

Miodrag Miljković, dipl.ing.

Srećko Zrilić, dipl.ing.

INSTITUT "MIHAILO PUPIN"

## MINIJATURIZACIJA NISKOFREKVENTNIH KRISTALNIH JEDINKI

## MINIATURIZATION OF LOW FREQUENCY QUARTZ CRYSTAL UNITS

SADRŽAJ - U radu su dati osnovni parametri niskofrekventnih kristalnih jedinki u vakumu u metalnim hladno varenim kućištima u frekventnom opsegu 4-850 kHz.

ABSTRACT - In the paper general informations on the parameters of low-frequency quartz crystal units sealed in the vacuum coldwelded holders in the frequency range 4-850 kHz are given.

### 1. UVOD

Niskofrekventne jedinice kristala kvarca obuhvataju frekventni opseg od nekoliko stotina Hz do oko 1 MHz. Ovaj širok opseg pokriva se sa više tipova kvarcnih rezonatora koji obuhvataju pojedine delove frekventnog opsega uz mogućnost manjeg ili većeg preklapanja. Zajednička karakteristika ovih rezonatora je da im rezonantna frekvencija zavisi od njihove dužine i širine. To znači da su mogućnosti smanjivanja dimenzija rezonatora jedne određene frekvencije u cilju minijaturizacije kristalne jedinice veoma ograničene. Kod visokofrekventnih AT jedinice problem minijaturizacije rešava se smanjivanjem prečnika okrugle rezonatorske pločice, što ima sekundarni uticaj na njenu rezonantnu frekvenciju jer ona pretežno zavisi od debljine. Promena odnosno smanjivanje površine pločice kod AT jedinice u prvoj aproksimaciji ne utiče na rezonantnu frekvenciju, dok takva promena kod niskofrekventnih tipova bitno menja frekvenciju. To znači da se ovde minijaturizacija ne može obaviti običnim smanjivanjem dimenzija kvarcnih vibratora. Rešenje problema nalazi se u izboru pogodnih tipova kućišta i preraspodelom unutar frekventnog opsega u korist onih tipova rezonatora koji za istu frekvenciju nude manje dimenzije. Dalje, optimalne karakteristike niskofrekventnih jedinice (visok faktor dobrote na prvom mestu) dobijaju se u kućištima koja omogućuju zadržavanje vakuma u njihovoj unutra-

šnjosti posle zatvaranja. Kompletno rešenje problema nalazi se u primeni metalnih kućišta koja se zatvaraju postupkom hladnog varenja. Uz to zbog svojih dimenzija ova kućišta omogućuju i smanjivanje spoljnih mera kristalne jedinke što je i cilj ovog rada.

## 2. POSTUPAK MINIJATURIZACIJE

Asortiman hladno varenih kućišta koja se mogu koristiti za niskofrekventne jedinke je vrlo velik. Uzimajući u obzir oblik i dimenzije može se nabrojati više od 10 tipova. U našem radu rukovodili smo se principom ekonomičnosti i uniformnosti i uspeali da frekventni opseg od 4 kHz do 850 kHz smestimo samo u četiri tipa kućišta što ujedno predstavlja i najveći doprinos ovog razvoja. U tabeli br. 1. date su oznake ovih tipova kućišta sa najvažnijim dimenzijama. U poslednje dve kolone dati su podaci o najvećim dimenzijama vibratorskih pločica koje se mogu ugraditi u pojedine tipove kućišta. Ova ograničenja opredelila su i podelu frekventnog opsega po tipovima kućišta i tipovima vibratora.

U navedenom opsegu frekvencije korišćeni su sledeći tipovi vibratora svrstani po rastućim frekvencijama:

XY'      NT      X      DT      SL

Tabela br. 1.

