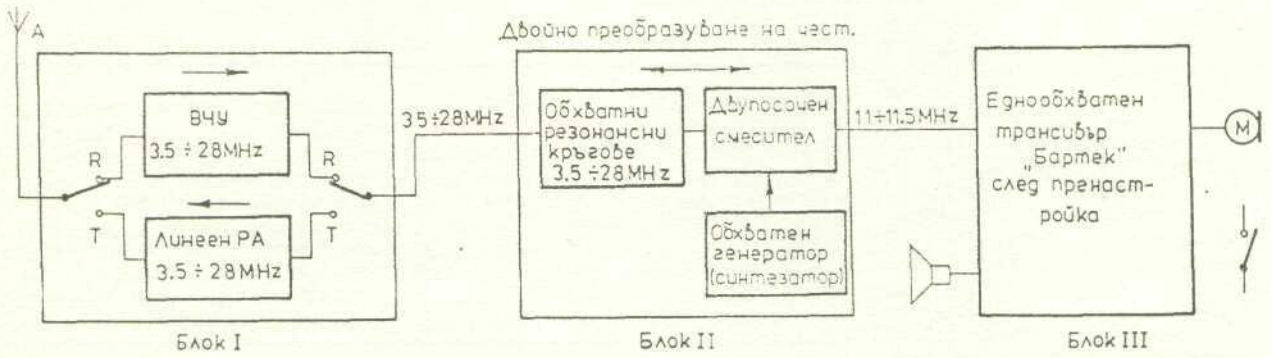
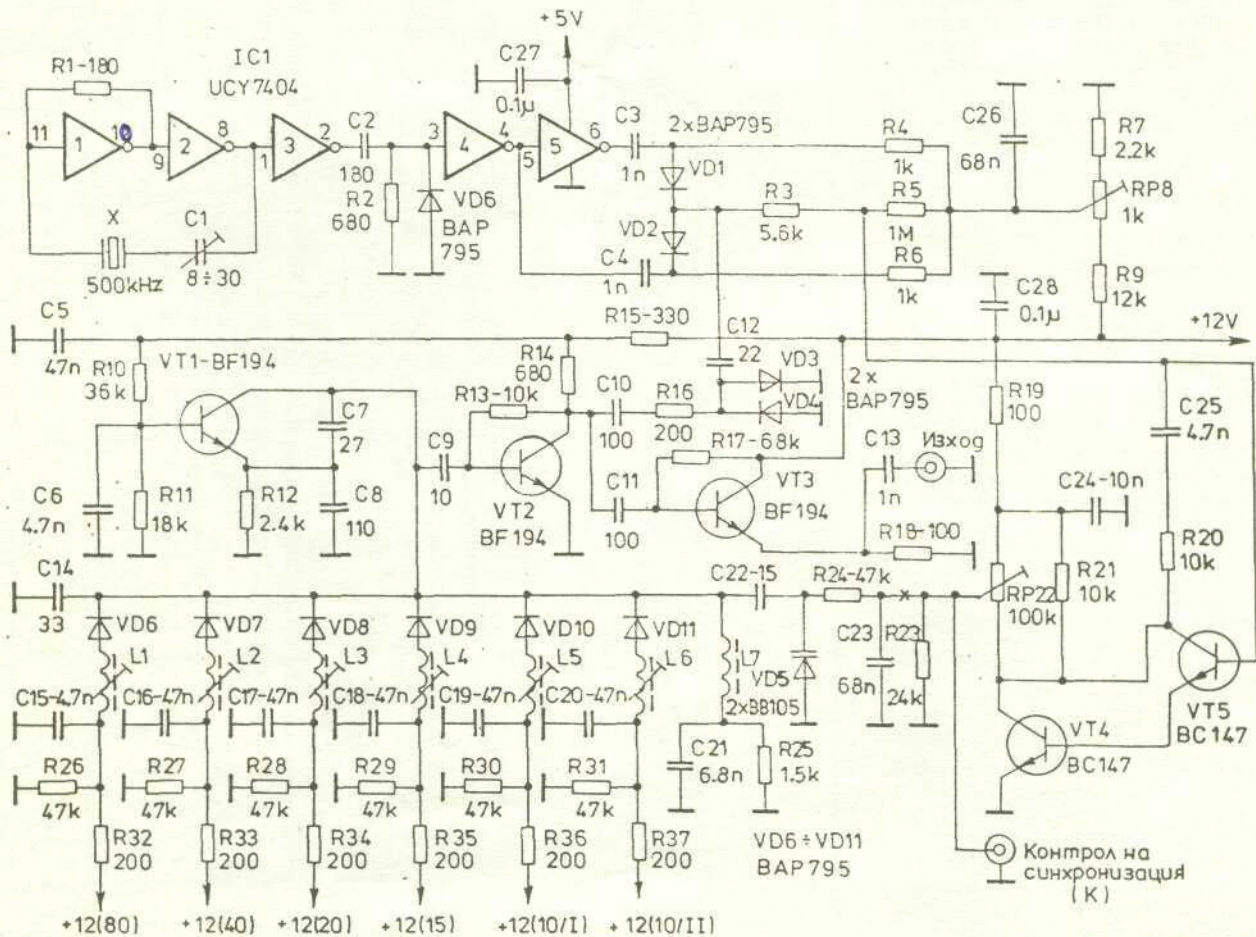


