

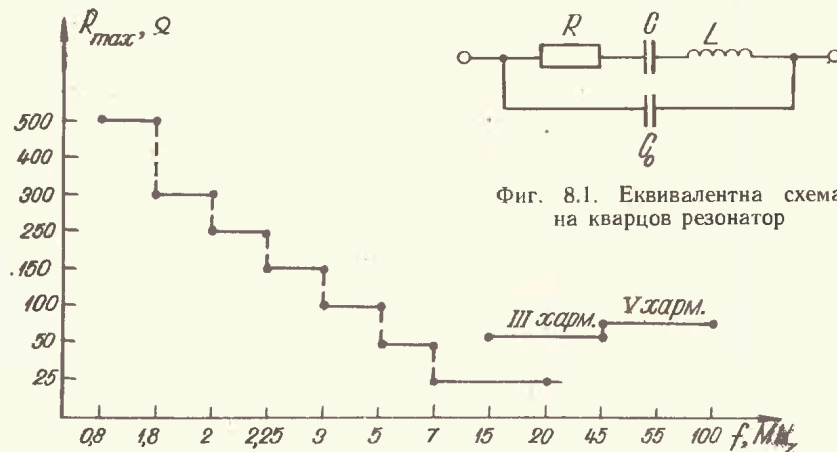
1	2	3	4	5	6	7
РЭС-55А	РС4.569.606	27	0,5	6—36	0,3—1,5	1 превключ- ващ контакт
"	РС4.569.607	12,6	0,5	"	"	
"	РС4.569.608	6	0,5	"	"	
"	РС4.569.609	5	0,5	"	"	
"	РС4.569.610	3	0,5	"	"	

## 8. КВАРЦОВИ РЕЗОНАТОРИ

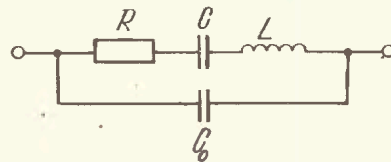
### 8.1. ОСНОВНИ ДАННИ

Еквивалентната схема на кварцов резонатор е показана на фиг. 8.1. Тук  $L$  е еквивалентната динамична индуктивност,  $R$  — еквивалентното динамично съпротивление,  $C$  — еквивалентният динамичен капацитет.  $C_0$  е статичният капацитет, който може да се измери в краищата на кварца независимо дали той работи. Динамичните параметри съществуват само в режим на генерация.

Еквивалентната схема показва наличието на две резонансни честоти. Последователната (сериината) резонансна честота се определя от  $L$  и  $C$ :



Фиг. 8.2. Крива за определяне на активното съпротивление на кварца в зависимост от честотата на трептене



Фиг. 8.1. Еквивалентна схема на кварцов резонатор

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \quad (8.1)$$

а паралелната резонансна честота — от  $L$ ,  $C$  и паралелно свързания капацитет  $C_0$ :

$$f_n = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \frac{C \cdot C_0}{C + C_0}}}. \quad (8.2)$$

Един и същи кварцов резонатор ще работи на различни честоти, ако се включи като генератор в сериен или паралелен резонанс, тъй като при паралелния резонанс върху  $C_0$  влияят и външните паразитни капацитети.

Качественият фактор  $Q$  на резонатора зависи преди всичко от активното му съпротивление  $R$ :

$$Q = 2\pi \frac{f_n L}{R}. \quad (8.3)$$

$R$  зависи от честотата на трептене на кварца и за произвежданите у нас кварцови резонатори може да се намери по фиг. 8.2. Колкото  $R$  е по-малко (респ.  $Q$  — по-голямо), толкова по-лесно се възбужда резонаторът и е по-високо нивото на изходния сигнал.

Основните характеристики, които трябва да се имат предвид при избора на подходящ кварцов резонатор, са:

**Номиналната честота** — това е честотата, за която е предназначен резонаторът и която е маркирана на корпуса му. Действителната му (работна) честота се различава малко от номиналната и това отклонение в проценти се нарича точност на настройката. Точността на настройката се контролира при определена температура, която се нарича температура на настройката.

**Температурна стабилност на честотата** — определя се от максималното относително изменение на честотата на генериране в границите на работния температурен обхват.

### 8.2. КВАРЦОВИ РЕЗОНАТОРИ ПРОМИШЛЕНО ПРОИЗВОДСТВО

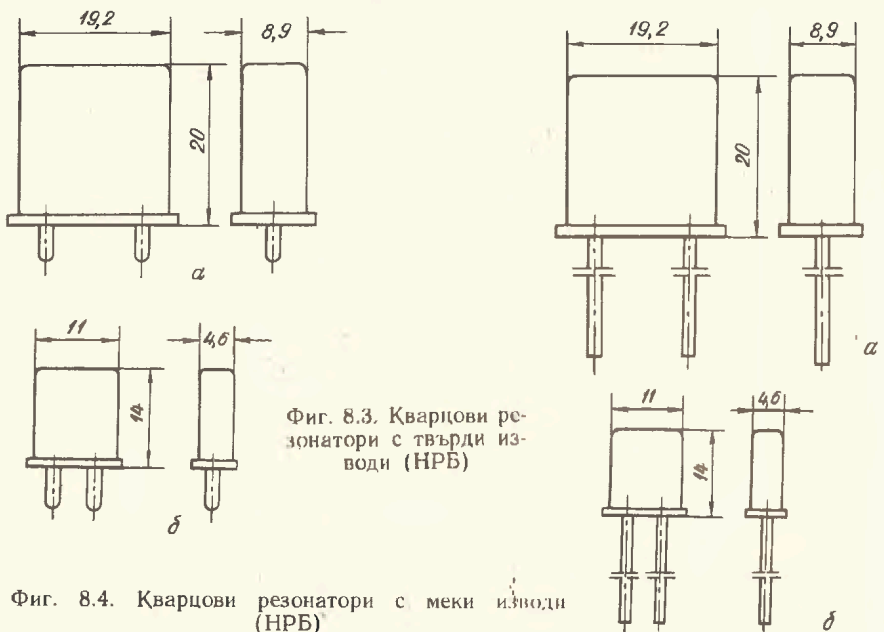
В производство у нас\* се намират следните конструктивни разновидности на кварцови резонатори:

а. Тип Б1 (фиг. 8.3а) и тип М1 (фиг. 8.3б) — с твърди изводи за монтаж чрез цокъл.

\* Завод за електроннопреобразователни елементи — София.

б. Тип Б2 (фиг. 8.4а) и тип М2 (фиг. 8.4б) — с меки изводи за непосредствено запояване.

Някои от основните параметри на българските кварцови резонатори са дадени в табл. 8.1. В табл. 8.2 са посочени темпера-



Фиг. 8.3. Кварцови резонатори с твърди изводи (НРБ)

Фиг. 8.4. Кварцови резонатори с меки изводи (МББ)

турните характеристики на кварцовете. Означението при доставка в съответствие с температурните им зависимости е показано на табл. 8.3 (за обхват 200—350 kHz) и на табл. 8.4 (за обхват 0,75—100 MHz).

Таблица 8.1

Основни данни за кварцови резонатори

Честотен обхват	Вид на трептенето	R, Ω	C <sub>0</sub> , pF	P, mV	Тип на корпуса
1	2	3	4	5	6
200—350 kHz	Основно	1500	7	2	Б1, Б2
0,75—20 MHz	Основно	по фиг. 8.2	7	5—10	Б1, Б2
5—20 MHz	Основно	"	7	5	М1, Б2
15—45 MHz	III хармоник	"	7	2	Б1, Б2
18—55 MHz	III хармоник	"	7	2	М1, М2, Б1, Б2
45—100 MHz	V хармоник	"	7	2	"

Температурни характеристики на резонаторите

Честотен обхват	Температура на настройката, °C	Максимално относително отклонение на честотата при температура на настройката Δf/f, × 10 <sup>-6</sup>	Работен температурен обхват, °C	Относително отклонение на честотата в работния температурен обхват Δf/f, × 10 <sup>-6</sup>
200—350 kHz	25 ± 5	± 50 до ± 75	-10 до +70	± 150 до ± 200
0,75—100 MHz	25 ± 5	± 15 до ± 50	-20 до +70	± 30 до ± 100
"	25 ± 5	± 15 до ± 50	-40 до +70	± 50 до ± 150
"	60 ± 1	± 10 до ± 20	+55 до +65	± 5 до ± 25
5—100 MHz	25 ± 5	± 15 до ± 50	-20 до +70	± 30 до ± 100
"	25 ± 5	± 15 до ± 50	-40 до +70	± 50 до ± 150
"	60 ± 1	± 10 до ± 20	+55 до +65	± 5 до ± 25

Таблица 8.3

Означения на кварцови резонатори

Работен температурен обхват, °C	Температура на настройката, °C	Δf/f в работния температурен обхват, × 10 <sup>-6</sup>	Тип	
			Δf/f при температура на настройката, × 10 <sup>-6</sup>	
			± 50	± 75
-40 до +70	25 ± 5	± 100 ± 150 ± 200	18ГФ 18ГХ 18ГЦ	19ГФ 19ГХ 19ГЦ
"	"	"	"	"

Таблица 8.4

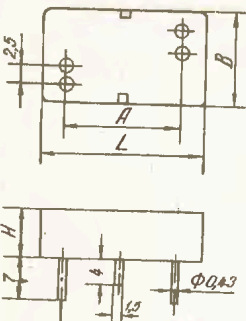
Означения на кварцови резонатори

Работен температурен обхват, °C	Температура на настройката, °C	Δf/f в работния температурен обхват, × 10 <sup>-6</sup>	Тип			
			Δf/f при температура на настройката, × 10 <sup>-6</sup>			
			± 10	± 15	± 20	± 30
-20 до +70	25 ± 5	± 10	13ВН	14ВН	15ВН	17ВН
"	"	± 15	13ВО	14ВО	15ВО	17ВО
"	"	± 20	13ВП	14ВП	15ВП	17ВП
"	"	± 25	13ВП	14ВП	15ВП	17ВП
"	"	± 30	13ВР	14ВР	15ВР	17ВР
"	"	± 30	13ВС	14ВС	15ВС	17ВС
"	"	± 50	13ВТ	14ВТ	15ВТ	17ВТ
"	"	± 75	13ВУ	14ВУ	15ВУ	17ВУ
-40 до +70	"	± 20	13ГП	14ГП	15ГП	17ГП
"	"	± 25	13ГР	14ГР	15ГР	17ГР
"	"	± 30	13ГС	14ГС	15ГС	17ГС
"	"	± 50	13ГТ	14ГТ	15ГТ	17ГТ
"	"	± 75	13ГУ	14ГУ	15ГУ	17ГУ
-60 до +105	"	± 50	13ЖТ	14ЖТ	15ЖТ	17ЖТ
"	"	± 75	13ЖУ	14ЖУ	15ЖУ	17ЖУ
+55 до +65	60 ± 2	± 5	13ЛМ	14ЛМ	15ЛМ	17ЛМ
"	"	± 10	13ЛН	14ЛН	15ЛН	17ЛН
"	"	± 15	13ЛО	14ЛО	15ЛО	17ЛО
+65 до +75	70 ± 2	± 5	13ММ	14ММ	15ММ	17ММ
"	"	± 10	13МН	14МН	15МН	17МН
"	"	± 15	13МО	14МО	15МО	17МО

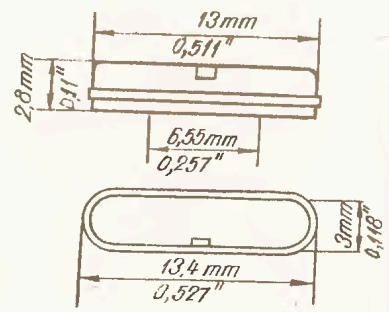
Монолитни кварцови филтри за 10,7 MHz. Намират приложение като лентови филтри за УКВ радиостанции и други радиосъобщителни устройства. Съставени са от няколко двурежимни кварцови резонатора с минимален температурно-честотен коефициент, свързани в каскада. Конструктивно са пригодни за печатен монтаж (фиг. 8.5).

У нас се произвежда серия от монолитни кварцови филтри с номинална честота 10,7 MHz (табл. 8.5) и 21,4 MHz (табл. 8.6).

Часовникови кварцови резонатори. У нас се произвеждат и миниатюрни кварцови резонатори (фиг. 8.6) с висока механична устойчивост и добра температурна стабилност.



Фиг. 8.5. Монолитни кварцови филтри за честота 10,7 MHz (НРБ)



Фиг. 8.6. Часовникови кварцови резонатори (НРБ)

Основните им параметри са:  
 Номинална честота  
 Точност на настройката  
 Сериен донастройващ капацитет  
 Качествен фактор  
 Статичен капацитет  
 Динамичен капацитет  
 Еквивалентно динамично съпротивление  
 Температурен коефициент

32,768 Hz  
 $\pm 20 \cdot 10^{-6}$   
 20 pF  
 100 000  
 2,6 pF  
 0,005 pF  
 10 kΩ  
 $-4 \cdot 10^{-8} / ^\circ\text{C}$

Таблица 8.5.

Данни за монолитни кварцови филтри 10,7 MHz

Параметър	Тип	MCF 10,7 -15A	MCF 10,7 -15C	MCF 10,7 -15D	MCF 10,7 -15E	MCF 10,7 -7,5A	MCF 10,7 -7,5C	MCF 10,7 -7,5D	MCF 10,7 -7,5E
Номинална честота, MHz	1	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7
Лента на пропускане, kHz		± 7,5	± 7,5	± 7,5	± 7,5	± 3,75	± 3,75	± 3,75	± 3,75
— на ниво 3 dB		± 25	± 22	± 20	± 17,5	± 12,5	± 12,5	± 12,5	± 11
— на ниво 6 dB		0,5	2	2	2	0,5	2	2	2
Лента на спиране, kHz		20	60	60-80	75-90	20	60	90	90
— на ниво 20 dB		1	3	4	5	1	3	4	5
— на ниво 60 dB		3	3	3	3	3,3	2,2	3,3	2,2
— на ниво 80 dB									
— на ниво 90 dB									
Неравномерност на лентата на пропускане, dB									
Затихване, dB									
Максимално внесено затихване в лентата на пропускане, dB									
Товарен импеданс, kΩ									
Канално отстояние, kHz									
Размери L×B×H, mm		11,5×4,5	15×12×15	18,5×12×15	23×12×15	10,5×12×4,3	15×12×15	18,5×12×15	23×12×15

Таблица 8.6

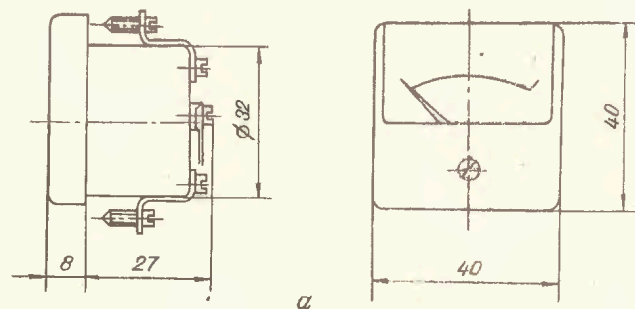
Данни за монолитни кварцови филтри 21,4 MHz

Тип	MCF 21,4 -12AM	MCF 21,4 -12DM	MCF 21,4 -15AM	MCF 21,4 -15DM
Номинална честота, MHz	21,4	21,4	21,4	21,4
Лента на пропускане на нивото 3 dB, kHz	$\pm 6,4$	$\pm 6,4$	$\pm 7,5$	$\pm 7,5$
Лента на спиране, kHz				
— на ниво 15 dB	$\pm 20$		$\pm 25$	
— на ниво 80 dB		$\pm 20$		$\pm 25$
Неравномерност в лентата на пропускане, dB	0,5	2	0,5	2
Затихване, dB	15	80	15	80
Максимално внесено затихване в лентата на пропускане, dB	1	4	1	4
Товарен импеданс, k $\Omega$	1,2	1,2	1,2	1,2
Канално отстояние, kHz	20	20	25	25

## 9. СТРЕЛКОВИ ИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ

### 9.1. МАГНИТОЕЛЕКТРИЧЕСКИ СИСТЕМИ ПРОМИШЛЕНО ПРОИЗВОДСТВО

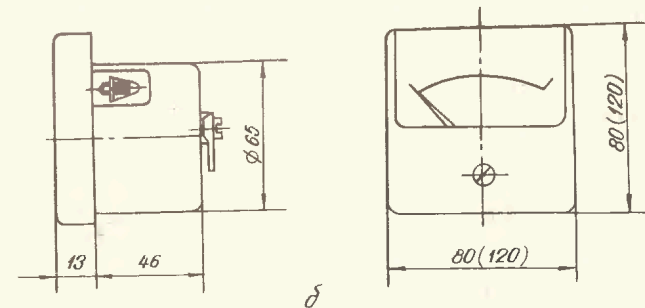
От произвежданите у нас\* стрелкови системи от магнитоелектрически тип най-голям интерес за радиолюбителите представляват системите МР40 (фиг. 9.1а), МР80 и МР120 (фиг. 9.1б).



Фиг. 9.1 а

\* Приборостроителен завод — гр. Плевен.

Ъгълът на отклонение на стрелката за МР40 е 90°, а за другите два типа — 80°. В производствената номенклатура на завода влизат микро-, мили- и амперметри от 10  $\mu$ A до 2500 A (табл. 9.1), както и мили- и волтметри от 10 mV до 25 kV (табл. 9.2).



Фиг. 9.1. Магнитоелектрични системи промишлено производство (НРБ)

Таблица 9.1

Данни за български амперметри

МР40		МР80 и МР120	
обхват	вътрешно съпротивление $R_M, \Omega$	обхват	вътрешно съпротивление $R_M, \Omega$
1	2	3	4
60 $\mu$ A	4000	10 $\mu$ A	6000
100 $\mu$ A	1800	15 $\mu$ A	6000
150 $\mu$ A	800	25 $\mu$ A	6000
250 $\mu$ A	800	40 $\mu$ A	6000
400 $\mu$ A	500	60 $\mu$ A	6000
600 $\mu$ A	330	100 $\mu$ A	1800
1 mA	330	150 $\mu$ A	850
1,5 mA	80	250 $\mu$ A	850
2,5 mA	33	400 $\mu$ A	850
4 mA	18	600 $\mu$ A	750
6 mA	7	1 mA	185
10 mA	3,5	1,5 mA	125
15 mA	—	2,5 mA	50
25 mA	—	4 mA	33
40 mA	—	6 mA	15
60 mA	—	10 mA	3
100 mA	—	15 mA	1,1
150 mA	—	25 mA	0,9
250 mA	—	40 mA	0,24
400 mA	—	60 mA	—
600 mA	60 mV	100 mA	—
1 A	—	150 mA	—
1,5 A	—	250 mA	—
2,5 A	—	400 mA	—