Tipovi hladno varenih kućišta

Tip			Dimenzije kućišta (mm)				Najveće dimenzije kvarcnog vibratora		
JUS	IEC	MIL	dužina	prečnik	širina	debljina	dužina	širina	oblik
35	SP	HC-35	60	8.5	-	-	55	5	pravougaonik
34	CN	HC-35	39	8.5	-	-	35	5	
33	CM	HC-35	25	8.5	-	-	20	5	
09	DN	HC-36	19.5	-	19.0	9.0	15	6	kvadrat
							12	12	

Podela tipova po delovima frekventnog opsega zavisi od dimenzija koje se dobiju na osnovu proračuna i slobodnog prostora koji stoji na raspolaganju u kućištu. Ta činjenica ograničavala je dimenzije vibratora na unapred date maksimume. Tipovi vibratora i slobodni parametri, na prvom mestu odnosa širina/dužina, birani su

tako da se prostor u kućištu maksimalno ispunji tj. da pločice budu što veće. Ovo se pozitivno odražava na intenzitet oscilovanja a time i na faktor dobrote jedinke. U nekim slučajevima ispunjenje ovog uslova dalo je nepovoljnije temperaturne karakteristike jedinke u širem temperaturnom opsegu zbog pomeranja temperature maksimuma temperaturne karakteristike To ka višim temperaturama. U tabeli br. 2. data je po ovim kriterijumima raspodela frekventnog opsega po tipovima a na sl. 1. dijagram sa šemama oblika primenjenih vibratora i njihovim približnim dimenzijama. Može se uočiti da se dimenzije vibratorskih pločica u celom frekventnom opsegu uklapaju u maksimalno moguće.

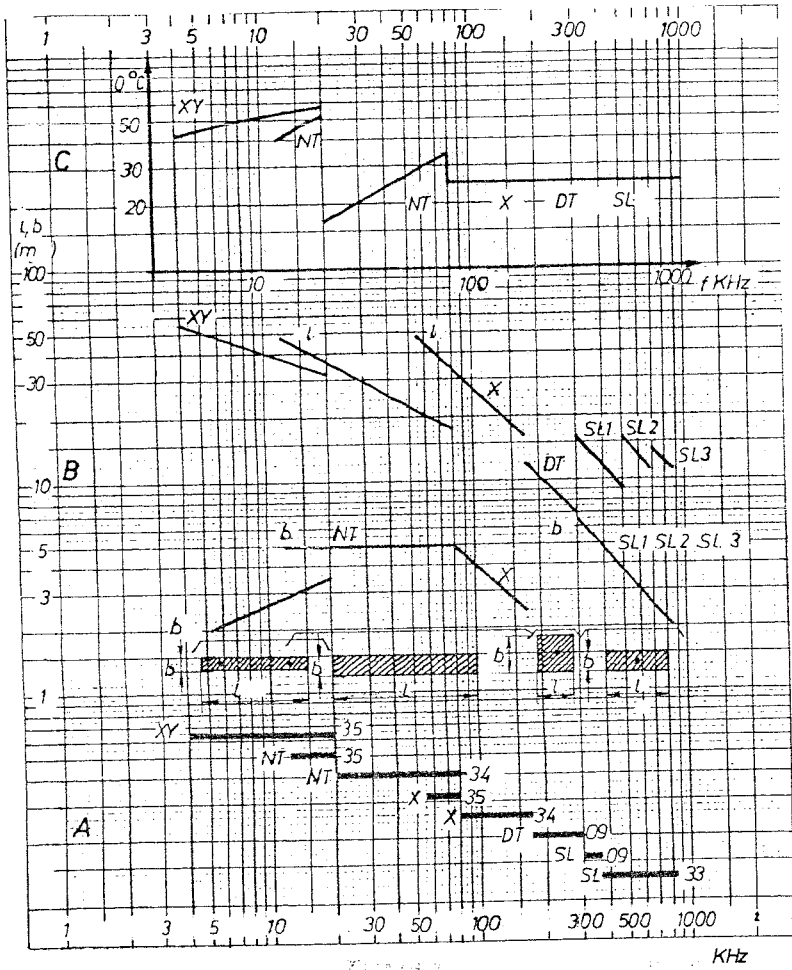
Na sl.2. dat je dijagram tipičnih veličina ekvivalentne serijske otpornosti ove familije hladno varenih jedinke. Oblast omeđjena isprekidanom linijom navodi se u IEC-publikaciji 122-2 "Uputstvo za upotrebu kristalnih jedinke" kao oblast u kojoj se mogu naći vrednosti otpornosti jedinke u vakumu. Vidi se da naše ostvarene vrednosti obeležene tačkama u šrafiranim trakama leže uz donje granice IEC - oblasti, što je dokaz da i pored veoma ekonomičnog izbora broja tipova kućišta nije došlo do degradacije osobina ove familije kristalnih jedinke u odnosu na svetske standarde.