# МНОГООБХВАТЕН КВ-ТРАНСВЕРТЕР



Фиг. 1

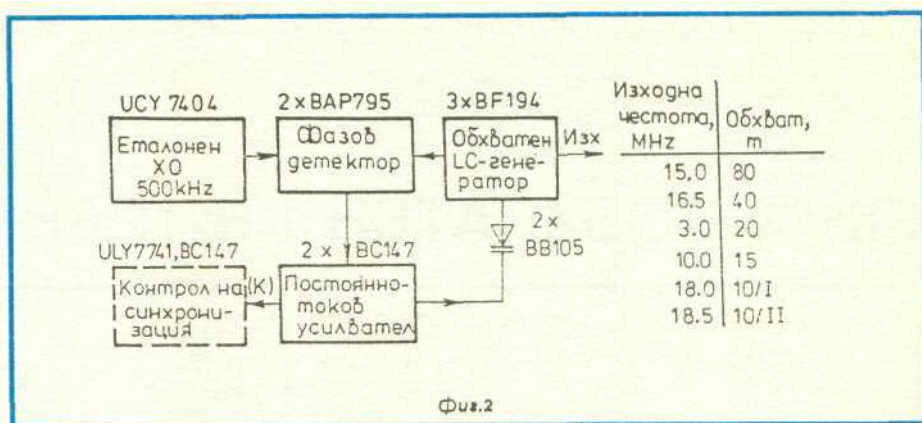


Фиг. 3

Известно е, че с трансвертер (TRV), включен към трансивър (TRX), е възможно преобразуване на сигналите с честоти от даден обхват в сигнали с честоти от друг обхват. Тази е идеята, заложена в конструкциите на трансвертери, описани в бр. 8 и 9/1994 г. в рубриката „QTC“. С които и да е от тези TRV сръчният HAM може да увеличи броя на наличните работни любителски обхвати с още един.

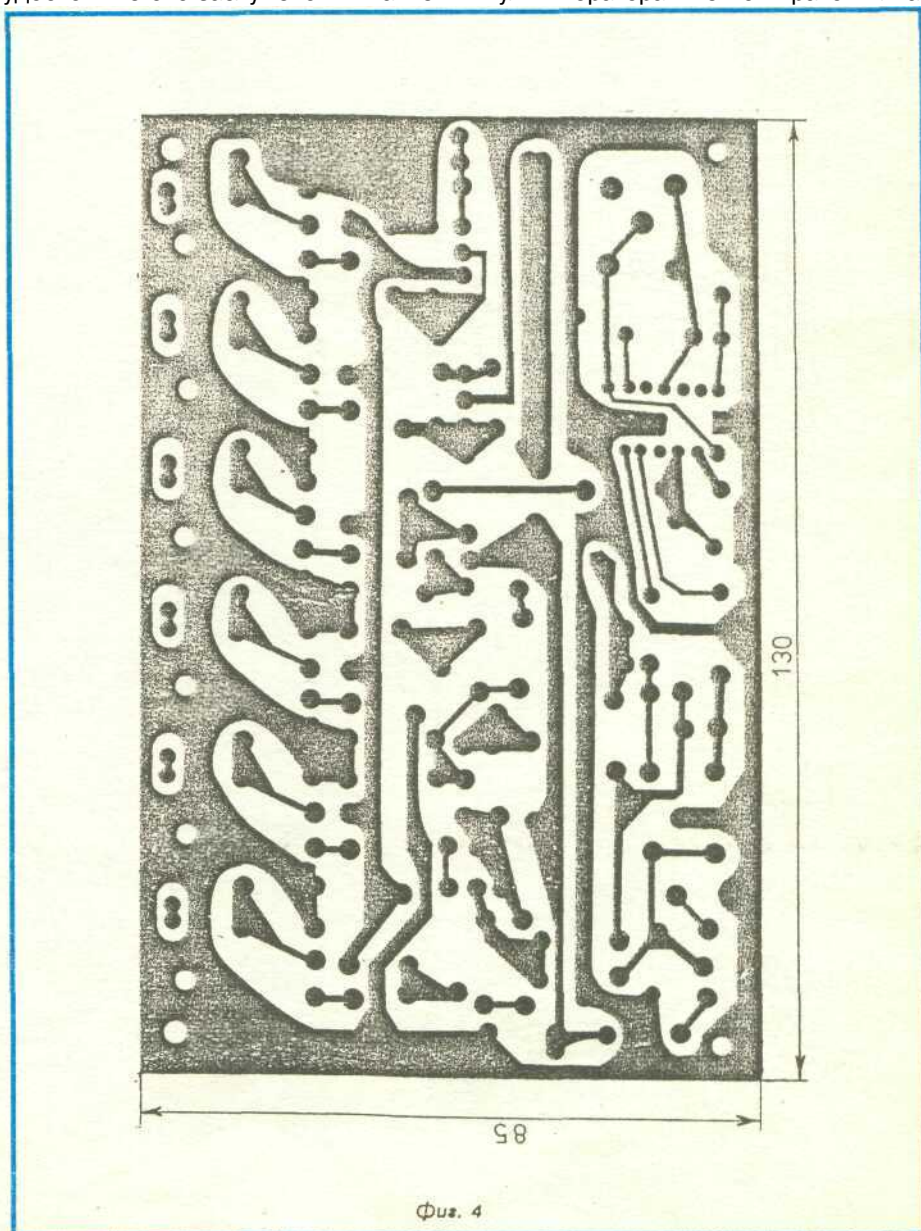
HAM-конструкторите успяха да създадат многообхватен TRV, с който се решават някои от проблемите при работа на няколко любителски обхвата. Съществуват различни варианти на такъв TRV, а във всеки вариант могат да се открият както най-съвременни, така и класически схемни решения. На фиг. 1 е представена блокова схема на петобхватен (80, 40, 20, 15 и 10 м) TRV, разработен от SP5АНТ и описан в [1]. При приемане (R) и предаване (T) са използват трите основни блока: първият е високочестотен, съдържащ ВЧУ и линеен усилвател на мощност (линеен PA); вторият блок е трансвертерен (с двойно преобразуване на честотите), съдържащ входни резонансни кръгове, двупосочен смесител и обхватен генератор-синтезатор; третият блок е TRX с обхват, честотите на който се преобразуват по подходящ начин в честоти, разположени в границите на споменатите пет KB-обхвата. Първият блок не е предмет на обсъждане засега, докато вторият и третият ще бъдат описани подробно, с което ще отговорим на въпросите на някои колеги. Ще препоръчаме на нередовния читател на нашата рубрика да прегледа внимателно предишните издания на рубриката „QTC“, включително и последното, което подпомага ползването на настоящето.

