

# УКВ-БЛОКОВЕ, РЕАЛИЗИРАНИ С ПОЛЕВИ ТРАНЗИСТОРИ

инж. Валери Терзиев

УДК 621.396.24

Радиоразпръскването в УКВ-обхвата има вече твърде много привърженици. Излъчването на стереограма „Орфей“ и на програма „Хоризонт“ позволява качествено стереоприемане и стереозаписи.

Един от важните блокове в комплекта апаратура на Hi-Fi-любителя е висококачественият стереоприемник. УКВ-блокът е съществена част в него.

Съвременните УКВ-блокове трябва да отговарят на редица изисквания, някои от които са:

- да осигуряват реална чувствителност на УКВ-приемника, която да бъде по-добра от  $5 \mu\text{V}$ , измерена при отношение сигнал/шум на изхода му  $26 \text{ dB}$ , девиация на честотата  $\Delta F = \pm 15 \text{ kHz}$  и входно съпротивление (към антенния кабел)  $300 \Omega$  ( $240 \Omega$ );

- да имат малък коефициент на шума, което позволява да се постигне по-лесно първото условие, като в таблицата е дадено отношението между двете измервателни единици на шума —  $\text{dB}$  и  $\text{KT}_0$ .

- да осигуряват необходимото потискане на сигналите с огледална честота;

- да осигуряват малки интермодуляционни изкривявания;

- паразитното обратно излъчване на хетеродина да се сведе до минимум;

- да претежават хетеродин с голяма стабилност на генерираната честота и стръмно затихване на хармоничните му честоти;

- да бъдат с електронна настройка;

- да имат автоматично регулиране на усилването във високочестотния усилвател, с което се намаляват изкривяванията, породени от силен сигнал или смущения.

Към тези изисквания се отнасят различни европейски стандарти, между които DIN 45500, ГОСТ—5651—76 и българският БДС 6859—76 I клас. В последния се посочват следните конкретни изисквания към техническите параметри на УКВ-блока на радиоприемниците от I клас:

- реалната чувствителност на радиоприемника да бъде по-добра от  $5 \mu\text{V}$  при отношение сигнал/шум =  $26 \text{ dB}$ , девиация  $\Delta F = \pm 15 \text{ kHz}$  и симетричен вход  $300 \Omega$ ;
- избирателността по огледален канал — по-добра от  $30 \text{ dB}$ ;

- избирателността по междинночестотен канал — по-добра от  $60 \text{ dB}$ .

Ще бъдат разгледани няколко схеми на УКВ-блокове, които са експериментирани и са показали удовлетворител-

ни резултати. Всяка от тях е изследвана с включване към един и същи МЧУ, реализиран с пиезокерамични филтри и интегрална схема ТВА120S. Последната е еквивалентна на А220D, производство на ГДР. Схемите на УКВ-блоковете са подредени по сложност и качество на показателите.

На фиг. 1 е представена схемата на УКВ-блок, в който ВЧУ е реализиран с полеви транзистор канален тип MPF120, 2N3819 и КП303Д. Тъй като полевият транзистор работи по схема общ сорс, възможно е само възбуждане към края на ВЧ-обхвата. Това налага въвеждането на неутрализация. Схемата е реализирана само за обхват  $87,5\text{--}108 \text{ MHz}$  и данните, дадени по-долу, се отнасят само за този обхват. Тази схема осигурява голяма чувствителност при същите условия на измерване, както предишните варианти.

С използването на същия МЧУ УКВ-блокът от фиг. 1 осигурява чувствителност, по-добра от  $1,8 \mu\text{V}$ , избирателност по огледален канал, по-добра от  $36 \text{ dB}$ , избирателност по междинна честота, по-добра от  $60 \text{ dB}$ , и лента на пропускане  $350 \text{ kHz}$ . Всички варианти са KB105G, а данните за бобините са следните:

- $L_1$  — 2 по 1,5 нав., ПЕЛКЕ 0,16;
- $L_2$  — 3,5 нав., меден проводник  $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ ;
- $L_5$  — 3,5 нав., меден проводник  $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ ;
- $L_3$  — 2 нав., меден проводник  $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ ;
- $L_4$  — 1,5 нав., проводник ПЕЛ 0,18;
- $L_0$  — 3,5 нав., проводник ПЕЛ 0,18;
- $L_6$  — 20 нав., ПЕЛКЕ 0,18;
- $L_7$  — 5 нав., ПЕЛКЕ 0,18.

Всички бобини са навити на тела от МЧУИ на телевизор „Юность“, които се продават по магазините за резервни части. Бобините  $L_3$ ,  $L_4$  и  $L_5$  се навиват на едно общо тяло, като първо се навива  $L_5$ , над нея  $L_3$ , а между навивките на бобината  $L_3$  се навива  $L_4$ . Дроселът има 20 навивки от проводник ПЕЛ 0,1, навивка до навивка, върху резистор МЛТ 0,5 със съпротивление, по-голямо от  $50\text{--}100 \text{ k}\Omega$ . Дроселът и кондензаторът от  $270 \text{ pF}$  образуват последователен трептящ кръг с малък качествен фактор, настроен на междинната честота  $10,7 \text{ MHz}$ , за която той се явява режекторен филтър. Това подобрява избирателността по междинночестотен канал. Хетеродинът е с голяма стабилност, което позволява да се премахне веригата за АДЧ.

Използването на двугейтови полеви транзистори значително повишава качествените показатели на





Таблица

$F, \text{KT}_0$	1 2 4 8 10 16 20 40 80 100
$F, \text{dB}$	0 3 6 9 10 12 13 16 19 20

УКВ-блока. Това се дължи на квадратичния характер на характеристиката, малкия преходен капацитет, позволяващ по-голяма стръмност, малкия коефициент на шума и широкия динамичен обхват. Наличието на втори гейт опростява схемата на АРУ, а може да се използва и за смесване, което осигурява на практика пълно премахване на влиянието на сигнала върху стабилността на честотата на хетеродина и на обратното излъчване. Квадратичната характеристика позволява премахването на голяма част от ненужните честотни компоненти при честотното преобразуване на сигнала.

На фиг. 2 е дадена схемата на УКВ-блок, реализиран с два двугейтови транзистора. Той има усилване 24 dB, като 8 dB се получават от ВЧУ и 16 dB от смесителя. Изходът на смесителя е съгласуван капацитивно към входа на МЧУ. Използуваните полеви транзистори са N-FET с интегрирани ценерови диоди между гейта и сорса.

Особеност в тази схема е, че двукръговият лентов филтър се намира на входа на УКВ-блока, което позволява да се намали амплитудата на вредните комбинационни сигнали, постъпващи на полевия транзистор за усилване. Общото усилване на ВЧУ се запазва, тъй като коефициентът на предаване на филтъра при критична връзка е 0,5 и не зависи от мястото му в схемата.

Всички вариаци са KV104G. Данните за бобините са само за обхват 87,5 — 108 MHz:

- $L_1$  — 5 нав.,  $\varnothing$  0,6 mm, извод от I нав.;
- $L_2$  — 4,5 нав.,  $\varnothing$  0,6 mm;
- $L_3$  — 3,75 + 0,5 нав.,  $\varnothing$  0,6 mm;
- $L_4$  — 20 нав., ПЕЛКЕ 0,18;
- $L_5$  — 1,5 + 1,5 нав.,  $\varnothing$  0,6 mm;
- $Dr_1$  — 10 нав.,  $\varnothing$  0,2 mm на тяло с  $\varnothing$  4,5 mm;
- $Dr_2$  — 12 нав.,  $\varnothing$  0,2 mm на тяло с  $\varnothing$  4,5 mm.

Бобините се навиват на тела от МЧУИ на телевизор „Юность“.

На фиг. 3 е представена схемата на съвременен качествено УКВ-блок с електронна настройка, АРУ и възможност за автоматично донестройване на честотата. Схемата е реализирана с двугейтови полеви транзистори, които осигуряват много добра избирателност по огледален канал и малки интермодуляционни смущения и дават възможност за включването на АРУ. Режимът на първия транзистор се подбира опитно в зависимост от използвания тип транзистор. Далените напрежения са за транзистор MFE130, но не се различават много при използване на друг тип. Установяването на режима може да се направи, като за критерий служи усилването на стъпалото. Изходът на ВЧУ е натоварен с двукръгов лентов филтър, за който важат същите изисквания и забележки, както при описаните вече схеми. Смесителят е реализиран също с двугейтов полеви транзистор, работещ в квадратичния участък на характеристиката с цел намаляване броя на смущаващите сигнали, продукт на честотното преобразуване. Препоръчва се транзистор 3N200.