Tabela br. 2.

## Raspodela frekventnog opsega

Frekventni opseg (kHz)	Tip kućišta	Tip vibratora	Frekventni opseg (kHz)	Tip kućišta	Tip vibratora
4 - 20	35	XY	175 - 300	09	DT
12 - 20	35	NT	300 - 360	09	SL1
20 - 80	34	NT	360 - 500	33	SL1
55 - 80	35	X	500 - 700	33	SL2
80 - 175	34	X	700 - 850	33	SL3

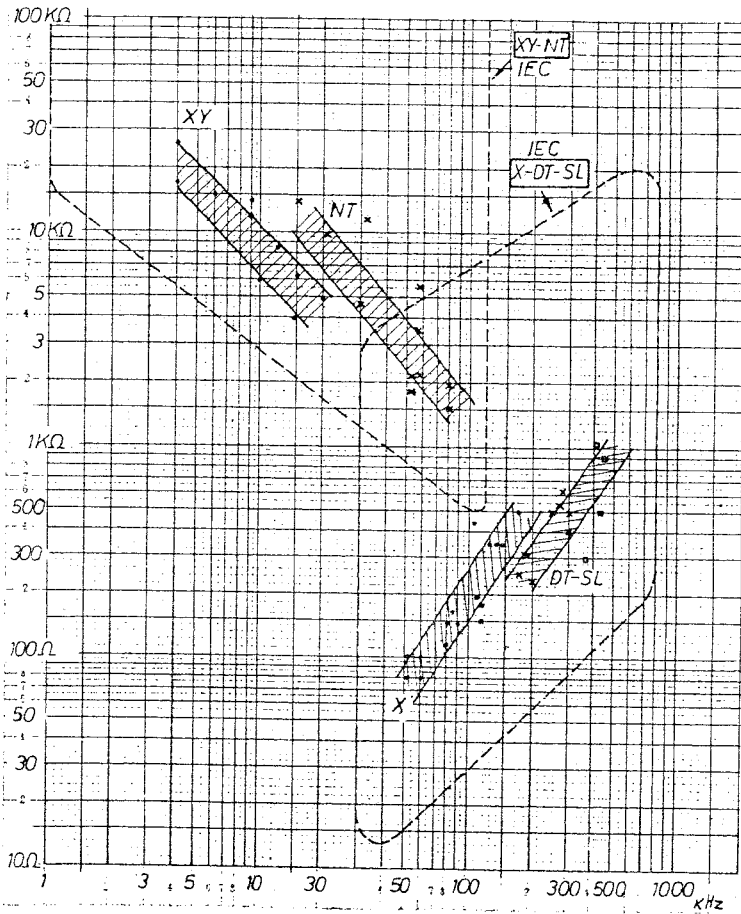
Primenom novih tipova kućišta ostvaruje se smanjenje zapremine kućišta oko 10 puta u odnosu na noval balone.