TRV се включва към TRX с обхват 11.0 - 11.5 MHz, който не е любителски. На този обхват е удобно да се пренастрои еднообхватният трансивър „Бартек“, описан в бр. 5/1995 г. на списанието; такъв обхват притежават и някои от армейските TRX. Ако бъде използван „Бартек“ с кварцов филтър на 9 MHz, обхватът за настройка на VFO трябва да бъде от 2.0 до 2.5 MHz. Тогава обхватният генератор на TRV е необходимо да осигурява сигнали със следните фиксирани честоти, съобразени напълно (включително и с получаването на съответните ленти, долна - LSB, и горна - USB) в процеса на честотното преобразуване: 15.0 MHz за обхват 80 м, 18.5 MHz за обхват 40 м, 3.0 MHz за обхват 20 м, 10.0 MHz за обхват 15 м, 18.0 MHz за единия подобхват на 10 м и 18.5 MHz за другия подобхват на 10 м. Нарекохме тези необходими честоти „фиксирани“, но не бива читателят да си помисли, че трябва да се търсят кварцови резонатори, както се случваше някога по време на триумфалното шествие на конструкции - TRX с кварцови

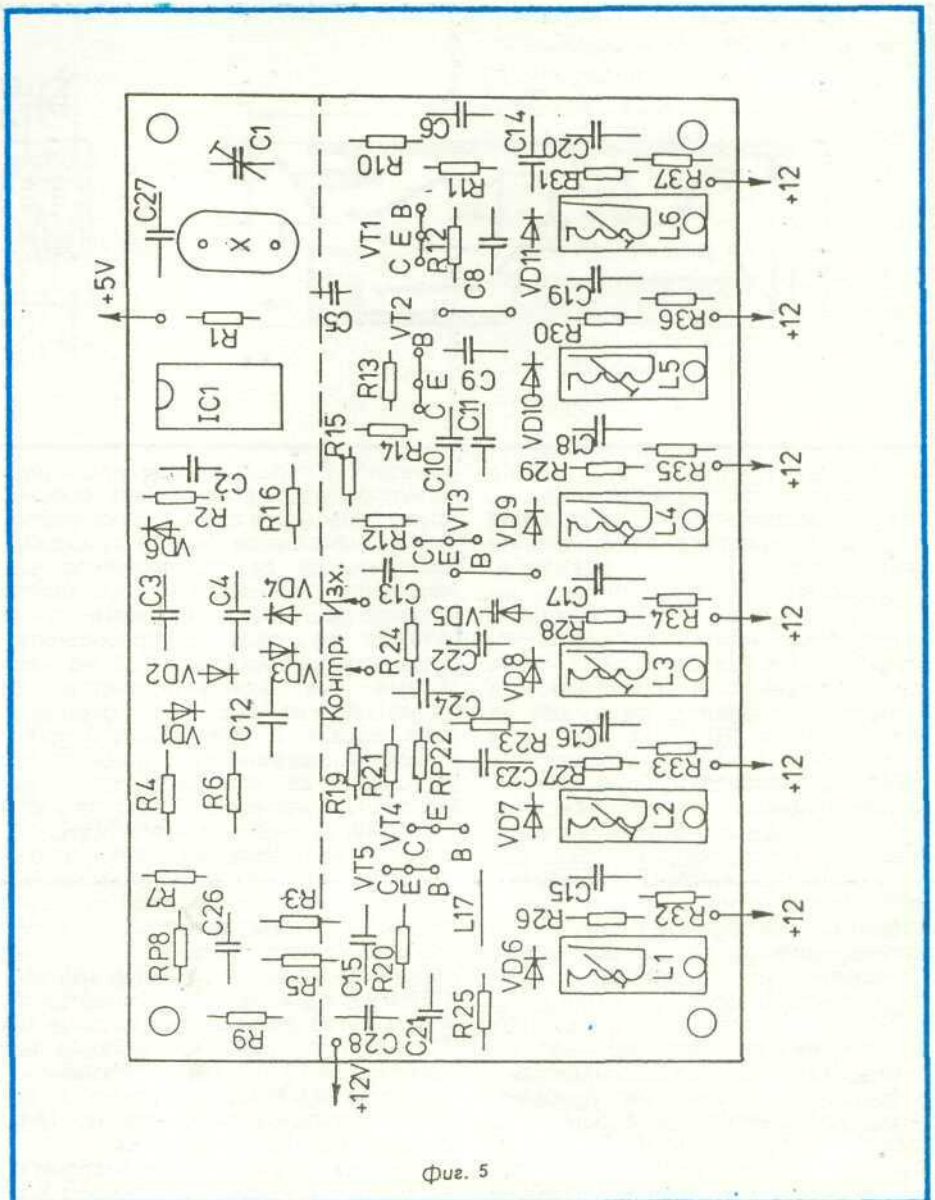


генератори (XO), примерно от типа на UW3DI и някои „катууги“ от залеза на ламповата ера. Вместо търсене на „набор“ от кварцови резонатори, което в практиката е доказано, че създава доста проблеми, в случая се предлага използването на генератор-синтезатор или генератор с PLL-верига, която удостоихме със заслужено внимание.

