

**RTV KLUB MURSKA SOBOTA**

# **DIGITALNI MOSTOVI**

**"HITRI PACKET RADIO"**

**Murska Sobota, september 2000**

# Kako naročiti kremenčev kristal?

Matjaž Vidmar, S53MV

Kremenčevi kristali so razmeroma "neroden" sestavni del, saj običajno potrebujemo kristal za točno določeno frekvenco. V večini gradenj zato radioamaterji poskušamo uporabiti razpoložljive kristale oziroma celo gradnjo prilagoditi "računalniškimi" kristalom (standardne taktne frekvence), CB kristalom ali kristalom iz lastne zbirke dragocenih kamnov. Žal takšna izbira vedno ni možna in v tem slučaju je treba naročiti namensko izdelan kristal.

Industrijska izdelava kremenčevih kristalov ni običajna, mogoče z izjemo "računalniških" kristalov. Z izdelavo večine kristalov v večjih in manjših serijah ter celo posamičnih kosov se ponavadi ukvarjajo obrtniške delavnice. Žal pri nas v Sloveniji ne izdeluje kremenčevih kristalov nihče, zato bo treba kristale naročiti v tujini. V tujini seveda srečamo vrsto ponudnikov, od firm s skoraj velikoserijsko proizvodnjo in strogo kontrolo kvalitete izdelkov do zakotnih obrtnikov, ki so nekje kupili odpisano opremo za brušenje kristalov.

O izvedbi in delovanju kremenčevih kristalov sem že pisal v CQ ZRS 6/94, strani 24-30, v članku: "Kremenčevi kristali, kristalna sita in oscilatorji". Žal v omenjenem članku nisem nič napisal o tem, kako naročiti namensko izdelavo kristala za neko napravo. V tem članku se bom zato omejil na tisto, kar moramo sporočiti izdelovalcu kristala, da bomo čez mesec dni dobili domov željen izdelek. Pri tem smatram, da si je bralec že natančno prečital članek v CQ ZRS 6/94 in zato istih stvari tu ne bom ponavljal.

Izdelava kvalitetnega kristala je zahtevno opravilo. Proizvajalec mora najprej izžagati rezino iz večjega kosa kristala pod točno določenim kotom. Kot rezanja bo določal lastnosti izdelka, predvsem njegovo temperaturno odvisnost! Rezino točno določene debeline je treba nato umetno starati: segreti in ohlajati. Končno se rezina zbrusi na točno debelino, ki določa rezonančno frekvenco. Na rezino se nazadnje naporita elektrodi in celoten izdelek se vgradi v neprodušno ohišje.

Takšen postopek izdelave kristala je dolgotrajen. Umetno staranje lahko traja tudi mesec dni, preden se rezina ustali. Nekateri večji proizvajalci skladiščijo večje količine rezin različnih debelin. Proti primernemu plačilu vam takšni proizvajalci izdelajo željeni kristal v samo nekaj dneh. Mali obrtniki brez ogromnega skladišča potrebujejo najmanj mesec dni, da izdelajo kvaliteten kristal. Nekateri vam izdelek ponujajo tudi dosti prej, ampak frekvenca takšnega kristala bo vse prej kot stabilna!

Pri izbiri ponudnika, ki naj bi nam izdelal željeni kristal, je zato dobro biti previden. Najcenejši ponudnik verjetno ni najboljša izbira. Od resnega ponudnika bomo dobili vsaj katalog, kakšne kristale zna izdelati. Glede na to, da večina naročnikov ne pozna natančnega delovanja kristalov in so razočaranja zaradi napačnih naročil pogost pojav, vam resni izdelovalci pošljejo po pošti ali po telefaksu vprašalnik, v katerega je treba vnesti celo vrsto podatkov o željenem kristalu.

Če hočemo naročiti pravi kristal, potem moramo natančno poznati električno vezje (oscilator, sito ali diskriminator), kjer bo kristal deloval. Načrtovalec vezja

običajno vsaj v gorbem opiše, kakšen kristal potrebuje njegovo vezje. Iz zahtev vezja potem sestavimo zahteve za proizvajalca kristala, ki naj bi vsebovale naslednje točke (ki jih najdemo tudi v zgoraj omenjenih vprašalnikih):

(1) Rez kristala (crystal cut), nam pove, kako je rezina izrezana glede na kristalne osi kremenca. Za frekvence nad 2MHz je to običajno "AT" rez, rezina pa je danes ponavadi v obliki diska.

(2) Mehanski rod nihanja kristala (resonance mode) pove, na kakšen način bomo uporabili kristal. "AT" kristali lahko nihajo na:

- osnovni rezonanci (fundamental resonance),
- tretjem overtonu (3rd overtone resonance),
- petem overtonu (5th overtone resonance),
- sedmem overtonu (7th overtone resonance) itd...

Pri tem se zavedajmo, da overtoni NISO harmoniki, kot je to na dolgo in široko razloženo v CQ ZRS 6/94. Rod nihanja kristala določa številne električne lastnosti kristala, zato vezje prav gotovo ne bo delovalo s kristalom, ki je izdelan za napačni overton!

(3) Frekvenca kristala (crystal frequency) bi morala biti graditelju naprave znana. Frekvenca se seveda nujno nanaša na izbrani mehanski rod nihanja kristala. Frekvenco moramo podati proizvajalcu čimbolj natančno, s točnostjo vsaj 100Hz ali še boljše 10Hz. Čeprav se frekvenco kristala da premakniti za kakšen kHz z zunanjimi sestavnimi deli, takšno "vlečenje" kristala izredno poslabša stabilnost frekvence.