Sl.1. A. Raspodela frekventnog opsega prema tipu kućišta i tipu vibratora

B. Približne dimenzije širine i dužine vibratora  $l$  i  $b$

C. Tipične vrednosti temperature maksimuma  $T_0$  temperaturne karakteristike

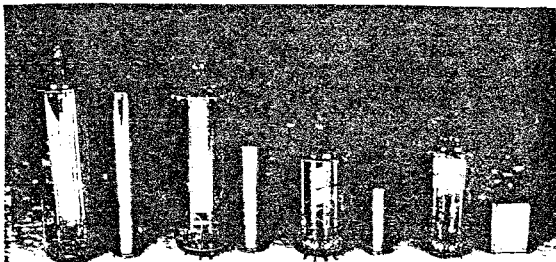


Sl. 2. Ekvivalentna serijska otpornost

II.284

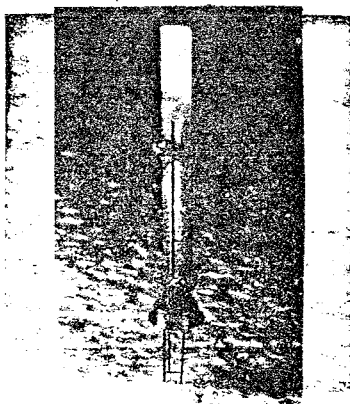
Na sl.3. data je fotografija nove serije niskofrekventnih jedinki zajedno sa prethodnom serijom vakumskih jedinki u noval staklenim balonima. Prikazani su uzorci istih frekvencija.

Na sl.4. dat je izgled konstruktivnog rešenja kristalne jedinke 60 kHz tipa X u kućištu 35.



Sl.3. Stara i nova serija vakumskih NF jedinki

S leva na desno: 6.6 kHz noval i kućište 35. Smanjenje zapremine 7 puta  
20 kHz noval i kućište 34. Smanjenje zapremine 10 puta  
350 kHz noval i kućište 33. Smanjenje zapremine 11 puta  
200 kHz noval i kućište 09. Smanjenje zapremine 8 puta



Sl.4. Konstrukcija kristalne jedinke 60 kHz Tip X

## 3. ZAKLJUČAK

Niskofrekventne jedinice u hladno varenim kućištima sa veoma strogim zahtevima u našoj zemlji široko se koriste u profesionalnim uređajima a naročito pilot oscilatorima, oscilatorima nosećih frekvencija i kristalnim filterima kod višekanalnih uređaja za visokofrekventnu telefoniju, kod telegrafskih i drugih komunikacionih uređaja. U odnosu na ranije konstrukcije u staklenim neval balonima odlikuju se većom izdržljivošću na mehanička opterećenja, manjim dimenzijama i jednostavnijom tehnologijom zatvaranja. U odnosu na obična metalna kućišta sa neutralnom atmosferom odlikuju se većim faktorom dobrote, boljim karakteristikama starenja a takodje i manjim dimenzijama.

Na kraju rada treba istaći da se za široku potrošnju u časovnicima ili mikroprocesorima koriste tzv. mikro NF jedinice standardnih frekvencija u opsegu oko 30 - 100 kHz veoma malih dimenzija čiji se vibratorji izradjuju fotolitografskim postupkom. Ovaj asortiman ne treba mešati sa ovde opisanim koji je namenjen za visoko profesionalne zahteve.

## Literatura

1. R.Bechmann: "Quartzoszillatoren und Resonatoren im Bereich Von 50 bis 300 kHz. Hochfrequent technik und Elektroakustik" Januar 1943
2. N.J. Beane, R.C. Richards: "Flexure mode quartz oscillators" The Markoni Review, Vol. 16, 4th quarter 1953
3. R.J. Byrne and R.L. Reynolds: "Design and Performance of a New Series of Cold Welded Crystal Unit Enclosures" 18th Annual Frequency Control Symposium, 1974 pg 166
4. "Quartz crystal units for frequency control and selection" IEC Publication 122-2, 1983