

## МЕЖДИННОЧЕСТОТНИ УСИЛВАТЕЛИ

инж. Валери Терзиев

УДК 621.375

Дадени са няколко схеми на междинночестотни усилватели, реализирани с интегрални схеми, които се намират на пазара. Схемите са подредени по сложност и качество. Всички са за въведената от БДС междинна честота — 10,7 MHz.

Някои от изискванията към МЧУ на съвременните радиоприемници за ЧМ-сигнали са следните: пропускателната честотна лента да бъде по-широка от 150 kHz; да осигурява ефективно ограничаване на сигнала и ефективно подтискане на паразитната амплитудна модулация, дори и за слаби сигнали; фазовата характеристика в лентата на пропускане да бъде линейна; резонансната крива да бъде симетрична, да се осигурява достатъчно голям устойчив коефициент на усилване и др.

Тъй като във всеки от реализираните МЧУ е използвана интегрална схема, в която е съсредоточено основното усилване на сигнала с междинна честота, МЧ-предусилвателните стъпала решават основно изискването за избирателността по съседен канал.

На фиг. 1 е представена схема на МЧУ с не особено високи параметри, но лесен за реализиране. Той е съставен от предусилвател, реализиран с транзистора BF324 (AF106, AF124, ГТ313, SFT357, SFT358 и др.), като от него се изисква да има малък коефициент на шум. Интегралната схема МАА661 осъществява апериодично усилване и демодулация на ЧМ-сигнала. Избирателността по съседен канал е по-добра от 26 dB и се определя от филтъра със съсредоточена избирателност, който има лента на пропускане около 180 kHz. Бобините се навиват на тела с диаметър 4—5 mm (например от МЧУ на телевизори „Мургаш“ или „Юность“ със съответното феритно ядро). Намотките са едноредови с проводник ПЕЛ или ПЕЛКЕ с  $\varnothing$  около 0,1 mm. Данните за тях са следните:  $L_1, L_2$  — 18 нав.;  $L_3$  — 18 нав. с извод от 4-ата;  $L_4$  — 20 нав.

Входното напрежение за необходимия праг на ограничение е около 25—40  $\mu$ V. Описаната схема е непрекъснато, но дава задоволителни резултати с УКВ-блок от съветския радиоприемник „Селена“. Като НЧУ може да се използва полската интегрална схема UL1401. Чувствителността на такъв УКВ-приемник е около 10—14  $\mu$ V.

На фиг. 2 е дадена схемата на друг усилвател. Отново тук избирателността се осигурява от филтър със съсредоточена избирателност, а основното усилване — от интегралната схема А220D (производство на ГДР). Последната е по-добра от МАА661 поради по-големия си коефициент на устойчиво усилване и по-малките нелинейни изкривявания.

МЧУ от фиг. 2 осигурява избирателност по съседен канал, по-добра от 32 dB.

За ядра на бобините се използват вече споменатите такива. Данните за бобините са следните:  $L_1, L_2, L_3$  и  $L_4$  — 12 нав. от проводник ПЕЛ или ПЕЛКЕ с  $\varnothing$  около 0,1 mm;  $L_5$  — 5 нав. от същия проводник, навиват се върху  $L_4$ ;  $L_6$  — 9 нав. от проводник ПЕЛ или ПЕЛКЕ с  $\varnothing$  около 0,3 mm.

В показаната схема, когато не се използва стереодекодер, стойностите на елементите са следните:  $C_{15} = 15$  nF,  $R_9 = R_{\infty}$ ,  $C_{17} = 1,2$  nF. А когато се използва стереодекодер —  $C_{15} = 330$  pF,  $R_9 = 1$  k $\Omega$  и  $C_{17} = 470$  pF.

На фиг. 3 е дадена принципна схема, която се включва също към ИС А220D.

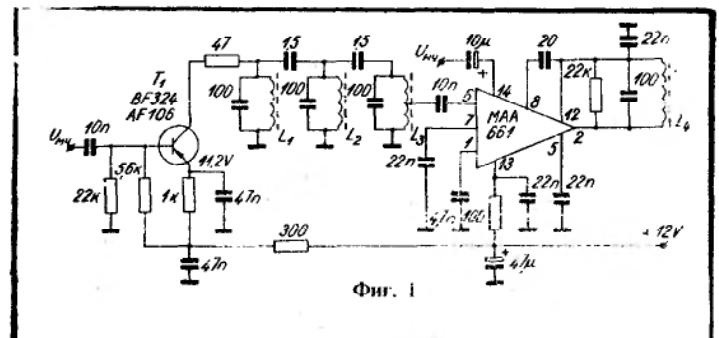
Всеки от транзисторите  $T_1$  и  $T_2$  е натоварен с тризвен филтър със съсредоточена избирателност. Общата избирателност е по-добра от 40 dB. Входното напрежение за достигане на необходимия праг на ограничение от усилвателя, реализиран по схемата от фиг. 3, е около 8  $\mu$ V, а данните за бобините са следните:  $L_1, L_2, L_4, L_5$  и  $L_6$  — 18 нав. от проводник ПЕЛ или ПЕЛКЕ с  $\varnothing$  около 0,1 mm;  $L_3$  — 18 нав. с извод от 4-ата навивка от същия проводник;  $L_7$  — 8 нав. от проводник ПЕЛ или ПЕЛКЕ с  $\varnothing$  около 0,1 mm. Бобината  $L_7$  се навива върху  $L_6$ . Използват се същият вид тела, както за схемата от фиг. 2.

Във всички схеми, описани дотук, колекторният ток на транзисторите в предусилвателните стъпала е около 1 mA. За случая са подходящи транзисторите SF245 и SF240 (производство на ГДР), които се продават по магазините за резервни части.

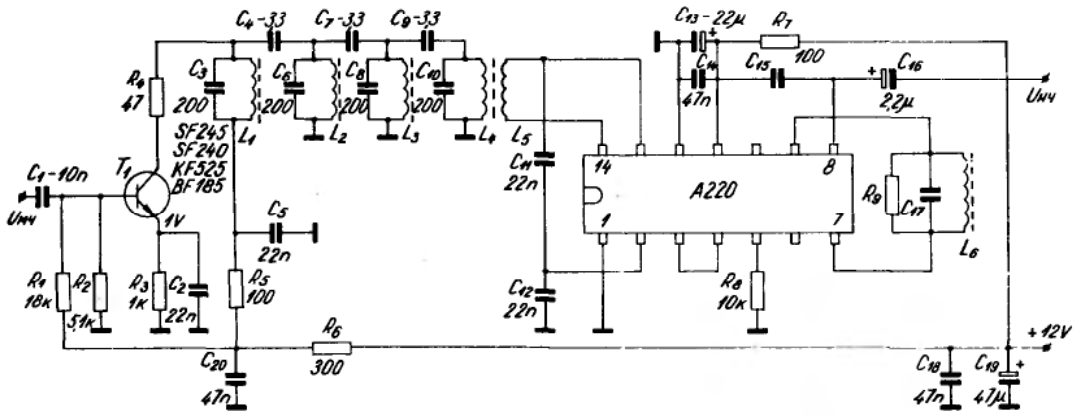
На схемата на МЧУ от фиг. 4 не е показана само веригата за АДЧ. С МЧУ, реализиран по тази схема, са изпробвани УКВ-блоковете за радиоразпръскване с ЧМ-сигнали, описани в бр. 10 и 11, 1982 г., от същия автор.

Усилвателните стъпала, реализирани с транзисторите  $T_1$  и  $T_2$ , са апериодични, а необходимите резонансни свойства се постигат чрез използване на пиезокерамични филтри. Така се премахват трудоемките и обемисти филтри със съсредоточена избирателност. Друга важна особеност е, че в зависимост от използвания пиезокерамичен филтър може да се постигне избирателност по съседен канал, по-добра от 40 dB. Например ако се използват пиезокерамичните филтри SFE 10,7 MA,  $S > 40$  dB, а при SFE 10,7 MA и SFW 10,7 MA  $S > 60$  dB. Освен посочените филтри на фирмата „Murata“ могат да се използват техните еквивалентни, произведени в социалистическите страни.

