

Transistorid kui aktiivsed signaali võimendavad komponendid kuuluvad peaaegu igasse elektriskeemi.

# Elektroonika-aabits

## 4 Transistorid

Tööpõhimõtte järgi saab transistore jagada bipolaarseteks ja väljatransistorideks. Transistori tähis elektriskeemides on T või Q. Üht ja ainukest «õiget» varianti, nagu näiteks takistite puhul R, ei ole. Samuti on lood skeemitähisega. Enamasti nõutakse tähisele ringi ümber joonestamist, kuid skeem on üheselt mõistetav ka ilma selleta.

Joonisel on Q1 ja Q2 NPN-tüüpi bipolaartransid, T3 aga PNP-tüüpi samasugune transistor. PNP- ja NPN-transi vahe on vaid transistori skeemi ühendamise polaarsuses. Enamik skeeme hakkab tööle ka teistsuguse juhtivusega transsidega, kui toide ringi keerata (diodid ja elektrolüüdid, kui neid skeemis on, ilmselt samuti!).

Bipolaartransistoril on kolm väljaviiku: emitter, baas ja kollektor. Milline neist on sisend ja milline väljund, sõltub kasutatavast skeemist.

Põhilisi ühendusviise on ka kolm: ÜE- ehk ühise emitteriga lülitus (kõige sagedamini kasutatav, sellega võimendatakse pinget ja voolutugevust), ÜB- ehk ühise baasiga lülitus, millel on muuhulgas head kõrgsageduslikud omadused, ja ÜK-lülitus ehk emitterjärgur. