 6.3.2.2.) v celém kmitočtovém rozsahu (pozor na nežádoucí amplitudovou modulaci při větších napětích)
- b) Typický průběh citlivosti při $f_z = 50$ MHz odpovídá následujícímu grafu. (Obr. 11.)
- c) Typický průběh citlivosti při $f_z = 500$ MHz ($f_x = 500$ až 620 MHz) a zázněji v rozsahu 5

жение делителя с помощью осциллоскопа и убедиться в том, что частота сигнала на выходе в два раза ниже частоты входного сигнала. Если это условие выполняется, то неисправность имеет место в схеме за делителем, а в противном случае — неисправность в делителе.

10.4.4. Контроль преобразователя при ручной установке

Работу цепей ВЧ преобразователя лучше всего проверить при вручную установленном сигнале биений с помощью переключателя. Измеряются частоты в диапазоне 210 - 1000 МГц. При этом целесообразно измерять частоту, используя дополнительный сигнал биений с высшей гармоникой и произвести необходимый контроль в соответствии с пунктом 6.3.2.2.

Для проверки работы преобразователя необходимо пользоваться генератором с высокой кратковременной стабильностью частоты так, чтобы два последующих показания счетчика при измерении интервала 1 мс - 100 мкс отличались друг от друга не более, чем на ± 1 колебание (два соседних показания). Это обстоятельство в случае преобразователя следует проверить во всем диапазоне частот от 200 до 1000 МГц. Правильную работу преобразователя можно оценить по нижеследующим признакам:

- a) счетчик считает (и дополнительные биения) в диапазоне напряжения 50 мВ - 0,5 В эфф. (см. пункт 6.3.2.2.) во всем диапазоне частот (осторожно - необходимо иметь ввиду возможное наличие амплитудной модуляции при больших напряжениях)
- б) типичная кривая чувствительности при $f_z = 50$ МГц показана на нижеследующем графике (рис. 11)
- в) типичная кривая чувствительности при $f_z = 500$ МГц ($f_x = 500 - 620$ МГц) и бие-

vider by means of an oscilloscope and to ensure that the final signal frequency is half that of the input. If this condition is met, then the defect is after the divider; if it is not met, then the defect is directly in the divider.

10.4.4. Checking of converter with manual control employed

The operation of the RF circuits can be tested best when the beat is set manually. Frequencies within the range 210 to 1,000 MHz have to be measured. It is advisable to carry out the measurement by using also a supplementary beat produced by a higher harmonic to carry out the necessary test; see item 6.3.2.2.

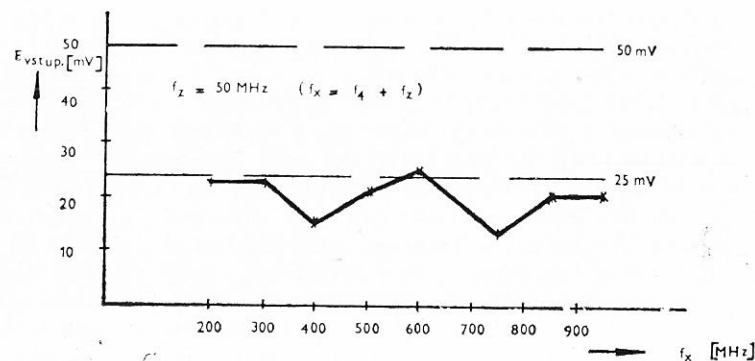
A generator of good short-circuit stability has to be employed for the test, so that with a measuring interval of 1 msec to 100 μ sec set, two displays following each other do not differ by more than 1 cycle. This fact must be verified over the whole range of 200 to 1,000 MHz. Correct operation of the frequency converter can be assessed as follows:

- a) The counter counts (also supplementary beats) within the voltage range of 50 mV to 0.5 V RMS (see item 6.3.2.2.), over the whole frequency range (harmful amplitude modulation at higher input voltages must be avoided).
- b) The sensitivity characteristic at $f_z = 50$ MHz tallies with the graph given in Fig. 11.
- c) The sensitivity characteristic at $f_z = 500$ MHz ($f_x = 500$ to 620 MHz) and the beat within

až 120 MHz odpovídá následujícímu grafu.
(Obr. 12.)

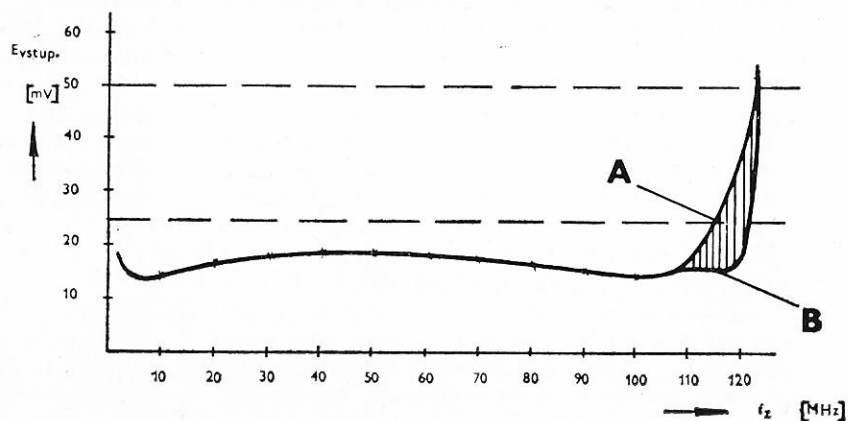
ний в диапазоне 5 - 120 МГц показана на
нижеследующем графике (рис. 12)

the range of 5 to 120 MHz tally with the graph
in Fig. 12.



E_{vstup}
 $E_{vход.}$
 $E_{in.}$

Obr. 11 Рис. 11 Fig. 11



E_{vstup}
 $E_{vход.}$
 $E_{in.}$

Obr. 12 Рис. 12 Fig. 12

A – při zvyšování f_z
A – при повышении f_z
A – with increasing f_z

B – při snižování f_z
B – при уменьшении f_z
B – with decreasing f_z

Nedostatečná citlivost měniče může mít několik příčin.

1. Nedostatečný signál pro vybuzení harmonických v generátoru spektra. Kontrolovat napětí v bodě „G. S.“ podle tabulky v bodě 10.4.2.

Недостаточная чувствительность преобразователя может быть вызвана несколькими причинами:

1. Недостаточный сигнал для возбуждения гармоник в генераторе спектра. Проконтролировать напряжение в точке «G.S.» по таблице, приведенной в пункте 10.4.2. Это на-

Insufficient sensitivity can have various causes, as follows:

1. The signal is too weak to produce the harmonics in the spectrum generator of the converter. The voltage at point "G. S." has to be checked according to Table 2 (item 10.4.2), as

Tato napětí mohou ovlivnit citlivost v rozsahu 400 až 1000 MHz, pro 200 a 300 MHz je třeba kontrolovat napětí na vstupu násobiče 100/200, 300 MHz, které má být asi 500 mV.

