

# TEINE VAATUS – PEAOSAS KONDENSAATORID

VELJO SINIVEE

**Selles loos üritame aru saada, mida endast kujutab elektroonikaskeemide teine põhikomponent – kondensaator. Torude tilkuvast-veesises maailmas oleks kondensaator võrreldav mingi paagiga, näiteks veeboileriga. Kui boiler on täis ehk siis kondensaator laetud, võime vett mõnda aega tarbida isegi siis, kui mahutisse vett juhtiv kraan on kinni keeratud. Kondensaator-boiler nagu "silub" väljavoolavat veejuga, muutes voolu kiiruse sõltumatuks siseneva vee kogusest.**

Elektroonikas kasutatakse kondensaatori ühtlustavat mõju ära mitmes rakenduses. Näiteks koduse helivõimendi toites. Nimelt ei jõua muusikakeskuse alaldi tippkoormusel valjuhääldit enam ära toita ja tühjaks saaks haledalt moonutatud. Õnneks sisaldab iga võimendi toiteosa suure mahutusega kondensaatoreid. Tippmürtsu hetkel saabki võimendi oma toite põhiliselt kondensatorist ning signaal edastatakse melomaani rõõmuks puhtalt ja tugevalt, mille üle naabrid ei pruugi just vaimustust tunda.

## MAHTUVUS

Kondensaatori põhiomadus on mahutuvus, mida mõõdetakse faradites, ühiku tähis F. Veepaagi puhul tähendaks suurem mahutuvus lihtsalt suuremat paaki, kuhu mahub sisse rohkem vedelikku. Kondensaatori korral on see analoogia õige ainult tinglikult, sest elektrone on alati ka täiesti tühjas kondensaatoris. Aga sellest veidi hiljem.

Elektriskeemidel tähistatakse kondensaatoreid tähega C. Näiteks C12 tähendab kondensaatorit järjenumbriga 12. Järjenumbrist enam pakub huvi elemendi mahutuvus, mis trükitakse sinna numbrina või värvikoodi kirevate joontena. Ühe kena emakeelse kooditabeli leiab ELFA elektroonikapoe kodulehelt.

Reaalsetes skeemides on 1 F väga suur mahutuvus, enam-vähem nii suur on emakeelse Maa mahutuvus! Enam kasutatavatel

kondensidel jääb see number mikrofaraditesse,  $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$ , seega miljondik faradit, ja ka nanofaraditesse, mis on sellest veel tuhat korda väiksem ühik,  $1\text{nF} = 10^{-9} \text{ F}$ . Vanemate võimendite toitekondel olid tihti 10 000  $\mu\text{F}$  mahutusega. Signaali-ahelates on suurused veelgi väiksemad, näiteks pannakse võimendi sisendisse tihti 1  $\mu\text{F}$  või isegi 100 nF suurune kondensaator.

Tõsi, on ka mitmefaradisi kondensaatoreid. Neid kasutatakse põhiliselt vähest voolu tarvitavate skeemide, näiteks kella mikroskeemide, tollesama veeboileri korrosioonikaitse lülituste ja muude seadmete varutoite allikatena.

Kondensaatori perekond on suur ja lai nagu Itaalia maffia. Peale tavaliste suhteliselt väikese mahutusega isendite on olemas nn elektrolüüt-kondensaatorid, mille mahutuvus ulatub kümnetest mikrofaraditest kümnete tuhandete mikrofaraditeni. Jah, loogilisem oleks siin kasutada ühikuks millifaradit, kuid tavaliselt räägitakse ikkagi mikrofaraditest.



Suure mahutusega elektrolüüt-kondensaatoris jätkub energiat pikaks ajaks. Pildil oleva 220 000  $\mu\text{F}$  kondensaatori küljes põles LED umbes 15 minutit. Nende miinusväljaviik tähistatakse korpusel vastava kirjaga, vahel on aga tähise saanud hoopis plussi viik. Tasub olla väga tähelepanelik. Kui tähised hoopis puuduvad, on enamasti pikem viik (uue kondensaatori puhul mõistagi) plussklemm.

