

# Tantalske muke

*Inovacije u elektronici ne odnose se samo na poluvodiče. Značajan napredak postignut je i kod pasivnih sastavnih dijelova. U području malih elektrolitskih kondenzatora za visoke zahtjeve, dugo vremena nije bilo zamjene za tantal-kondenzatore. Dok su tantalski elektrolitski kondenzatori sve skuplji, aluminijski elektrolitski kondenzatori postaju sve bolji. U međuvremenu, nove vrste aluminijskih elektrolitskih kondenzatora u obliku kapljice na najboljem su putu da preuzmu primat.*

**T**ako još ne poznaje, te male, šarene kapljice s dvije žice na donjoj strani. Te obojene pjege ne zauzimaju puno mjesta, a ukras su tiskane pločice. Osim toga, poznato je da bi tantali trebali biti jako dobri elektrolitski kondenzatori, a

konačno, nisu baš ni jeftini.

I u sklopovima u ERWO ELEKTRONICI, često se pojavljuje tantal. Ne samo zbog vizualnog dojma, već prije svega zbog posebnih svojstava kao što su uskladištenost, nizak faktor gubitka, konstantnost kapaciteta i povoljan tijek impedancije.

Uz visoku cijenu tantali imaju i druge nedostatke, no s obzirom na prednosti i nepostojanje alternative ta se činjenica zanemarivala. Međutim, sada postoje i alternative: aluminijski elektrolitski kondenzatori sa suhim elektrolitima obećavaju bolja svojstva za manje novaca. Impetaj aluminijskih elektrolitskih kondenzatora uzvraća!

## Zašto tantali?

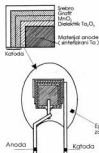
Promatrajući najnoviji razvoj aluminijskih elektrolitskih kondenzatora postavlja se pitanje: čemu uopće još tanta? Unaprijed dajemo odgovor: tantali su bili i ostali nešto manji od najmanjih aluminijskih elektrolitskih kondenzatora istog kapaciteta i nazivnog napona.

No, vraćimo se razlogu, koji je do sada vrijedio, za uporabu tantala, a proizlazi iz usporedbe s konvencionalnim aluminijskim kondenzatorima s tekućim elektrolitima.

Nasuprot mokrim elektrolitskim kondenzatorima, tantali sa suhim elektrolitima imaju sljedeće prednosti:

- male dimenzije,
- dobru uskladištenost,
- povoljnu frekvencijsku i temperaturnu ovisnost impedancije,
- malu struju mirovanja (polariziranja),
- nizak faktor gubitaka.

Dobra uskladištenost je posebno vrijed-



**Slika 1** Shematski prikaz konstrukcije tantalskog elektrolitskog kondenzatora u obliku kapljice (vršni elektrolit)

na pažnje. Čak i nakon dugogodišnjeg uskladištenja kapacitet i struja mirovanja ostaju skoro nepromijenjeni. Ne dolazi do uhođavanja i pojačanom strujom polariziranja.

Nasuprot tomu, početna struja mirovanja mokrih elektrolitskih kondenzatora nakon dužeg uskladištenja jako je visoka. U prvih nekoliko minuta nakon ukličenja može biti sto puta jača nego što je obično. Pri izradi sklopa na to se mora obratiti pozornost!

Pri kupovanju tantalskih elektrolitskih kondenzatora "svježina" robe nije bitna. Sve je "svježije"! Kod aluminijskih elektrolitskih kondenzatora s tekućim elektrolitima, s temperaturom raste i struja mirovanja, dok faktor gubitka pri nižim temperaturama naglo skače, i to zbog lošije vodljivosti elektrolita. Suhi tantalski elektrolitski kondenzator, kao kondenzator veze i odjeljivanja te kapacitivna komponenta u oscilatorima i filterima, zahvaljujući malim gubicima i slaboj struji gubitaka ima svoju prámjenjivost, zbog čega se i u sklopovima ERWO ELEKTRONIKE češće proporučuje uz uputu "tant".

Međutim, postoje i nedostaci koji se ne smiju previdjeti:

- niski dopušteni napon promjene polariteta - krivi polaritet može dovesti do kratkog spoja s eksplozivnim nuspojama,
- niski dopušteni izmjenični napon, posebno pri višoj temperaturi i frekvenciji,
- struja punjenja i pražnjenja mora biti ograničena s najmanje 30 Ω/V otpora u strujnom krugu,
- pri preopterećenju (temperatura, prenapon, impulzna struja) moguć je prekid



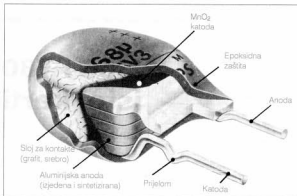
zbog kratkog spoja s eksplozivnom nuspojavom,

- visoka cijena.

Kod tantala kobna je takozvana kristalizacija polja u dielektriku, koja može dovesti do kratkih spojeva. Sve vrste opterećenja potpomažu taj mehanizam greške. Moki aluminijski elektrolitski kondenzatori na loše rukovanje reagiraju lošijim svojstvima kao što su gubitak kapaciteta, porast odvodne struje i porast faktora gubitka. Aluminijski elektrolitski kondenzator također ne zahtijeva ograničenje struje punjenja i pražnjenja. No, ukoliko se tantal nalazi na izvoru napona malog radnog otpora, tada je potreban predotpor koji će povisiti faktor gubitka i impedanciju.