Блоковата и принципната схема на обхватния генератор са представени съответно на фиг. 2 и 3. Еталонният генератор представлява XO с кварцов резонатор X = 500.0 kHz. Използвана е позната схема на мултивибратор с два от инверторите на ИС УСЧ7404 (SN7404 и т.н.). Изходният сигнал на мултивибратора е с правоъгълна



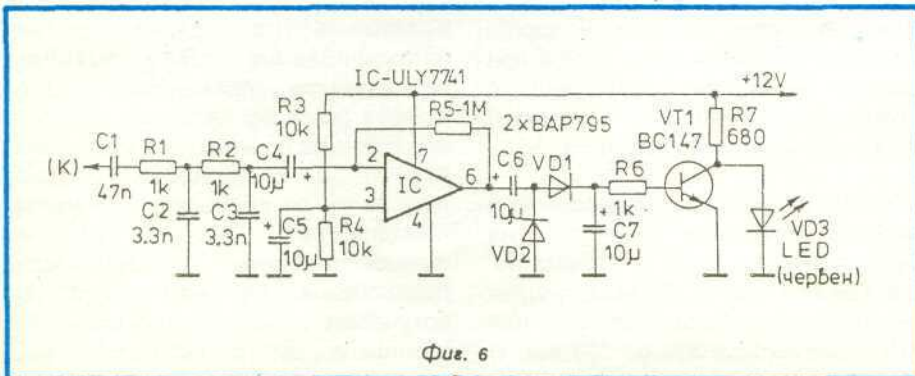
форма и богат на хармоници, честотният спектър на който се разширява допълнително с диференцираща верига (C2, R2). Инверторите 4 и 5 осигуряват съответните фази на импулсите, фазовият детектор работи по схема, използвана в ТВ-приемници и съдържаща два диода (VD1, VD2). Чрез кондензатора C12 към фазовия детектор СВ подават сигнали от обхватен LC-генератор (наречен по-долу VCO или ГНН - генератор, настроен с напрежение, известен още и като ГУН - генератор, управляван с напрежение), предварително ограничени от действието на диоден ограничител (VD3, VD4). Във фазовия детектор честотата на сигнала от LC-генератора се сравнява с честотата на най-близкия хармоник от състава на честотния спектър, присъщ на сигнала от еталонния генератор (500.0 kHz) и съдържащ n броя хармоници (хармонични съставки) с честоти, кратни на 500.0 kHz. Собствената нестабилност на честотата на сигнала от LC-генератора не може да превишава границите на  $\pm 250$  kHz, за да не се извърши синхронизация със съседния хармоник - опасност, подхранвана от тесния обхват на задържане на PLL-веригата. Ако са взети съответните мерки за стабилизиране на честотата на сигнала от LC-генератора и честотното отклонение е не по-голямо от няколко десетки kHz спрямо n-тия хармоник с честота, кратна на 500.0 kHz, на изхода на фазовия детектор се появява сигнал на фазова грешка. Този сигнал се усилва от постояннотоков усилвател (VT4, VT5). Действието на усилвателя може да се провери чрез измерване на колекторното напрежение на първия транзистор (VT4), при което се констатира изменение от 2 до 10 V. В резултат на изменението на колекторното напрежение се променя стойността на напрежението, приложено на варикапа VD5 (2 x BV105 6 паралелно свързване), използван за капацитивна настройка на трептящия кръг на LC-генератора, честотата на трептения на който става точно равна на  $n \times 500$  kHz. Следователно стабилността на честотата на LC-генератора с варикапна настройка или на генератора, настроен с



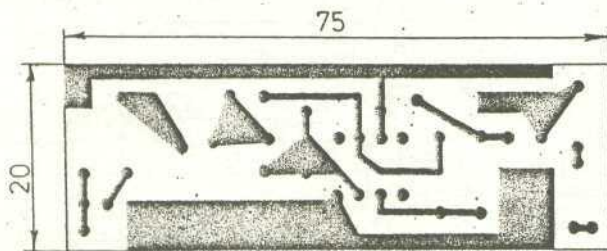
Фиг. 5

напрежение (означаван със съкращенията VCO, ГНН или ГУН), е зависима от стабилността на честотата на еталонния генератор, който трябва да е прецизно настроен на необходимата еталонна честота (в случая точно на 500.0 kHz). В т. К може да се контролира синхронизацията; при липса на синхронизация в контролната точка се появява променливо напрежение, подавано на схема за контрол на

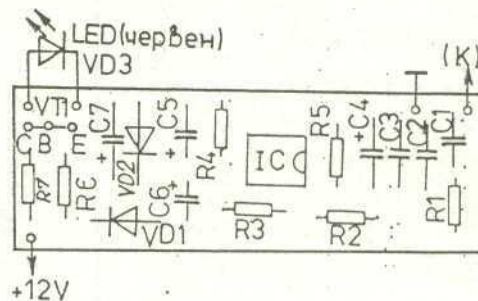
синхронизацията със светодиодна индикация (светодиодът LED не свети). При наличие на синхронизация или при правилно действие на PLL-веригата с фазова връзка за синхронизация светодиодът свети постоянно. Обхватният LC-генератор е с транзистор VT1 и работи по схема ОБ. Използва се механично-електронно превключване на бобините L1-L6 на обхватните резонансни кръгове (вж. описанието на двубухватния трансивър „Бартек“, бр. 6/1995 г.). За превключване на напрежението, захранващо електронния превключвател на обхватите, се използва подходящ галетен превключвател. Електронният превключвател е с диоди VD6-VD11, които чрез отпушване или запушване комутират обхватните трептящи кръгове. За надеждната поляризация на превключващите диоди допринасят резисторите R27-R31. Транзисторът VT2 се използва като буфер-усилвател, а транзисторът VT3 работи в стъпало по схема на