Lisaks eespoolmainitutele on olemas muudetava mahutusega kondensaatoreid, kus nuppu pöörates liigutatakse kondensaatori plaate teineteise suhtes. Selliseid võib näha vanade raadiote jaama häälestuse vahendina, tänapäevaks on need praktiliselt välja surnud. Nende asemele on tulnud nn varikapid ehk diodid, mille mahutuvus sõltub elemendi otstele rakendatud pingest.

## MITTEPOLAARSEID KONDENSAATOREID



Nn senjettielektrikuga kondensatorit tasub kaugele hoiduda. Nad hakkavad tihti lekkima, kuid ei lühistu. Viga on väga tüütu otsida. Eriti väikese mahutusega kondensaator on kõrgsageduslike skeemide tavakomponent.

Aga huvitav ikkagi – vesi voolab paagist läbi... Kas siis elektronid liiguvad ka takistamatult läbi kondensaatori? Ei, kindlasti mitte, kui element pole just lühisesse põlenud. Alalisvool ei läbi kunagi kondensaatorit. Vahelduvvooluga on lugu teine. Sellest aru saamiseks ehitame oma veepaagi keskele kummist seina. Ühest otsast vedelikku sisse kallates ei tule teisest välja midagi. Hüva, kuid reaalsuses on kõik juhtmed (torud) elektrone (vett) täis. Proovime meiegi niiviisi, ja kallame paagi teise poole samuti täis. Et vesi lauda üle ei ujutaks, paneme toru otsa manomeetri. Vett juurde kallates hakkab osuti rõhu suurenemist näitama, vähenemise tajub mõõteriist samuti ära. Järelikult ... midagi siiski läheb läbi?

Elektriskeemides võiks rõhu analoogiks olla pinge. Pinge muutus kondensaatori ühel otsal tekitab peaaegu samasuguse muutuse teisel otsal. Seda omadust kasutatakse laialt skeemides, kus on vaja kinni pidada alalispinge, kuid vahelduvsignaal tuleb jällegi edasi lasta. Vanemates helivõimendites on selline paik kas või võimendi väljund. Normaalselt on seal pool üldisest toitepingest (minu esimese võimendi toide oli 9 V ja väljundis seega pidevalt 4,5 V). Valjuhääldit sinna otse ühendada ei saa, sest siis viskab too 4,5-voldine särakas valjuka membraani kohe toa teise otsa, elemendi mähis aga kütab ruumi vooluga, mille võime ise Ohmi seadust kasutades välja arvutada. Ühesõnaga, paha mõte.

## APPI TULEB KONDENSAATOR

Muide, võimendi väljundisse ei sobi suvaline sahtli põhjast leitu, vaid tuleb valida suhteliselt suure mahtuvusega isend, näiteks 1000  $\mu F$ . Asi on selles, et nii nagu takisti segab elektronide liikumist, teeb seda ka kondensaator. Tema puhul räägitakse mahtuvustakistusest, mis sõltub muidugi mahtuvusest, aga ka signaali sagedusest. Mida suurem mahtuvus, seda väiksem takistus, ning seda rohkem jõuab kasulikku signaali koorumusele, näiteks valjuhääldile.

Mahtuvustakistust arvutatakse valemiga:

$$Z = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot F \cdot C}$$

F on sagedus hertsides (Hz) ja C mahtuvus faradites (F).

Aga kuidas kondensid liita-lahutada, kui parasjagu pole sobivat nominaali käepärast? Kondensaatorite ühendamisel paralleelselt nende mahtuvused liitu-

vad. Järjestikühenduse puhul liituvad mahtuvuste pöördväärtused ja tulemusena saame väiksema mahtuvuse, kui oli algsetel detailidel. Järjestikühendust kasutatakse suurema maksimaalse tööpinge elemendi saamiseks.