2. Nedoladěné harmonické — projeví se jen na některých harmonických. Citlivost na jednotlivých harmonických je možno dostavit na maximum nejlépe při nízkém záněji (asi 10 MHz), a to pro harmonické 200, 300 MHz doladěním filtru — při 200 MHz jádrem cívek, při 300 MHz kapacitním trimrem — několikrát opakovat pro 400 až 900 MHz dostavení příslušné dvojice keramických odporových trimrů na desce spínačů.

Doladění se provádí tak, že na výstup zesilovače záněje se připojí osciloskop a při nastaveném záněji 10 MHz se při zvolené harmonické nastaví příslušným shora uvedeným prvkem maximální výchylka na osciloskopu. Začíná se nejprve na harmonické 900 MHz.

3. Vada na směšovači, například vadná nebo nedoléhající jedna z obou diod — při vypnutí jedné diody klesne citlivost asi na polovinu.
4. Vada v zesilovači záněje, detektoru a komparátoru. Pokud není příčinou zhoršení citlivosti žádný z předchozích bodů, je možná závada v kanálu zesilovače záněje.

Zesílení zesilovače záněje je možno změřit ze vstupu — po odpojení přívodu ze směšovače — na výstup omezovače E55 (schéma 2). Na vstup

пряжение может оказать влияние на чувствительность в диапазоне частот 400 – 1000 МГц; для 200 и 300 МГц необходимо контролировать напряжение на входе умножителя 100/200, 300 МГц, которое должно быть приблизительно 500 мВ.

2. Недостаточная настройка на гармонику — проявляется только на некоторых гармониках. Чувствительность на отдельных гармониках можно установить максимальной лучше всего при низкой частоте биений (прибл. 10 МГц), а именно: для гармоник 200 – 300 путем подстройки фильтра, причем на частоте 200 МГц сердечником катушек, на частоте 300 МГц — подстроечным конденсатором. Процесс подстройки следует несколько раз повторить. Для частот 400 – 900 МГц следует подстроить соответствующую пару керамических подстроечных сопротивлений на плате ключевых схем.

Для проведения настройки к выходу усилителя сигнала биений подключается осциллоскоп и при устанавливаемой частоте биений 10 МГц при выбранной гармонике установить соответствующим вышеприведенным элементом максимальный размах сигнала на экране осциллоскопа. Начинается подстройка с гармоники 900 МГц.

3. Неисправность смесителя, например, негодный или недолегающий один из двух диодов, — при выключении одного диода чувствительность уменьшается приблизительно в два раза.
4. Неисправность усилителя сигнала биений, детектора и компаратора. Если причиной ухудшения чувствительности не является ни один из предшествующих пунктов, то возможная неисправность может иметь место в канале усилителя сигнала биений. Коэффициент усиления усилителя сигнала биений можно измерять со стороны входа после отключения вывода от смесителя

it can have an influence on the sensitivity within the range 400 to 1,000 MHz; at 200 and 300 MHz, it is necessary to check the voltage on the input of the 100/200, 300 MHz multiplier — the result should be approximately 500 mV.

2. The harmonics are not tuned properly. This defect may exhibit itself only at some of the harmonics. The sensitivity at each individual harmonic is readjustable to maximum best when the beat frequency is low (approximately 10 MHz). At the harmonics 200, 300 MHz, the filter has to be tuned — at 200 MHz with the coil core, at 300 MHz with the trimmer capacitor. The procedure must be repeated several times. At 400 to 900 MHz, the pertaining pair of ceramic trimmer resistors on the board of switches must be readjusted. For the purpose of returning the harmonics, an oscilloscope has to be connected to the output of the beat amplifier and then, with the 10 MHz beat set, at the selected harmonic, maximum deflection is set on the CRT screen with the appropriate above-mentioned fine-tuning element. The procedure has to be started with the 900 MHz harmonic frequency selected.

3. Defect in the mixer, e. g., defective or improperly inserted diode (diodes). When one of the diodes is disconnected, the sensitivity should drop to half of the original value.
4. Defect in the beat amplifier, detector or comparator. If the reduced sensitivity is not caused by any of the above-mentioned defects, then it can be due to a defect in the beat amplifier channel.

The gain of the beat amplifier can be measured after disconnecting the lead from the mixer to the output of the limiter E55 (diagram No.

se přivede 0,5 mV (vstupní impedance zesilovače je 50 Ω) při kmitočtu asi 50 MHz. Na výstupu má být asi 100 mV. Změnou kmitočtu lze zjistit průběh zesílení, které je rovnoměrné v rozsahu 5 až 120 MHz. Od 5 MHz níže klesá. Na konci pásma nad 120 MHz zesílení prudce poklesne.

Kontrola detektoru

Na výstupu detektoru a v bodě „k“ je bez signálu záporné předpětí diod asi -1,0 V. Přibližně stejné, ale kladné napětí je na komparátoru (schéma 6) $E_{ref} = 1,0$ V.

Celkové napětí referenční strany komparátoru „komp“ je asi 0 V. Přitom je na výstupu komparátoru log. 1 (asi +4,5 V). Při zvyšování napětí na výstupu zesilovače záněje se napětí „k“ blíží k nule. V okamžiku koincidence je rovno napětí „k“ napětí v referenční větvi, tedy prakticky nule. V tomto okamžiku komparátor překloupí a na výstupu „k“ se objeví asi -0,5 V (log. 0).

Při pozvolném zvyšování napětí f_z odpovídá uvedené koincidence napětí na výstupu zesilovače záněje asi 150 mV_{ef}. Při snižování napětí nastává zpětné překloupení při napětí f_z asi o 8% nižším vzhledem k nepatrné hysterezi komparátoru.

5. Kontrola obvodu automatické regulace šíře pásma zesilovače záněje.

в отношении к сигналу на выходе ограничителя E55 (схема 2). На вход подается 0,5 мВ (входное сопротивление усилителя составляет 50 Ом) на частоте прил. 50 МГц. На выходе должно быть напряжение прил. 100 мВ. Изменяя частоту, можно проверить частотную характеристику, которая является равной в диапазоне 5 - 120 МГц. Начиная с 5 МГц и ниже частотная характеристика падает. В конце диапазона на частотах свыше 120 МГц коэффициент усиления резко падает.

Контроль детектора

На выходе детектора и в точке «к» нет сигнала отрицательное напряжение диодов составляет прил. -1,0 В. Приблизительно такое же, но положительное напряжение имеет место на компараторе (схема 6) $E_{ref} = 1,0$ В.