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

емитерен повторител; двете стъпала са разделителни, необходимостта от използването им в схемотехниката на генераторите е доказана, независимо от типа на усилвателните елементи (електронни лампи, биполярни и полевни транзистори). Чрез кондензатора С13 сигналът от обхватния генератор се подава на смесителя на TRV. На фиг. 4 е представена печатната платка на обхватния генератор, а на фиг. 5 - разположението на елементите. Бобините L1-L6 -са навити на тела с диаметър 7 mm, комплектувани със сърцевини и екраниращи „канчета“; използват се стандартни филтри и бобини, предназначени за производството на битови радио/ТВ-приемници. Някои НАМ-конструктори изпадат в паника, ако не могат да намерят подходящите (примерно по отношение на размерите) тела, сърцевини и екрани за бобините. „Огромните“ проблеми около навиването на бобините с феритни сърцевини (бобината в екран е навита правилно, ако при настройката феритната сърцевина не „стърчи“ отгоре или отдолу на

тялото...), разположението или монтирането на готовите бобини върху печатната платка (в повечето случаи печатната платка се оказва неподходяща за монтирането на екраните „Канчета“) и др. имат своето решение, което може да се открие не само в предишните издания на рубриката „QTC“, но и по време на консултациите в редакцията на списанието, дори при радиовръзка с НАМ-конструктори. Ориентировъчните данни за бобините са следните: L1 - за резонансна честота 15 MHz, 11 нав., ПЕЛ-0.49, дължина на намотката 10 mm; L2 - за резонансна честота 18.5 MHz, 9 нав., ПЕЛ-0.49, дължина на намотката 10 mm; L3 - за резонансна честота 3 MHz, 35 нав., ПЕЛ-0.27, дължина на намотката 16 mm; L4 - за резонансна честота 10 MHz, 15 нав., ПЕЛ-0.49, дължина на намотката 10 mm; L5 - за резонансна честота 18 MHz, 9 нав., ПЕЛ-0.49, дължина на намотката 10 mm; L6 - за резонансна честота 18.5 MHz, също както L5. За L7 се използва бобината на МЧ-филтър 465 KHz от стар RX.

У нас не е трудно да се снабдим с необходимия кварцов резонатор X с точна честота 500.0 KHz. Могат да

се използват кварцови резонатори на по-високи честоти и делители с TTL ИС: Някои от колегите в Полша използват сигнала на BFO (9 MHz) в ТЯХ, после го делят, на 9 с ИС 7490, после - на 2 с ИС 7474, при което се получава неточност на скалата, не по-голяма от  $\pm 3$  KHz.

На фиг. 6 е представена принципната схема за контрол на синхронизацията, на фиг. 7 - печатната платка, а на фиг. 8 - разположението на елементите. Схемата за контрол е помощна, но дали да я има или няма в TRV, може да прецени читателят. Както вече бе споменато, в контролната точка K (фиг. 3) се появява променливо напрежение при прекъсване на синхронизацията на веригата с фазова връзка. Напрежението се подава на входа на низкочестотен филтър (C2, R2, C3) и чрез него - на операционния усилвател IC (ULY7741, MA741 или аналози), след което се изправя и удвоява от диоди (D1, D2). Понеже транзисторът VT1 се насища, светодиодът VD3 (червен LED) изгасва.

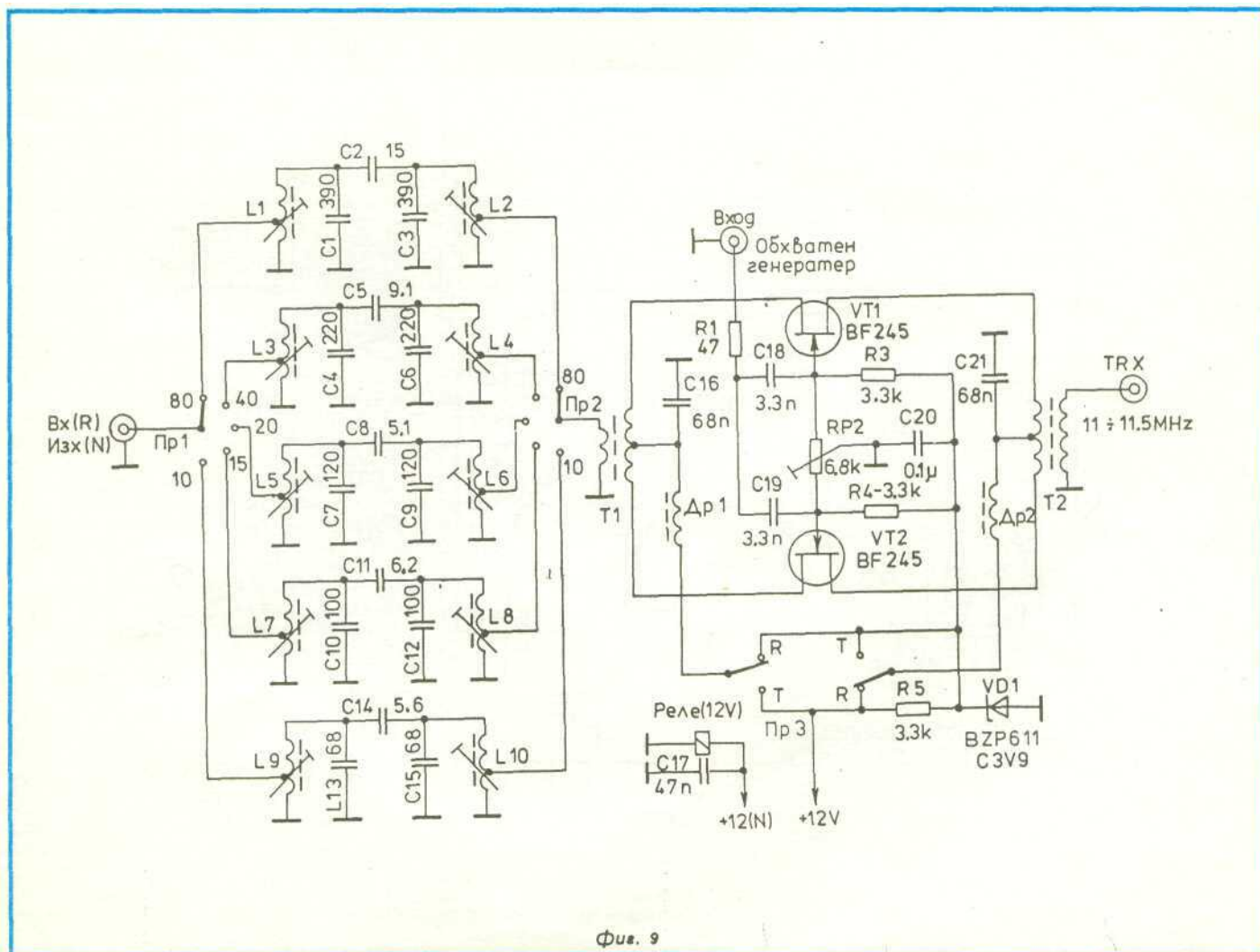
На физ. 9 е представена принципната схема на реверсивния (двупосочен) балансен смесител на TRV с входно-изходни обхватни филтри. Най-характерното за смесителя е неговата двупосочност на действие при приемане (R) и предаване (T), без да е необходимо превключване на „вход/изход“; поляризацията на електродите дрейн (D) и сорс (S) на полевите транзистори (VT1, VT2) определя посоката на сигналите, или реверсивността се основава на смяна на поляриността на захранващото напрежение, подавано на D и S. Необходимата работна точка на балансният смесител се определя с електромагнитно реле (12 V), което притежава две контактни групи; отделните контакти са свързани така, че на средните изводи на широколентовите ВЧ-трансформатори (Tr1, Tr2), а чрез тях на S и D, веднъж да възниква напрежение +3.9 V (приемане), после напрежението да стане +12 V (предаване). При незадейства-