(4) Rezonanca kristala (crystal resonance) je zavajajoč izraz, saj smo rezonanco že opisali z mehanskim rodom nihanja kristala. Ta podatek v resnici pove, v kakšnem vezju merimo frekvenco kristala! Kristalom lahko določimo:

- zaporedno rezonanco (series resonance) ali
- vzporedno rezonanco (parallel resonance) z določenimi pF.

Zaporedna rezonanca je enoveljavno določena, pri vzporedni rezonanci pa moramo navesti še vrednost kondenzatorja (običajno 20pF ali 30pF). Frekvenca vzporedne rezonance istega kristala je seveda nekoliko višja od zaporedne rezonance. Pri naročanju kristala obvezno naročimo takšen kristal, da način merjenja frekvence ustreza pogojem delovanja kristala v našem vezju. Če se tega ne držimo, bo treba frekvenco kristala "vleči" s kondenzatorjem ali tuljavo, kar bo imelo porazen učinek na temperaturno stabilnost frekvence.

(5) Temperaturno območje delovanja (operating temperature range) je smiselno zahtevati takšno, ki ustreza okoliščinam, kjer bo kristal deloval. Na osnovi tega podatka bo proizvajalec natančno nastavljal oba kota, pod katerima bo izrezal rezino iz kremenovega kristala. Z izbiro dveh kotov lahko proizvajalec z izpiljeno tehnologijo izniči linearni in kvadratični člen temperaturne odvisnosti frekvence kristala ter nastavi preostali kubni člen tako, da bo odstopanje frekvence izdelka v predpisanem temperaturnem območju res minimalno. Kristal za delovanje na sobni

temperaturi zato ne sodi v ogrevani termostat in obratno. Kako se bo obnašal kristal, ki ga je izrezal nemarni obrtnik s stroji, ki jih je privlekel iz odpada, je seveda drugo vprašanje. Seveda lahko temperaturno stabilnost kristala pok- varimo tudi sami z neprimernim vezjem in pretiranim "vlečenjem" frekvence.

- (6) Točnost frekvence (frequency tolerance) je v tesni povezavi s temperaturnim območjem delovanja kristala kot tudi s staranjem kristala. Oboje lahko odčitamo v katalogu resnega ponudnika kristalov, ki nam običajno ponuja nekaj smiselnih kombinacij. Kristali z majhnim staranjem in ožjimi tolerancami frekvence zahtevajo daljši postopek izdelave in so temu primerno dražji. Točnost frekvence se največkrat izraža v ppm (parts-per-million) nazivne frekvence delovanja.
- (7) Zaporedna upornost (series resistance), ponavadi označena Rs, opisuje izgube v kristalu na rezonančni frekvenci. Dober kristal ima nižjo Rs od umazanega in netočno brušenega kristala. Proizvajalec nam običajno zagotavlja, da bo Rs njegovih kristalov nižji od predpisane gornje meje, običajno med 50 in 100ohmi. Pred naročilom kristala je zato pametno prelistati kataloge čimveč proizvajalcev in si ogledati, kaj obljublajo za kristal željenega rodu nihanja in rezonančne frekvence. Pri prevzemu večje količine kristalov je pametno preveriti (izmeriti) srednjo vrednost in odstopanje Rs! Kristale neresnih proizvajalcev prepoznamo prav po velikih odstopanjih Rs med posameznimi primerki.
- (8) Rezonančna induktivnost (resonance inductance) je v velikostnem razredu nekaj mH ter jo določa velikost elektrod in debelina rezine. Ponavadi je ne moremo prosto izbirati, pač pa nam proizvajalec v katalogu našteje nekaj možnosti, med katerimi lahko izbiramo.
- (9) Kapacitivnost elektrod in ohišja (electrode and package capacitance) z oznako Co je prav tako v

glavnem odvisna od površine elektrod in debeline rezine. Tudi tu lahko le izbiramo med nekaj možnostmi, ki jih proizvajalec navaja v katalogu. Kapacitivnost elektrod Co, rezonančna induktivnost L in zaporedna upornost Rs so med sabo vezane veličine!

- (10) Ohišje kristala (crystal package) prav tako spada med podatke, ki jih moramo navesti pri nabavi kristala. Med proizvajalci so najbolj razširjene ameriške oznake za ohišja. Večino kristalov tako dobimo v ohišju HC-18/U, to je kovinska škatlica višine približno 13mm (pol cole!) z dolgima, tankima žičnima izvodima za spajkanje. CB kristale dobimo v enako velikem ohišju HC-25/U, ki pa ima namesto žic kratki in debeli nožici za v podnožje. Starejše kristale in kristale za nižje frekvence dobimo pogosto v večjem ohišju HC-6/U, ki je prav tako opremljeno z nožicama za v podnožje. Sodobni kristali imajo večinoma zavarjen pokrov, pri starejših kristalih in izdelkih malih obrtnikov pa je pokrov preprosto zaspajkan. Kristal sam je običajno vgrajen na dveh vzmetnih žičkah, ki hkrati služita kot priključka do elektrod. Na posebno željo kupca bo resen proizvajalec pritr dil rezino kristala v treh točkah. Izboljšano vzmetenje v treh točkah bistveno povečuje odpornost kristala na tresljaje in udarce, ki je nujno potrebna v mobilnih in prenosnih napravah.

Iz gornjega sestavka je razvidno, da naročilo pravega kristala zahteva kopico podatkov. Le s posredovanjem pravih podatkov lahko pričakujemo, da bomo čez mesec ali dva dobili nazaj željen izdelek, s katerim bo naša naprava končno oživela. Podatke o željenem kristalu moramo iz načrta naprave oziroma opisa izluščiti sami, saj proizvajalec nima časa, da bi preučeval delovanje našega oscilatorja. V dvomu je vsekakor bolje prej vprašati načrtovalca naprave, kot pa naročiti napačne kristale!