### Suhi aluminijski elektrolitski kondenzatori

Aluminijski elektrolitski kondenzatori sa suhim, čvrstim elektrolitima, svojim sadržajem i izgledom imaju veliku sličnost sa suhim tantalskim elektrolitskim kondenzatorima. Pirokuzit ( $MnO_2$ ) se također primjenjuje kao elektrolit, a kontakt-katoda se isto tako sastoji od niza slojeva grafitu i vodljivog srebra. Aktivnost površine aluminijske anode iz čistog aluminijskog lima, bitno se povećava zbog izjedanja



Slika 3 Shematska izrada aluminijskog elektrolitskog kondenzatora sa suhim elektrolitima

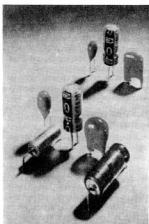
površine. Na toj povećanoj površini, formiranjem (elektrolitska oksidacija) nastaje aluminijski oksid ( $Al_2O_3$ ), stvarni dielektrik kondenzatora. Anoda tantalskog elektrolitskog kondenzatora sastoji se iz tantalskog sinter-tijela s tantalskim oksidom kao dielektrikom.

Zahvaljujući suhim elektrolitima visoke vodljivosti postižu se mali gubici i dobro podnosi promjene temperature. Suhi aluminijski elektrolitski kondenzatori proizvode se kako u normalnim cilindričnim oblicima s aksijalnim priključcima tako i u obliku perle s radialnim priključcima. Područje kapaciteta izvedbe u obliku posude seže od 47 do 1000  $\mu F$ , a u obliku perle od 0,22 do 47  $\mu F$ . Područje nazivnog napona dostiže 40 V.

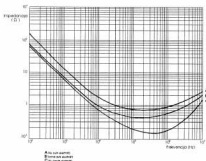
Oblik perle izvana je identičan oblicima tantalskih elektrolitskih kondenzatora, no s nešto većim dimenzijama za isti C x U proizvod. Cijena je bitno niža u odnosu na tantal, nespjeljku, aluminij je puno jeftiniji i pristupačniji. Naravno da su suhi aluminijski elektrolitski kondenzatori nešto skuplji od konvencionalnih aluminijskih elektrolitskih kondenzatora s tekućim elektrolitima.

Svojstva novih aluminijskih elektrolitskih kondenzatora razlog su divljenju: u skoro svim bitnim specifikacijama mogu se usporediti s tantalskim elektrolitskim kondenzatorima, a u nekim područjima su čak i bolji. Ukratko ono najvažnije:

- niska cijena,
- nazivni napon je specificiran preko širokog temperaturnog područja (- 80 do +175°C I),
- dopušten i napon promjene polova, 0,3-struki nazivni napon u trajnom pogonu,
- nema prekida zbog kratkog spoja,
- nije potrebno ograničenje struje,
- visoko opterećenje pri izmjeničnim strujama,
- niska impedancija, visoka frekvencija rezonancije,
- dopušten je pogon s izmjeničnim naponom sinusnog oblika 50/100 Hz (bez



Slika 2 Mali elektrolitski kondenzatori u usporedbi: s lijeva na desno (ispred): tantal u obliku kapičice, tantalski čvrsti elektrolit s aksijalnim priključcima, Al-mokar, Al-suh (oblik kapičice), Al-suh s aksijalnim priključcima

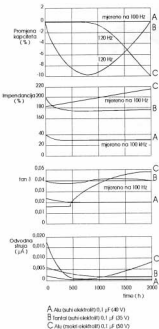


Slika 4 Impedancija u ovisnosti o frekvenciji, aluminijski s mokrim elektrolitom, tantalski i aluminijski sa suhim elektrolitom u usporedbi; svi elektrolitski kondenzatori 33  $\mu F/10 V$

priključenog istosmjernog napona) do 0,8-strukog nazivnog napona,

- velika pouzdanost, stabilnost temperature, očekuje se dugotrajnost.

Novost malih elektrolitskih kondenzatora je i u primjenjivosti za izmjeničnu struju



**Slika 5** Stabilnost najvažnijih parametara za prvih 2000 sati pogonskog trajanja, opet Al- mokar kao i tantal te Al- suh u usporedbi. Svi su kondenzatori nazivnog kapaciteta 0,1 µF, 35 do 50 V, mjereno pri 85°C i nazivnom kapaciteta.

→ i široko radno temperaturno područje. Pouzdanost, stabilnost i robusnost, a uz to niske cijene. Nije ni čudo da se ti novi elektrolitski kondenzatori primjenjuju u mnogim područjima, od autoelektronike do zrakoplovstva i svemirske tehnologije (aerospace).

## Grand finale

Aluminijski elektrolitski kondenzatori s čvrstim elektrolitima nisu samo povoljna alternativa tantalskim elektrolitskim kondenzatorima, već pokazuju dosad nedostignuta svojstva. Ukoliko niti tantalski niti suhi aluminijski elektrolitski kondenzatori nisu dostupni, u većini slučajeva dobar je i normalan, mokar aluminijski elektrolitski kondenzator kojem se, radi boljeg odvajanja, može paralelno priključiti i folijski kondenzator. Ta alternativa prepuštena je amateru: u industriji ona bi bila pre-skupa...

▼