но реле контактите осигуряват посока на сигналите, съответстваща на приемане (R), а при предаване (T) нанамотката на релето се подава захранващо напрежение +12 V, като контактите осигуряват другата посока на сигналите, съответстваща на предаване (T). Напрежението, подавано от обхватния генератор към гейтовете на полевите транзистори, измерено по амплитуда преди резистора R1 и кондензаторите (C18, C19), трябва да бъде в границите 1.5-2.0 V. Потенциометърът R2 се използва за балансиране на смесителя. С този смесител може да се потиска носещата с около 30 dB, което е по-малко в сравнение с потискането, постигано с използването на диоден двойнобалансиен смесител. При честотното преобразуване двупосочният смесител осигурява усилване (около 6 dB), докато диодният смесител внася затихване.

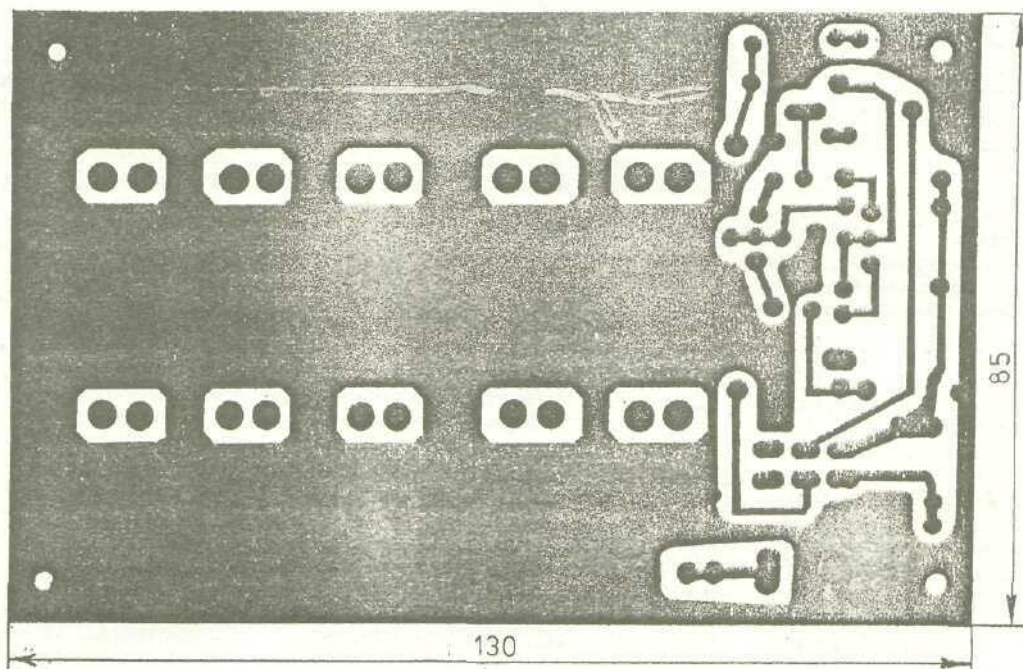
На фиг. 10 е представена печатната платка на смесителя заедно с обхватните филтри, а на фиг. 11 -

разположението на елементите на смесителя и неговите обхватни филтри.