Общее напряжение стороны сравнения компаратора составляет прил. 0 В. При этом на выходе компаратора имеется лог. 1 (прил. +4,5 В). При увеличении напряжения на выходе усилителя сигнала биений напряжение «к» стремится к нулю. В момент совпадения напряжения «к» равно напряжению в опорной ветви, т. е. практически нулю. В этот момент компаратор опрокидывается и на выходе появляется сигнал прил. -0,5 В (лог. 0). При медленном увеличении напряжения f_z указанному совпадению соответствует напряжение на выходе усилителя сигнала биений величиной прил. 150 мВ эфф. При уменьшении напряжения имеет место обратное опрокидывание при напряжении f_z которое приблизительно на 8% ниже в результате определенного гистерезиса компаратора.

5. Контроль схемы автоматической регулировки ширины полосы пропускания усилителя сигнала биений.

2). A voltage of 0.5 mV has to be applied at approximately 50 MHz frequency to the input of the amplifier, the input impedance of which is 50 Ω. The output voltage should be approximately 100 mV. The amplification at various frequencies can be ascertained by altering the frequency. The gain of the beat amplifier should be uniform within the range 5 to 120 MHz and suddenly drop below 5 MHz and above 120 MHz.

Check of detector

The operation of the detector can be checked for correctness as follows: The bias of the diodes is approximately -1.0 V when the output of the detector and the point "k" are without a signal. Approximately the same voltage, but of positive polarity, is on the comparator (diagram No. 6), $E_{ref} = 1.0$ V (approx. The total voltage at the reference side of the comparator "comp" is approximately 0 V. At the same time, log 1 (i. e., approx. +4.5 V) is on the output of the comparator. When the voltage on the output of the beat amplifier increases the voltage "k" approaches zero. At the instant of coincidence, the voltage is equal to that in the reference branch, i. e., practically zero. At this instant, the comparator reverses and log. 0, i. e., approximately -0.5 V, appears on the output. When the voltage f_z is increased slowly, a voltage of approximately 150 mV RMS on the beat amplifier output corresponds to the mentioned coincidence. When the voltage is reduced, back-reversing takes place at an f_z voltage lower by approximately 8% due to the hysteresis of the comparator.

5. Defect in the circuit for automatic bandwidth control in the beat amplifier. This circuit is on the same printed circuit board as the frequen-

Tento obvod je na společné desce s děličem kmitočtu (E7, E6, E5, E4, E3) – schéma 2. Nejlépe se lze přesvědčit o správné funkci měřením napětí na diodě E3 při změně kmitočtu f_z v rozmezí 3 až 120 MHz.

Dioda je uzavřena pro kmitočty vyšší než asi 30 MHz. Při kmitočtech nižších se začne otevírat (tomu odpovídá současně pokles napětí na kolektoru E4). V otevřeném stavu je na ní napětí asi +0,7 V, v uzavřeném nula. Pozorování průběhu na výstupu měniče (na nízkých f_z) a na emitoru E16 při měření kmitočtu $f_x \approx 610$ MHz lze posoudit zlepšenou kvalitou signálu (v bodě E16).

10.4.5. Kontrola automatického provozu

Provádí se v pásmu 210 až 1000 MHz v poloze „AUT“. Kmitočty se měří v uvedeném rozmezí a v rozmezí napětí („přizpůsobeného generátoru“) 50 až 500 mV. Zejména je vhodné měřit kmitočty v okolí, kde se přechází z jedné harmonické na další. Pokud jsou předchozí kontroly v pořádku a automatická funkce vykazuje poruchu, může být závada v příslušných obvodech desky logiky – čítači n. Zde je nejlépe provést osciloskopické měření v jednotlivých bodech, jak je uvedeno v odstavci 10.3.

10.5. Složitější opravy

Přístroj je výrobcem podroben přísné kontrole kvality součástí a nastavení obvodů. Vývojovému a výrobnímu procesu je věnována velká péče a

Эта схема расположена на общей плате с делителем частоты (E7, E6, E5, E4, E3) – схема 2. О правильной работе лучше всего убедиться путем измерения напряжения на диоде E3 при изменении частоты f_z в пределах 3 – 120 МГц.

Диод заперт для частот выше прибл. 30 МГц. При более низких частотах диод начинает открываться (чему соответствует одновременное уменьшение напряжения на коллекторе E4). В открытом состоянии на диоде имеется напряжение прибл. +0,7 В, в запертом состоянии 0. Путем наблюдения формы сигнала на выходе преобразователя (при низких f_z) и на эмиттере E16 при измерении частоты $f_x \approx 610$ МГц можно оценить повышенное качество сигнала (в точке E16).

10.4.5. Контроль автоматического режима работы

Контроль осуществляется в диапазоне частот 210 – 1000 МГц в положении «АВТ.». Частота измеряется в указанном диапазоне и в пределах напряжений («согласованного генератора») 50 – 500 мВ. Особенно целесообразным является измерять частоту в окрестности, где осуществляется переход от одной гармоники к другой. Если предшествующий контроль дал положительные результаты и прибор не работает в автоматическом режиме работы, то неисправность может иметь место в соответствующих цепях логики – в счетчике n. Здесь лучше всего произвести осциллоскопические измерения в отдельных точках в соответствии со сказанным в пункте 10.3.

10.5. Более сложные виды ремонта

На заводе-изготовителе прибор подвергается строгому контролю качества деталей и регулировки схем. Процессу разработки и производства уделяется большое внимание и в ряде

ci divider (diagram No. 2 – E7, E6, E5, E4, E3). The easiest way of ascertaining correct operation is to measure the voltage of diode E3 while altering the beat frequency f_z within the range of 3 to 120 MHz.

The diode is closed for all frequencies higher than approximately 30 MHz; at lower frequencies it opens gradually (at the same time the voltage on the collector of E4 drops). In the open state, the voltage on the diode is approximately +0.7 V, in the closed state, it is zero. The improved quality of the signal (on E16) can be assessed by observing the waveforms on the output of the converter (at low f_z frequencies) and on the emitter of E16 when the frequencies of $f_x = 610$ MHz (approx.) is being measured.

10.4.5. Checking of automatic operation

This check has to be carried out within the frequency range of 210 to 1,000 MHz with the selector in the position “AUT.”. The frequencies are measured at input voltages within the range 50 to 500 mV (with “matched generator”). It is advisable to measure frequencies close to those which cause transition from one harmonic to another.

If all the previous tests proved that the frequency converter is in order, but in automatic operation the instrument appears to be defective, then the fault can be in one of the logic circuits, and/or in the n-counter. In such a case, it is best to carry out the oscilloscopic tests described below.

10.5. More involved repairs

The instrument has been submitted by the makers to stringent test of the quality of the employed components and the alignment of its circuits. The greatest possible care has been devoted to the

v řadě případů je používáno speciálních technologických procesů, které mají zajistit udržení vlastností přístroje a dosažení odpovídající přesnosti. Přesto však během provozu vlivem stárnutí součástí, působením klimatických podmínek a event. i jiných vlivů se může vyskytnout závada, jež poruší funkci přístroje.