Отделянето на продукта с междинна честота се извършва от двукръговия лентов филтър, служещ за товар

на смесителя. Данните за бобините му са същите, както в предишните схеми (напр. фиг. 2).

Във вериата на АРУ се използва постоянно-токов усилвател с транзистор BC109C (2T3109C, 2T3169C) с цел повишаване ефективността от регулирането.

Данните за бобините са следните:

Обхват 65,8 ÷ 73 MHz:

$L_1$  — 3 нав., ПЕЛКЕ 0,18;

$L_1$  — 6 нав.;

$L_2$  — 4 + 1,5 нав.;

$L_3$  — 4 + 1,5 нав.;

$L_0$  — 0,5 + 4 + 1,5 нав.

Обхват 87,5 ÷ 104 MHz:

$L_1$  — 2 нав., ПЕЛКЕ 0,18;

$L_1$  — 3,5 нав.;

$L_2$  — 2,5 + 1 нав.;

$L_3$  — 2,5 + 1 нав.;

$L_0$  — 0,5 × 2 + 1 нав.

Всички бобини се навиват на тела с диаметър 6 mm от проводник ПЕЛ 0,45.

Технически данни: усилване, по-добро от 32 dB, избирателност по огледален канал, по-добра от 65 dB, избирателност по междинночестотен канал 70 dB.

С използването на този УКВ-блок се постига чувствителност, по-добра от 1,5  $\mu\text{V}$ , при девиация  $\Delta F = \pm 15 \text{ kHz}$  и отношение сигнал/шум 26 dB. АРУ започва да действа при входен сигнал, превишаващ 1 mV.

Напоследък все по-често се използват специализирани линейни интегрални схеми, позволяващи опростяване на схемите при повишаване на изискванията към техническите параметри, които трябва да осигурява УКВ-блокът. Тези параметри може да бъдат и по-добри от тези на схеми, реализирани с полеви транзистори.

При използването на ИС се получава по-голямо усилване, намаляване на интермодуляционните изкривявания, намаляване на габаритите, лесно, ефективно и дълбоко автоматично регулиране на усилването.

ИС се срещат най-често като смесители. Чрез изграждането на балансни и двойно балансни схеми се реализират много добри показатели на споменатите параметри. За пример се разглежда ИС S042P (P — правоъгълен корпус с 14 извода, E — кръгъл с 10 извода), представляваща балансен смесител с работен честотен обхват до 200 MHz. Типичната схема на свързване е показана на фиг. 4. Ако към двата входа на S042 се свържат трептящи кръгове, ще се получи прост УКВ-блок, генериращ смесител, чиято схема е показана на фиг. 5. Интегралната схема е със задоволителни параметри:  $U_B = 4 \div 15 \text{ V}$ ,  $I_0 \leq 2,9 \text{ mA}$ , усилване при преобразуване  $K = 16,5 \text{ dB}$ , стръмност  $S \approx 5 \text{ ms}$  и коефициент на шума  $F \leq 7 \text{ dB}$  за 100 MHz.

Данните за бобините на схемата от фиг. 4 са следните:

$L_1 \div L_4$  — 3 нав. от проводник с  $\varnothing$  0,2 mm;

$L_5$  — 22 нав. от проводник с  $\varnothing$  0,18 ÷ 0,20 mm;

$L_6$  — 2 нав. от проводник с  $\varnothing$  0,18 ÷ 0,20 mm.

Всички бобини са навити на тела с  $\varnothing$  5 mm.

Съществува широка гама ИС, които се използват в радиоприемниците за ЧМ-сигнали — както европейски, така и японски.

В СССР е разработен комплект хибридни интегрални схеми за ЧМ от сериите K224, K237 и др., които намират приложение в някои фабрични преносими и стационарни радиоприемници.