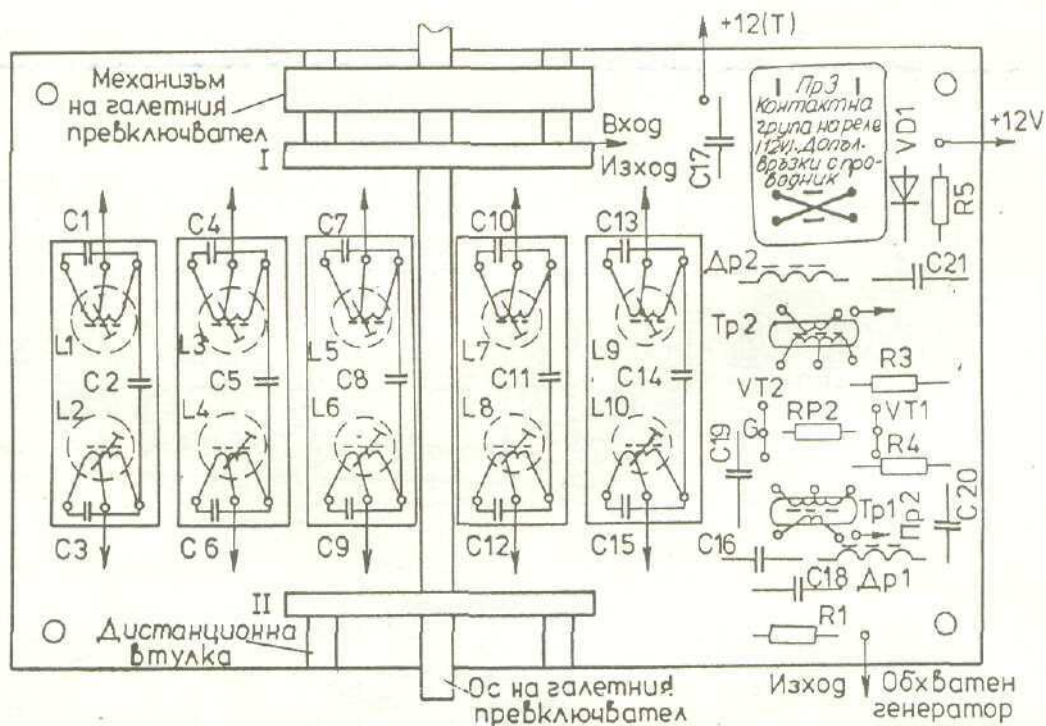
Високофреkwентните широколентови трансформатори (Tr1, Tr2) са навити на феритни „двувивки“, използвани в производството на ТВ-приемници и антени. Първичната страна на трансформатора е с 2 намотки, като всяка съдържа 4 навивки. Вторичната страна - намотка с 2 навивки. Използва се проводник ПЕЛКЕ-0.31. Дроселите (Др1, Др2) са навити на феритни пръчици с диаметър около 3 mm (размерът не е критичен, формата - също). Всеки дросел съдържа около 60 нав. от проводник ПЕЛ-0.1. Ориентировъчните данни за бобините L1-L10 (навити на тела с диаметър 7 mm, комплектувани с феритни сърцевини и екрани от двукръгови МЧ-филтри, използвани в производството на ТВ-приемници) са следните: L1, L2 (обхват 80 м) - 30 нав., пълно една до друга с проводник ПЕЛ-0.2, с извод спрямо маса от 4-ата нав.; L3, L4 (обхват 40 м) - 17



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11

нав., плътно - ПЕЛ-0.29, извод от 3-атанав.; L5, L6 (обхват 20 м) - 14 нав., плътно - ПЕЛ-0.35, извод от 3-ата нав.; L7, L8 (обхват 15 м) - 8 нав., плътно - ПЕЛ-0.62, извод от 2-рата нав.; L9, L10 (обхват 10 м) - 7 нав., плътно - ПЕЛ-0.62, извод от 2-рата нав. За превключване на обхватните филтри е използван 5-позиционен галетен превключвател (Пр1, Пр2).

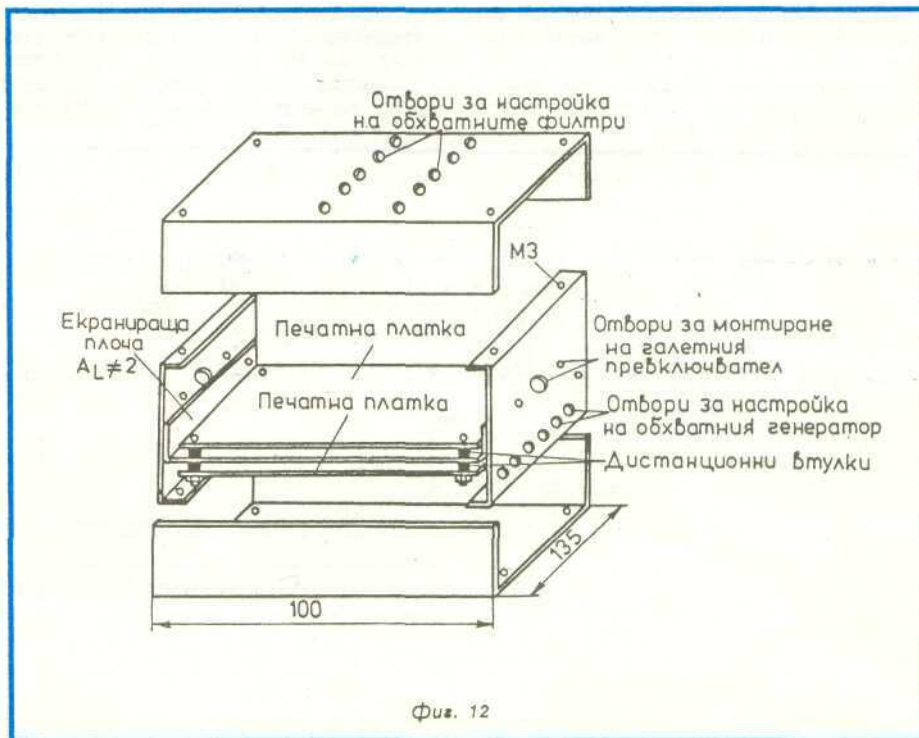
Примерен начин за монтаж на блок I (фиг. 1) е представен на фиг. 12. Конструкцията на описания TRV може да изглежда по друг начин, да има размери, които са по-малки от посочените; индивидуалният подход на HAM-конструктора, който не робува на вредната внушавана тенденция за повторимост на домашно направените средства за любителска радиокомуникация, е от съществено значение. Съществува вариант на този TRV с опростена схема, която не е заявена в читателските писма на колегите.