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

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

Přístroj zašlete na adresu:

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

Adresa servisu měřicích přístrojů (pro osobní styk):

TESLA Brno, k. p., Purkyňova 99,
612 45 Brno
Servis měřicích přístrojů, Mercova 8a,
612 45 Brno, tel. č. 558 18

11. POKYNY PRO DOPRAVU A SKLADOVÁNÍ

11.1. Doprava

Konstrukce obalu je řešena s ohledem na snížení nepříznivých vlivů během dopravy. Přístroje však musí být chráněny proti přímému vlivu počasí a působení teplot v rozsahu vyšším než -25°C až

slučaev используются специальные технологические процессы с целью обеспечения сохранения параметров прибора и достижения требуемой точности. Несмотря на это, в процессе эксплуатации из-за старения деталей, воздействия климатических условий и т. д. может появиться неисправность, которая нарушает работоспособность прибора.

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

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

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

11. УКАЗАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

11.1. Транспортировка

Конструкция тары создана с целью уменьшения неблагоприятного влияния на прибор во время транспортировки. Однако приборы должны быть защищены от прямого воздействия погоды и действия температуры за преде-

development and production and in many cases special production technology has been applied in order to attain the required properties of the instrument and ensure its accuracy. However, after lengthy operation, due to the natural ageing of components, atmospheric and climatic conditions, and also other possible adverse influences, a defect may occur which could impair the correct operation of the instrument.

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

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

Detailed information is available from:
KOVO, Foreign Trade Corporation,
2 Jankovcova,
170 88 Praha 7, Czechoslovakia

11. INSTRUCTIONS FOR TRANSPORT AND STORAGE

11.1. Transport

The packing of the instrument is designed with regard to reducing adverse influences during transport. However, the instrument must be protected from the direct influence of inclement weather and temperatures exceeding the

+55 °C. Krátkodobé zvýšení vlhkosti nemá na přístroj vliv.

11.2. Skladování

Přístroj lze skladovat v nezabaleném stavu v prostředí s teplotou od +5 °C do +40 °C při maximální relativní vlhkosti 80%. Při dlouhodobém skladování lze přístroj v továrním obalu skladovat v rozmezí -25 °C až +55 °C při relativní vlhkosti do 95%.

V obou případech je nutné skladované přístroje chránit proti povětrnostním vlivům uložením ve vhodných prostorách prostých prachu a výparů z chemikálií. Na přístroje nesmí být ukládán žádný další materiál.

12. ÚDAJE O ZÁRUCE

Na správnou funkci svých výrobků poskytuje k. p. TESLA Brno záruku v délce stanovené pro tuzemské zákazníky hospodářským zákoníkem č. 109/1964 Sb. ve znění č. 37/1971 Sb. (§§ 198, 135).

Podrobnější údaje o délce záruční doby jsou uvedeny v záručním listě.

Ze záruky jsou vyňaty diody E40, E41 ve směšovači, pokud dojde k jejich poškození překročením dovoleného vstupního napětí.

лами диапазона - 25 °C ÷ +55 °C. Кратковременное повышение влажности не оказывает влияния на прибор.

11.2. Хранение

Прибор можно хранить в неупакованном виде при температуре от +5 °C до +40 °C при максимальной относительной влажности 80%. При длительном хранении можно приборы хранить в заводской таре температуры от -25 °C до +55 °C при относительной влажности до 95%.

В обоих случаях следует хранить приборы защищать от воздействий погоды путем их установки в подходящих помещениях без пыли и химических испарений. На приборы не следует класть никакой другой материал.

12. 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. Из гарантии выняты диоды E40, E41 в смеси-теле, если их повредят нарушением допустимого входного напряжения.

range of -25 °C to +55 °C. Transitory increase of the relative humidity has no detrimental effect on the instrument.

11.2. Storage

When unpacked, the instrument can be stored in surroundings where the temperature is between +5 °C and +40 °C and where the relative humidity is maximum 80%. When packed in its original packing, the interface can be stored for any length of time at temperatures within the range of -25 °C to +55 °C at a relative humidity of up to 95%. In either case, the stored instrument must be protected against the direct influence of the weather by keeping it in a closed room which is free from dust and chemical fumes. No other material must be stacked on the stored instrument.

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.

Out of guarantee are the diodes E40, E41 in the mixer in case that their damaging occurs by overpassing the permissible input voltage.

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

Kmitočtový měnič
Преобразователь частоты
Frequency converter BP 6400

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	0.1 μF	32	+80 -20	TK 783 100n/Z
C2	Ceramic	0.1 μF	32	+80 -20	TK 783 100n/Z
C3	Electrolytic	5 μF	15	—	TE 984 5μOY - PVC
Ca	Ceramic	10 000 pF	32	+80 -20	TK 783 10n/Z

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Choke-coil	TL1	1AN 653 70			

Logika - I
Логика - I
Logic circuit - I (1AF 026 39)

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1, C2	Ceramic	0.1 μF	12.5	+80 -20	TK 782 100n/Z

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Integrated circuit IO1	DL020D	1AN 146 93
Integrated circuit IO5, IO6	MH7410	
Integrated circuit IO2	MH7490A	
Integrated circuit IO3	MH7404	
Integrated circuit IO4, IO9	MH7400	
Integrated circuit IO7	MH7420	
Integrated circuit IO8	MH7440	
Integrated circuit IO11	DL000D	1AN 146 88
Integrated circuit IO12	MH7472	

Spínače - II
Выключатели - II
Switching circuit - II (1AF 009 55)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Potentiometer	47 kΩ	0.5	—	TP 011 47k
R2	Potenciometer	47 kΩ	0.5	—	TP 011 47k
R3	Potentiometer	15 kΩ	0.5	—	TP 011 15k
R4	Potentiometer	15 kΩ	0.5	—	TP 011 15k
R5	Potentiometer	6.8 kΩ	0.5	—	TP 011 6k8
R6	Potentiometer	6.8 kΩ	0.5	—	TP 011 6k8
R7	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R8	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R9	Potentiometer	2.2 kΩ	0.5	—	TP 011 2k2
R10	Potentiometer	2.2 kΩ	0.5	—	TP 011 2k2
R11	Potentiometer	1 kΩ	0.5	—	TP 011 1k
R12	Potentiometer	1 kΩ	0.5	—	TP 011 1k