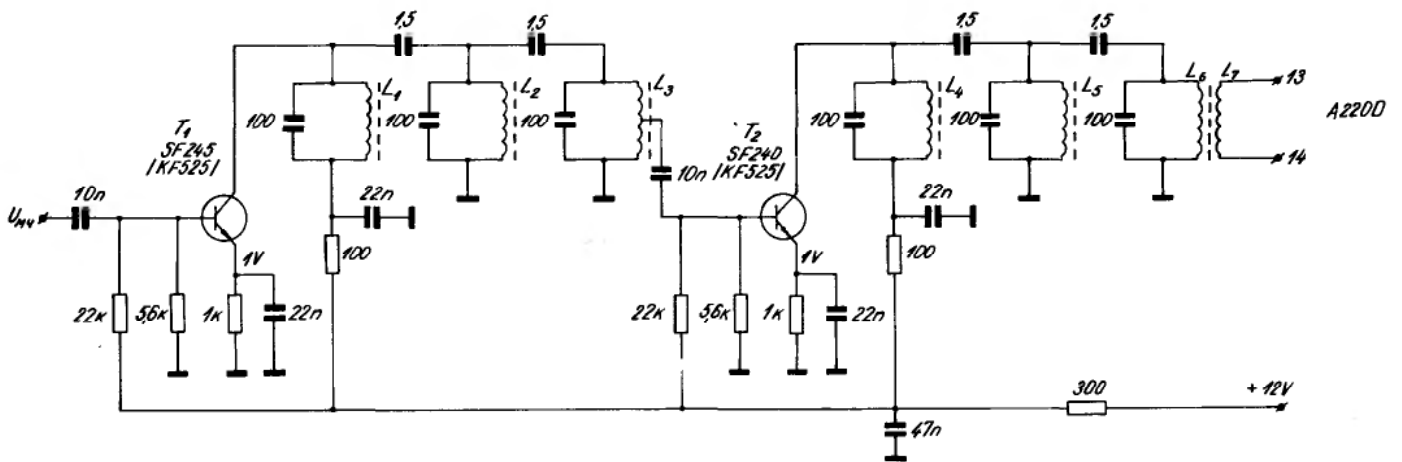
От изхода на второто стъпало сигналът с междинна честота се подава за усилване, ограничение и демодулиране към ИС А220D, от една страна, а, от друга страна, през кондензатора  $C_x = 4$  pF — към ИС



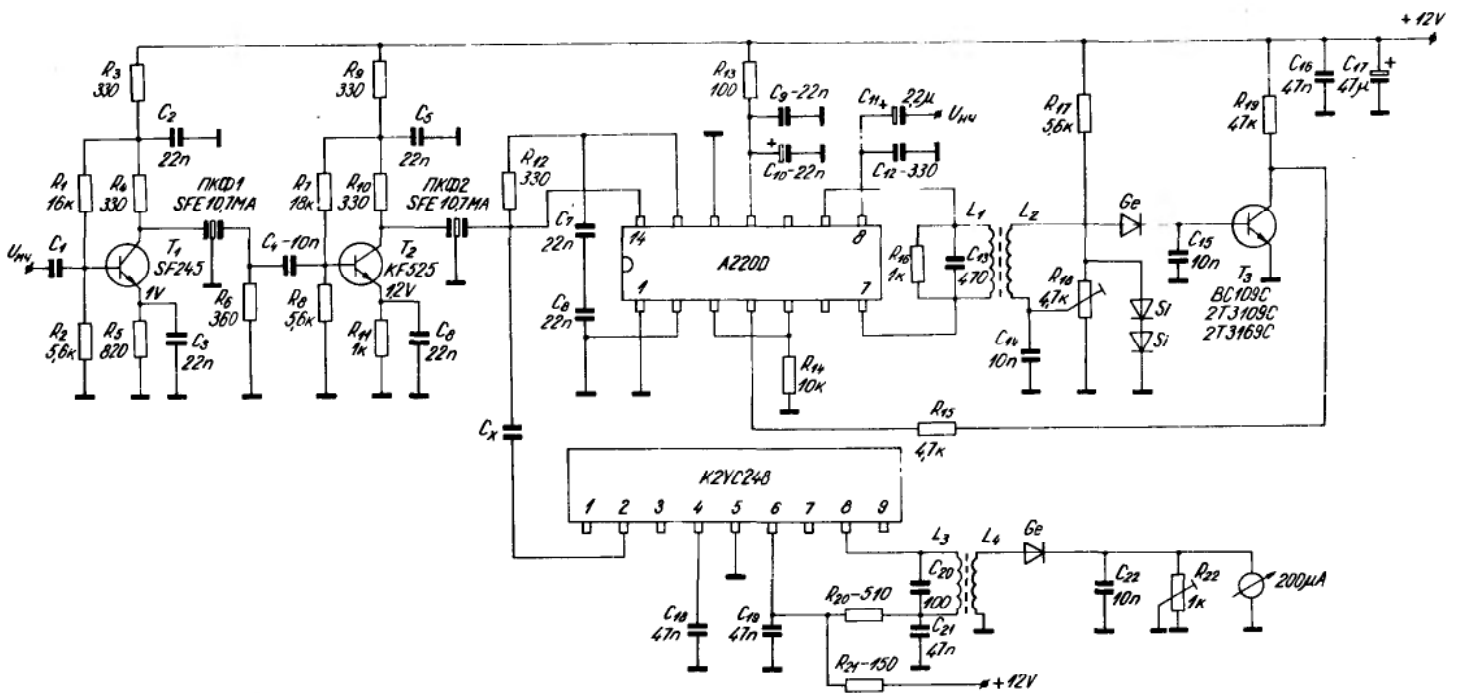
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