## MAKSIMAALNE TÖÖPINGE

See on mahtuvuse kõrval kondensaatori teine oluline parameeter. Nagu veetoru puruneb liiga suure rõhu puhul, lendab plaksuga lõhki ka kondensaator, kui talle liiga kõrge pinge peale antakse. Elektrolüütcondedel on tööpinge tavaliselt korpusel trükitud, tavakondedel tuleb seda teada või andmelehelte uurida. Enamik tavalisi "halle hiirekesi" kannatab välja 50 volti. Elektrolüütcondensaatorite puhul tüüpilisest tööpingest rääkida ei saa – neid on selleks liiga palju, ent päris rohkesti kasutatakse 16-voldise maksimaalse lubatud pingega kondensaatoreid.

Kui päris aus olla, siis kondensaatorid, ning eelmises Horisondis mainitud diodid ja takistid, ei ole nagu tahvlitais valemide mõnes igavas füüsikatunnis – ainult iseenda rõõmuks olemas. Neid saab omavahel juhtmetega ühendades hoopis asjalikumalt kasutada. Ühenduste ja intriigide kujutamist elektriskeemides illustreerib järgnev pilt.



Muudetava mahtuvusega kondensaator oli vanade raadiote jaamale häälestamise vahend. Pildil oleval isendil on tegelikult 3 kondensaatorit ühel vöölil. Kõigil osakondensaatoritel on üks ühine väljaviik – seadme alumiiniumkorpus. Teised otsad on toodud eraldi klemmidele.

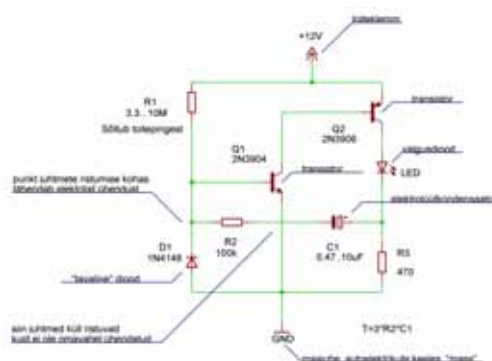
### LOE VEEL

- [http://www.tevalo.ee/cgi-bin/web\\_store.cgi?page=products/kasulik\\_files/takistitekoodeitabel.html&lng=est-kondensaatorite varvikoodid](http://www.tevalo.ee/cgi-bin/web_store.cgi?page=products/kasulik_files/takistitekoodeitabel.html&lng=est-kondensaatorite_varvikoodid) – kondensaatorite värvikoodide tabel;
- <http://www.uoguelph.ca/~antoon/circ/ledflash.htm> – lihtne valgusdiodi vilgutaja;
- <http://sound.westhost.com/project65.htm> – stroboskoop.

## PROOVI JÄRELE!

Lihtne skeemike valgusdiodi vilgutamiseks. Vilkumise sagedust saab muuta, teades, et ahela ajakonstant  $t = 3 \times R \times C$  ja et selle pöördväärtus ongi otsitav sagedus hertsides. Asendades takisti R2 potentsiomeetriga, saab plinkimise kiiruse mugavalt paika sättida. Kui kasutate seadist autoaknal signalisatsiooni aseainena, ärge seda sõidu ajaks tööle unustage! Pettus tuleb kohe ilmsiks ...

## Meisterda ise vilguti!



### AUTORIST

VELJO SINIVEE (1964) töötab Tallinna Tehnikaülikooli füüsikainstituudis elektroonikuna. Huviavaldaks elektroonika, koodi kirjutamine PIC-, 8051- ja viimasel ajal ka AVR-mikrokontrolleerite ning akvaristika. Vanasti huvitus ka fotograafiast. felch@staff.ttu.ee. <http://parsek.yf.ttu.ee/~felc/>