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm \%$	Standard CSSR
R15	Film	12 k Ω	0.25	5	TR 151 12k/B
R16	Film	12 k Ω	0.25	5	TR 151 12k/B
R17	Film	20 k Ω	0.25	5	TR 151 20k/B
R18	Film	20 k Ω	0.25	5	TR 151 20k/B
R19	Film	15 k Ω	0.25	5	TR 151 15/B
R20	Film	15 k Ω	0.25	5	TR 151 15k/B
R21	Film	6.8 k Ω	0.25	5	TR 151 6k8/B
R22	Film	6.8 k Ω	0.25	5	TR 151 6k8/B
R23	Film	3.3 k Ω	0.25	5	TR 151 3k3/B
R24	Film	3.3 k Ω	0.25	5	TR 151 3k3/B
R25	Film	1.8 k Ω	0.25	5	TR 151 1k8/B
R26	Film	1.8 k Ω	0.25	5	TR 151 1k8/B
R27	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470/B
R28	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470/B
R29	Film	3.9 k Ω	0.25	5	TR 151 3k9/B
R30	Film	390 Ω	0.25	5	TR 151 390/B
R31=R42	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R45	Film	1.5 k Ω	0.25	5	TR 151 1k5/B
R46=R57	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R58=R63	Film	390 Ω	0.25	5	TR 151 390/B

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor E1 + E12	KC147
Diode E13	KA206

Společné obvody - III Общие цепи - III Common circuits - III (1AF 009 57)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm \%$	Standard CSSR
R1	Film	390 Ω	0.25	5	TR 151 390/B
R2	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R3	Film	1.5 k Ω	0.5	5	TR 152 1k5/B

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm \%$	Standard CSSR
R4	Film	1.5 k Ω	0.5	5	TR 152 1k5/B
R5	Film	1.5 k Ω	0.5	5	TR 152 1k5/B
R6	Film	10 k Ω	0.25	5	TR 151 10k/B
R7	Film	390 Ω	0.25	5	TR 151 390/B
R8	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R9	Film	2.2 k Ω	0.5	5	TR 152 2k2/B
R10	Film	2.7 k Ω	0.5	5	TR 152 2k7/B
R11	Film	10 k Ω	0.25	5	TR 151 10k/B
R12	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R13	Film	3.9 k Ω	0.5	5	TR 152 3k9/B
R14	Film	100 Ω	0.25	5	TR 151 100/B
R15	Film	15 k Ω	0.25	5	TR 151 15k/B
R16	Film	1.5 k Ω	0.25	5	TR 151 1k5/B
R17	Film	33 k Ω	0.25	5	TR 151 33k/B
R18	Film	2.7 k Ω	0.25	5	TR 151 2k7/B
R19	Film	100 Ω	0.25	5	TR 151 100/B
R20	Film	10 k Ω	0.25	5	TR 151 10k/B
R21	Film	22 k Ω	0.25	5	TR 151 22k/B
R22	Film	82 k Ω	0.25	5	TR 151 82k/B
R23	Film	4.7 k Ω	0.25	5	TR 151 4k7/B
R24	Film	4.7 k Ω	0.25	5	TR 151 4k7/B
R25	Film	220 k Ω	0.25	5	TR 151 220k/B
R26	Film	3.3 k Ω	0.25	5	TR 151 3k3/B
R27	Potentiometer	470 Ω	0.5	—	TP 011 470
R28	Film	910 Ω	0.25	5	TR 151 910/B
R29	Film	330 Ω	0.25	5	TR 151 330/B
R30	Film	3.3 k Ω	0.25	5	TR 151 3k3/B
R31	Film	1.5 k Ω	0.25	5	TR 151 1k5/B
R32	Film	1.5 k Ω	0.25	5	TR 151 1k5/B
R33	Film	1.5 k Ω	0.25	5	TR 151 1k5/B
R34	Film	560 Ω	0.25	5	TR 151 560/B

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm \%$	Standard CSSR
C1	Ceramic	10 pF	40	10	TK 754 10p/K
C2	Ceramic	47 pF	250	10	TK 755 47p/K

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C3	Ceramic	0.15 μ F	12.5	+80 -20	TK 782 150n/Z
C4	Ceramic	0.15 μ F	12.5	+80 -20	TK 782 150n/Z
C5	Ceramic	27 pF	250	10	TK 755 27p/K
C6	Ceramic	8.2 pF	40	0.5 pF	TK 754 8p2/D
C7	Ceramic	0.15 μ F	12.5	+80 -20	TK 782 150n/Z

Further electrical components:

Component	Type - Value
Transistor E1, E3	KFY18
Transistor E2, E4, E5, E15	KC147
Transistor E6, E7	KSY62B
Integrated circuit E8	MAA502
Diode E9, E10	KA261
Diode E11, E12, E14, E16, E17, E18, E19	KA206
Diode E13	OA9

Násobič 10/100 MHz
Умножитель 10/100 МГц
Multiplier 10/100 MHz (1AF 009 65)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
R1	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R2	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470/B
R3	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R4	Film	22 Ω	0.125	10	TR 212 22R/K
R5	Film	220 Ω	0.25	5	TR 151 2k7/B
R6	Film	1.8 k Ω	0.25	5	TR 151 1k8/B
R7	Film	510 Ω	0.25	5	TR 151 510/B
R8	Film	1.8 k Ω	0.25	5	TR 151 1k8/B

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
R9	Film	2.7 k Ω	0.25	5	TR 151 2k7/B
R10	Film	220 Ω	0.25	5	TR 151 220/B
R11	Film	1.8 k Ω	0.25	5	TR 151 1k8/B
R12	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R14	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R15	Film	1.8 k Ω	0.25	5	TR 151 1k8/B
R16	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R17	Film	1.5 k Ω	0.25	5	TR 151 1k5/B
R18	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R19	Film	1.2 k Ω	0.25	5	TR 151 1k2/B
R20	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R35	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R36	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470/B

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C2	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C3	Polystyrene	470 pF	100	10	TC 281 470/A
C4	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C5	Polystyrene	1000 pF	100	5	TC 281 1k/B
C6	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C7	Ceramic	180 pF	40	10	TK 754 180p/K
C8	Ceramic	4.7 pF	40	0.5 pF	TK 754 4p7/D
C9	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C10	Ceramic	180 pF	40	10	TK 754 180p/K
C11	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C12	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C13	Trimmer	5 pF	400	-	WK 701 09
C14	Ceramic	8.2 pF	400	0.5	TK 656 8j2/E

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard CSSR
C15	Ceramic	22 pF	40	10	TK 754 22p/K
C16	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C17	Ceramic	180 pF	40	10	TK 754 180p/K
C18	Ceramic	180 pF	40	10	TK 754 180p/K
C19	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C20	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C21	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C25	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C26	Ceramic	56 pF	250	10	TK 755 56p/K
C27	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C28	Ceramic	3.3 pF	400	1	TK 656 3j3/D
C29	Ceramic	100 pF	40	10	TK 754 100p/K
C30	Ceramic	180 pF	40	10	TK 754 180p/K
C31	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C32	Ceramic	68 pF	250	10	TK 755 68p/K
C33	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C34	Ceramic	120 pF	40	10	TK 754 120p/K
C35	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C36	Ceramic	56 pF	250	10	TK 755 56p/K
C37	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C38	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C39	Ceramic	3300 pF	500	+50 -20	TK 588 3k3/Z
C40	Ceramic	3300 pF	500	+50 -20	TK 588 3k3/Z
C41	Ceramic	15 pF	400	10	TK 656 15/A
C42	Ceramic	3.3 pF	250	1	TK 755 3p3/F
C57	Ceramic	18 pF	250	10	TK 755 18p/K
C58	Ceramic	3.3 pF	400	0.5	TK 656 3j3/E