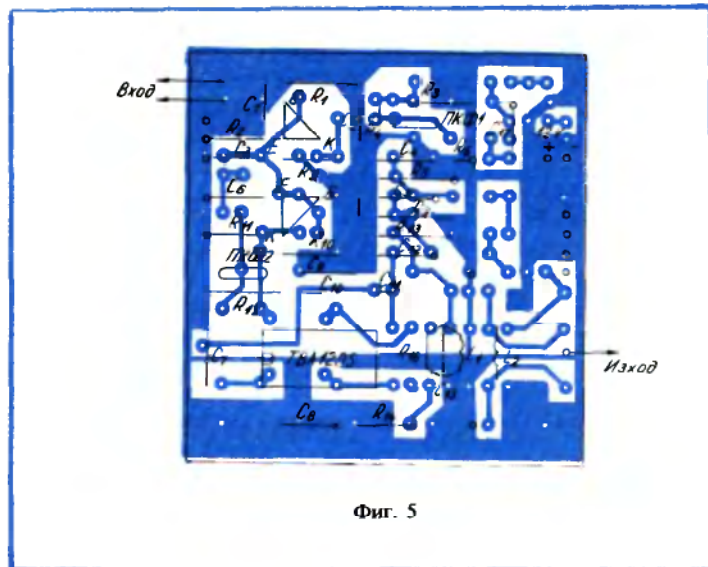
K2UC248, която изпълнява функцията на усилвател на сигнала с междинна честота. Последният се подава за детектиране и отчитане по амплитуда от магнетно-електрическа система с чувствителност около 200  $\mu\text{A}$ . Тя се явява индикатор на полето и на точната настройка. Третият кръг, включващ бобината  $L_3$ , се настройва на честота 10.7 MHz. Капацитетът на кондензатора  $C_x$  се подбира така, че да се подаде необходимото входно напрежение към ИС K2UC248. Част от МЧ-напрежението в дефазиращата бобина  $L_1$  чрез  $L_2$  се подава за детектиране и управлява ключовия транзистор  $T_3$  — BC109C, който изпълнява ролята на шумоподтискащо устройство между станциите. Прагът на задействане на това устройство се регулира с тример-потенциометър в базовата му верига.

Използуваните германиеви диоди трябва да бъдат високочестотни, например SFD106 ÷ SFD112, а силициевите диоди — маломощни, например 2Д5606.

Данните за бобините са следните:  $L_1$  — 9 нав. от проводник ПЕЛ или ПЕЛКЕ с  $\varnothing$  около 0,3 mm;  $L_2$  — 9 нав. от проводник ПЕЛ или ПЕЛКЕ с  $\varnothing$  около 0,1 mm, навиват се върху  $L_4$ ;  $L_3$  — 18 нав. от същия проводник;  $L_4$  — 9 нав., навиват се върху  $L_3$ . Всички бобини се навиват на тела от МЧУ на телевизионен приемник „Юность“ (заедно с феритните ядра).

Необходимото входно напрежение за достигане на добро ограничение е около 8  $\mu\text{V}$ . С този МЧУ са изпробвани споменатите в началото УКВ-блокове. Ако вместо ИС A220D се използва ИС TBA120S, резултатите са по-добри. На фиг. 5 е дадена печатната платка на усилвателя, реализиран с ИС TBA120S, като  $T_3$  и K2UC248 със съответните им елементи не са включени. Може да се разработи нова печатна платка на базата на дадената.

От конструктивна гледна точка най-удобен е линейният монтаж (последователно монтиране). Такъв монтаж намалява до голяма степен паразитната обратна връзка между стъпалата, но той не е удобен поради голямата си площ. Ако се използва по-плътна площта



Фиг. 5

на печатната платка, налага се по-добро екраниране на отделните стъпала и особено на входа от изхода. При спазване на тези условия печатната платка за последната схема има размери около 8 × 6 cm.

Съществуват специализирани интегрални схеми със значително по-добри параметри, които опростяват схемата на МЧУ и дават допълнителни възможности: индикатор за точна настройка с нула в средата; самостоятелна верига за АДЧ; изход за АРУ на ВЧУ и др.

Такива ИС са CA3089, TDA1047, TCA420 и др. Съществуват ИС, които изграждат цял УКВ-ЧМ-радио-приемник.

В описаните схеми на МЧУ се използват материали, които се намират по нашите магазини за резервни части. Трудност представляват пиезокерамичните филтри, но при подходяща комбинация между схемите от фиг. 3 и 4 те могат да се заменят с филтър със съсредоточена избирателност.