Настройката на двупосочния балансен смесител и обхватните филтри се извършва с радиокомуникационен RX (притежаващ S-метър и точна скала) и вобел-генератор или сигнал-генератор, ВЧ-сонда и изкуствен товар (например 75 ома). RX трябва да бъде настроен на 11 MHz и включен към изхода на ВЧ-трансформатора Tr1. Към ВЧ-трансформатора Tr2 се подава сигнал с честота 11 MHz и мощност, не по-голяма от 20 mW. Към входа на смесителя, означен на фиг. 9 с „обхватен генератор“, се подава сигнал с произволна честота, например 3 MHz и ниво 1.5-2.0 V. Смесителят се балансира с потенциометъра RP2, докато S-метърът на RX покаже минимално отнемение. Начините за настройка на обхватните филтри са известни и не са предмет на това описание. При настройката на смесителя трябва да се обърне внимание на качествено екраниране, иначе сигналите към RX могат да си изберат други пътища, без да се съобразяват с намеренията на HAM-конструктора...

Настройката на платката на обхватния генератор се извършва, след като бъдат подадени стабилизирани захранващи напрежения 12 и 5 V. С тример-кондензатора C1 се регулира точната честота на еталонния генератор, така че на извод 2 на ИС 7404 да бъде измерена стойността  $500\ 000 \pm 1$  Hz. Регулирането на фазовия детектор се извършва при прекъснатата PLL-верига. За целта се прекъсва връзката между изводите на резисторите R23 и R24 (това място е отбелязано с кръстче „x“ на фиг. 3). На свободния извод на резистора R24 се подава напрежение +6 V, получено от делител (с два резистора по 10 k $\Omega$ ), включен към захранващото напрежение +12 V. На изхода на обхватния генератор се контролира изходният сигнал по основните параметри (честота, ниво, нелинейни изкривявания на синусоидната форма), при това на всеки обхват поотделно. На който и да е обхват нивото на изходния сигнал трябва да бъде 1.5-2.0 V (зависи от коефициента

на усилване по ток на транзисторите; ако се наложи, трябва да се подберат работните точки чрез подходящи стойности на съпротивлението на резисторите R10, R13 и R17, докато се получи необходимата амплитуда при възможно най-малки нелинейни изкривявания на синусоидната форма). Превключването от обхват на обхват се извършва, като се подава напрежение +12 V на съответния резистор (R32-R37). Точно се настройва честотата на изходния

За да се провери дали действа синхронизацията, изкуствено се разстройва дадената бобина на ГНН: първоначално разстройката не влияе на честотата на изходния сигнал, но после с въртене на феритната сърцевина на бобината трябва да се появи скок на честота която е по-голяма или по-малка с 500.0 kHz. Например, ако честотата е била 3.0 MHz и при разстройката се появяват два скока - единият на 2.5 MHz, а другият на 3.5 MHz, тогава синхронизацията действа! „Чистотата“ на изходните сигнали на обхватния генератор се



сигнал с помощта на феритната сърцевина на бобината (L1-L6) на ГНН; при сполучлив избор на броя на навивките след настройката феритната сърцевина се разполага симетрично по дължината на намотката и не „стърчи“ извън тялото на бобината. Настройваните бобини на ГНН, чрез които се постигат необходимите честоти на изходните сигнали на обхватния генератор, са следните: L1 - 15.0 MHz, L2 - 18.5 MHz, L3 - 3.0 MHz, L4 - 10.0 MHz, L5 - 18.0 MHz, L6 - 18.5 MHz. Към контролна точка К се включва постояннотоков волтметър (с голямо вътрешно съпротивление), който трябва да отчете необходимата стойност +6 V при следните условия: потенциометърът RP22 да се нагласи на максимална стойност на съпротивлението, или плъзгачът му да се намира в долно положение (към колектора на транзистора VT4); регулира се потенциометърът RP8. При тези условия, ако в т. К не се получи стойността +6 V, се коригира стойността на съпротивлението на резистора R23. След това се възстановява прекъснатата PLL-верига с фазова връзка за синхронизация, като се започва отново свободният извод на резистора R24 (или се възстановява прекъснатата връзка, означена на фиг. 9 с „x“); изходната честота трябва да остане същата.

проверява със спектрален анализатор, но за съжаление достъпът до тази скъпа измервателна апаратура е ограничен в радиолюбителската практика. Вместо анализатор може да се използва осцилоскоп или RX. Тренираното HAM-ско ухо може да прецени „чистотата“ на изходния сигнал. Ако при прослушване с RX се долови характерен шум, трябва да се увеличи усилването на усилвателя, като се намали съпротивлението на потенциометъра RP22, а после да се повтори отначало цялата настройка.

При приемане (R) с описания многообхватен TRV се забелязват характерни писукания, поразяващи точно началото и края на обхвата (или през 500 kHz). Получава се непредвиден, но, общо взето, полезен ефект на калибрация.

В това описание на TRV липсва конкретна информация за приспособяването на еднообхватния „Бартек“ за съвместна работа с трансвертера. Приспособяването не е сложно и се свежда до пренастройка на обхватните филтри F1 и F2 в обхвата 11.0-11.5 MHz, а също до намаляване на изходната върхова мощност в режим на предаване (T), така че да се регулира плавно в границите на няколко десетки mW.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Janeczek, A. Konstrukcje krotkofalarskie dla poczatkujacych. Warszawa 1990, WKT