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard CSSR
C61	Ceramic	3.3 pF	250	1	TK 755 3p3/F
C62	Ceramic	56 pF	250	10	TK 755 56p/K
C63	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C64-C67	Ceramic	3300 pF	500	+80 -20	TK 588 3k3/Z
C69	Ceramic	6.8 pF	400	1	TK 656 6j8/D

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire \varnothing in mm
HF transformer	TR1	1AN 657 36	1-2 4-3 5-6	13 13 13	0.2 0.2 0.2
Coil	L1	1AK 605 90	3-4	9	0.355
Coil	L2	1AK 605 91	1-5	5	0.355
Choke-coil	TI3, TI4, TI8, TI9, TI12, TI15, TI17, TI19, TI21, TI23	1AN 652 41		45	0.2
Coil	L5	1AK 605 92	1-3	2	0.355
Coil	L6	1AK 605 93	1-5	2	0.355
Coil	L10	1AK 605 94	1-4	3	0.355
Coil	L13, L14	1AK 605 95	3-4	1	0.355
Coil	L16	1AK 605 96	1-4	1	0.355
Coil	L18	1AK 606 06	1-5		
Coil	L22	1AK 685 06			
Coil		1AK 605 97	3-4	1	0.5

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E1, E2, E3, E4, E6, E7, E8	KSY71	
Crystal PKJ		1AK 609 24

Zesilovač zázněje
Усилитель биения
Beat amplifier (1AF 009 69)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard CSSR
R78	Film	33 Ω	0.125	10	TR 112a 33/A
R79	Film	220 Ω	0.25	5	TR 151 220/B
R80	Film	3.9 k Ω	0.25	5	TR 151 3k9/B
R81	Film	22 Ω	0.125	10	TR 112a 22/A
R82	Film	240 Ω	0.25	5	TR 151 240/B
R83	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R84	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R85	Film	220 Ω	0.25	5	TR 151 220/B
R86	Film	6.8 k Ω	0.25	5	TR 151 6k8/B
R87	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R88	Film	100 Ω	0.25	5	TR 151 100/B
R89	Film	82 Ω	0.125	10	TR 112a 82/A
R90	Film	240 Ω	0.25	5	TR 151 240/B
R91	Film	3.9 k Ω	0.25	5	TR 151 3k9/B
R92	Film	22 Ω	0.125	10	TR 112a 22/A
R93	Film	240 Ω	0.25	5	TR 151 240/B
R94	Film	47 Ω	0.125	10	TR 112a 47/A
R95	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R96	Film	120 Ω	0.25	5	TR 151 120/B
R97	Film	3.3 k Ω	0.25	5	TR 151 3k3/B
R98	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470/B
R99	Film	100 Ω	0.25	5	TR 151 100/B
R100	Film	1.2 k Ω	0.25	5	TR 151 1k2/B
R101	Film	330 Ω	0.25	5	TR 151 330/B
R102	Film	12 k Ω	0.25	5	TR 151 12k/B
R103	Film	68 Ω	0.125	10	TR 112a 68/A
R104	Film	270 Ω	0.25	5	TR 151 270/B
R105	Film	22 k Ω	0.25	5	TR 151 22k/B
R106	Film	1.5 k Ω	0.25	5	TR 151 1k5/B
R107	Film	75 k Ω	0.25	5	TR 151 75k/B

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard CSSR
C44	Ceramic	2200 pF	250	20	TK 725 2n2/M
C45	Ceramic	22 000 pF	32	+80 -20	TK 783 22n/Z
C46	Ceramic	22 000 pF	32	+80 -20	TK 783 22n/Z
C47	Ceramic	39 pF	250	10	TK 755 39p/K
C48	Ceramic	680 pF	40	20	TK 794 680p/M
C49	Electrolytic	10 μ F	35	—	TE 005 10M
C50	Electrolytic	10 μ F	35	—	TE 005 10M
C51	Ceramic	18 pF	250	10	TK 755 18p/K
C52	Ceramic	2200 pF	250	20	TK 725 2n2/M
C53	Ceramic	10 pF	400	10	TK 656 10/A
C54	Ceramic	27 pF	250	10	TK 755 27p/K
C55	Ceramic	27 pF	250	10	TK 755 27p/K
C56	Ceramic	27 pF	250	10	TK 755 27p/K
C57	Ceramic	10 pF	400	10	TK 656 10/A
C58	Ceramic	22 000 pF	32	+80 -20	TK 783 22n/Z
C59	Ceramic	22 000 pF	32	+80 -20	TK 783 22n/Z
C60	Ceramic	27 pF	250	10	TK 755 27p/K
C61	Ceramic	680 pF	40	20	TK 794 680p/M
C62	Ceramic	6800 pF	40	+50 -20	TK 744 6n8/S
C63	Ceramic	1500 pF	250	20	TK 725 1n5/M
C64	Ceramic	150 pF	40	10	TK 754 150p/K
C65	Ceramic	22 000 pF	32	+80 -20	TK 783 22n/Z
C66	Ceramic	10 pF	400	10	TK 656 10/A
C67	Ceramic	3300 pF	40	+50 -20	TK 724 3n3/S
C69	Ceramic	33 000 pF	32	+50 -20	TK 783 33n/S
C70	Ceramic	6.8 pF	400	0.5	TK 656 6j8/E
C77	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C78	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Choke-Coil	Tl5, Tl6, Tl12, Tl13	1AN 652 41		45	0.2
Coil	L7	1AK 605 98	3—5	4	0.2
Coil	L8, L10	1AK 605 99	4—5	4	0.2
Coil	L9	1AK 606 00	1—4	4	0.2

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Diode E42, E43, E47, E49, E50, E56	KA261	
Transistor E44, E51	BF272 (KF272)	1AN 145 01.1
Transistor E45, E46, E48, E52, E53, E55, E57, E60	KSY71	
Diode E54	KA136	
Diode E58, E59	KA206	

Dělič kmitočtu
Делитель частоты
Frequency divider (1AF 009 70)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R1	Film	120 Ω	0.25	5	TR 151 120/B
R2	Film	100 kΩ	0.25	5	TR 151 M1/B
R3	Film	8.2 kΩ	0.25	5	TR 151 8k2/B
R4	Film	100 kΩ	0.25	5	TR 151 M1/B
R5	Film	33 Ω	0.125	10	TR 212 33R/K
R6	Film	22 Ω	0.125	10	TR 212 22R/K
R7	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k/B
R8	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R9	Film	33 Ω	0.125	10	TR 212 33R/K
R10	Film	820 Ω	0.25	5	TR 151 820/B
R11	Film	160 Ω	0.25	5	TR 151 160/B

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R12	Film	1.8 kΩ	0.25	5	TR 151 1k8/B
R13	Film	270 Ω	0.25	5	TR 151 270/B
R14	Film	10 kΩ	0.25	5	TR 151 10k/B
R15	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k/B
R16	Film	150 Ω	0.25	5	TR 151 150/B
R17	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470/B
R18	Film	58 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R19	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k/B
R20	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k/B
R21	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R22	Film	390 Ω	0.25	5	TR 151 390/B
R23	Film	18 kΩ	0.25	5	TR 151 18k/B
R24	Film	390 Ω	0.25	5	TR 151 390/B
R25	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R26	Film	150 Ω	0.25	5	TR 151 150/B
R27	Film	18 Ω	0.125	10	TR 212 18R/K
R28	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470R/B
R29	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R30	Film	680 Ω	0.25	5	TR 151 680/B
R31	Potentiometer	10 kΩ	0.5	—	TP 011 10k
R32	Film	3.3 kΩ	0.25	5	TR 151 3k3/B
R33	Film	680 Ω	0.25	5	TR 151 680/B
R34	Film	5.6 kΩ	0.25	5	TR 151 5k6/B
R35	Potentiometer	220 Ω	0.5	—	TP 011 220
R36	Film	1 kΩ	0.25	5	TR 151 1k/B
R37	Film	100 Ω	0.25	5	TR 151 100/B
R38	Film	47 Ω	0.125	10	TR 212 47R/K
R39	Film	470 Ω	0.25	5	TR 151 470/B
R40	Film	2.2 kΩ	0.25	5	TR 151 2k2/B
R41	Film	100 Ω	0.25	5	TR 151 100/B
R42	Film	3.9 kΩ	0.25	5	TR 151 3k9/B
R43	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R44	Film	470 Ω	0.5	5	TR 152 470/B
R45	Film	47 Ω	0.125	10	TR 212 47R/K
R46	Film	100 Ω	0.25	5	TR 151 100/B
R47	Film	470 Ω	0.5	5	TR 152 470/B
R48	Potentiometer	220 Ω	0.5	—	TP 011 220
R49	Film	150 Ω	0.25	1	TR 191 150R/F
R50	Film	150 Ω	0.25	1	TR 191 150R/F
R51	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard CSSR
R52	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R53	Film	2.2 k Ω	0.25	5	TR 151 2k2/B
R54	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R55	Film	330 Ω	0.5	5	TR 152 330/B
R56	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K
R57	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R58	Film	1 k Ω	0.25	5	TR 151 1k/B
R59	Film	330 Ω	0.5	5	TR 152 330/B
R60	Film	160 Ω	0.25	5	TR 151 160/B
R61	Thermistor	22 k Ω		—	NR - N1 - 22k
R62	Film	470 Ω	0.5	5	TR 151 470/B

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard CSSR
C1	Ceramic	3300 pF	40	20 +50	TK 724 3n3/M
C2	Ceramic	10 000 pF	40	-20	TK 744 10n/S
C3	Ceramic	270 pF	40	10	TK 754 270p/K
C4	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C5	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C6	Ceramic	4700 pF	40	20	TK 724 4n7/M
C7	Ceramic	3300 pF	40	20	TK 724 3n3/M
C8	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C9	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C10	Ceramic	27 pF	250	10	TK 755 27p/K
C11	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C12	Ceramic	18 pF	250	10	TK 755 18p/K
C13	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C14	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard CSSR
C15	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C16	Ceramic	470 pF	40	10	TK 794 470p/K
C17	Ceramic	1000 pF	250	+80 -20	TK 661 1k/RM
C18	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C19	Ceramic	12 pF	400	10	TK 656 12/A
C20	Ceramic	680 pF	250	+80 -20	TK 661 680/RM
C21	Ceramic	12 pF	400	10	TK 656 12/A
C22	Ceramic	8.2 pF	400	0.5	TK 656 8j2/E
C23	Ceramic	680 pF	250	+80 -20	TK 661 680/RM
C24	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C25	Ceramic	470 pF	40	20	TK 794 470p/M
C26	Ceramic	3300 pF	500	+80 -20	TK 588 3k3/RM
C27	Ceramic	3300 pF	500	+80 -20	TK 588 3k3/RM
C28	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C29	Ceramic	3300 pF	40	20	TK 724 3n3/M
C30	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C31	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C32	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of turns	Wire \varnothing in mm
Coil	L1	1AA 600 72	4	0.8
Coil	L2	1AA 600 74	2	0.8
Coil	L3	1AA 600 73	9	0.5

Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Diode E1, E2, E15, E18, E34, E35	KA206	
Diode E3, E32	KA136	
Transistor E4, E7, E11, E16, E20, E21, E22, E23, E24, E25, E29, E30	KSY71	1AN 114 14.1
Diode E5, E6	OA9	
Transistor E8	BF272 (KF272)	1AN 145 01.1
Diode E9, E10, E13, E14, E26	KA261	
Diode E19, E27, E28	GE134	
Transistor E12, E17, E31	BFY90	1AN 113 93
Diode E33	OA5	

Směšovač Смеситель Mixer (1AF 009 72)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
R70	Film	82 Ω	0.25	10	TR 151 82/A
R71	Film	6.8 k Ω	0.25	5	TR 151 6k8/B
R72	Film	39 k Ω	0.25	5	TR 151 39k/B
R73	Film	10 Ω	0.25	10	TR 151 10/A
R74	Film	6.8 k Ω	0.25	5	TR 151 6k8/B
R75	Film	39 k Ω	0.25	5	TR 151 39k/B
R76	Film	33 Ω	0.25	10	TR 151 33/A
R77	Film	33 Ω	0.25	10	TR 151 33/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C34	Ceramic	6.8 pF	400	0.5	TK 656 6j8/E
C35	Ceramic	1000 pF	250	+80 -20	TK 661 1k/RM
C36	Ceramic	1000 pF	250	+80 -20	TK 661 1k/RM

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C37	Ceramic	3300 pF	500	—	TK 588 3k3
C38	Ceramic	8.2 pF	250	1	TK 651 8j2/D
C39	Ceramic	1000 pF	250	+80 -20	TK 661 1k/RM
C40	Ceramic	3300 pF	500	—	TK 588 3k3
C41	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S
C42	Ceramic	10 000 pF	40	+50 -20	TK 744 10n/S

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of turns	Wire \varnothing in mm
Choke-coil	TI3, TI4	1AN 653 89	2	0.3

Further electrical components:

Component	Type - Value
Diode E40, E41	33NQ52

Filtr 200, 300 MHz Фильтр 200, 300 МГц Filter 200, 300 MHz (1AF 009 73)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
R26	Film	1.2 k Ω	0.25	5	TR 151 1k2/B
R27	Film	5.6 k Ω	0.25	5	TR 151 5k6/B
R29	Film	1.2 k Ω	0.25	5	TR 151 1k2/B
R30	Film	18 k Ω	0.25	5	TR 151 18k/B
R31	Film	8.2 k Ω	0.25	5	TR 151 8k2/B
R32	Film	560 Ω	0.25	5	TR 151 560/B
R33	Film	56 Ω	0.125	10	TR 212 56R/K

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C45	Ceramic	3.3 pF	400	0.5	TK 656 3j3/E
C46	Trimmer	5 pF	400	—	1AK 701 48
C47	Ceramic	2200 pF	40	+50 -20	TK 744 2n2/S
C48	Ceramic	10 pF	40	10	TK 754 10p/K
C49	Ceramic	1 pF	400	0.5	TK 656 1/E
C50	Ceramic	10 pF	40	10	TK 754 10n/K
C51	Trimmer	5 pF	400	—	1AK 701 48
C52	Ceramic	3.3 pF	400	0.5	TK 656 3j3/E
C53	Ceramic	2200 pF	40	+50 -20	TK 744 2n2/S
C54	Ceramic	1000 pF	250	+80 -20	TK 661 1k/RM
C55	Ceramic	10 000 pF	40	10	TK 754 10p/K

Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of turns	Wire \varnothing in mm
Choke-coil Coil	TI25, TI26 L28, L31, L32	1AN 653 90 given by the constructional design	22	0.15

Further electrical components:

Component	Type - Value
Diode E9, E10	KA136
Diode E11	KA261
Diode E12	KA206

Stabilizátor Стабилизатор Stabilizer (1AF 501 53)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
R1	Film	1.2 k Ω	6	5	MLT - 0,5 1k2J
R2	Film	2.7 k Ω	1	5	MLT - 0,5 2k7J

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C3	Electrolytic	100 μ F	70	—	TE 988 100 μ Y - PVC

Further electrical components:

Component	Type - Value
Integrated circuit E3	MAA550

Filtr 400–900 MHz Фильтр 400 - 900 МГц Filter 400 ÷ 900 MHz (1AF 827 27)

Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
R34	Film	68 Ω	0.125	10	TR 112a 68/A

Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance \pm %	Standard ČSSR
C59	Ceramic	2200 pF	250	+80 -20	TK 589 2k2/RM
C60	Ceramic	2200 pF	250	+80 -20	TK 589 2k2/RM

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C68	Ceramic	2200 pF	250	+80 -20	TK 589 2k2/RM

Further electrical components:

Component	Type - Value
Diode E13	KA136
Varicap E15, E16	KB205B
Diode E14	KA223

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

Детали обозначенные 1АН.... выбираются согласно специальным предписаниям.

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

14. PŘÍLOHY

- BP 6400/1 Hlavní schéma přístroje (schéma přepínačů P1, P2 a napájecího obvodu +90 V).
- BP 6400/2 Schéma směšovače, zesilovače zázněje a děliče kmitočtu
- BP 6400/3 Schéma násobiče normálového kmitočtu 10/100 MHz, generátoru spektra a filtrů pro harmonické 200 až 900 MHz
- BP 6400/4 Schéma logiky – I s čítačem n, dekodérem a obvodem pro vynásobení měrného intervalu dvěma
- BP 6400/5 Schéma spínačů – II (spínací obvody pro harmonické 400 až 900 MHz)
- BP 6400/6 Schéma společných obvodů – III (spínací obvody pro harmonické 200 až 300 MHz, obvod nulovacího impulsu a napěťový komparátor pro výstup detektoru)

Montážní desky s tištěnými spoji:

- BP 6400/7 Logika – I 1AF 026 39
Spínače – II 1AF 009 55
- BP 6400/8 Společné obvody – III 1AF 009 57
- BP 6400/9 Násobič 10/100 MHz 1AF 009 65
- BP 6400/10 Zesilovač zázněje 1AF 009 69
Dělič kmitočtu 1AF 009 70
- BP 6400/11 Směšovač 1AF 009 72
Filtr 200, 300 MHz 1AF 009 73

14. ПРИЛОЖЕНИЯ

- BP 6400/1 Основная схема прибора (схема переключателей P1, P2 и цепи питания +90 В)
- BP 6400/2 Схема смесителя, усилителя биений и делителя частоты
- BP 6400/3 Схема умножителя эталонной частоты 10/100 МГц, генератора спектра и фильтров для гармоник 200 – 900 МГц
- BP 6400/4 Схема логики – I со счетчиком n, декодирующим устройством и цепью умножения интервала измерения на два
- BP 6400/5 Схема выключателей – II (цепи включения для гармоник 400 – 900 МГц)
- BP 6400/6 Схема общих цепей – III (цепи включения для гармоник 200 и 300 МГц, цепь импульса сброса и компаратор напряжения для выхода детектора)

Монтажные платы с печатными схемами:

- BP 6400/7 Логика – I 1AF 026 39
Выключатели – II 1AF 009 55
- BP 6400/8 Общие цепи – III 1AF 009 57
- BP 6400/9 Умножитель 10/100 МГц
1AF 009 65
- BP 6400/10 Усилитель биения 1AF 009 69
Делитель частоты 1AF 009 70
- BP 6400/11 Смеситель 1AF 009 72
Фильтр 200, 300 МГц 1AF 009 73

14. ENCLOSURES

- BP 6400/1 Main diagram of the instrument (wiring of the switches P1, P2 and the powering circuit +90 V).
- BP 6400/2 Wiring of the mixer, beat amplifier and frequency divider
- BP 6400/3 Wiring of the standard frequency multiplier 10/100 MHz, with spectrum generator and filters for the harmonics frequencies of 200 to 900 MHz
- BP 6400/4 Printed board I. of logic circuits with n-counter, decoder and circuit for multiplication of the measured interval by two
- BP 6400/5 Printed board II. of the switching circuits of the harmonics 400 to 900 MHz
- BP 6400/6 Printed board III. housing the switching circuits of the harmonics 200 and 300 MHz, circuit of the zeroizing pulse and voltage comparator for the detector output.

Mounting printed circuit boards:

- BP 6400/7 Logic circuit I 1AF 026 39
Switching circuits – II 1AF 009 55
- BP 6400/8 Common circuits – III 1AF 009 57
- BP 6400/9 Multiplier 10/100 MHz 1AF 009 65
- BP 6400/10 Beat amplifier 1AF 009 69
Frequency divider 1AF 009 70
- BP 6400/11 Mixer 1AF 009 72
Filter 200, 300 MHz 1AF 009 73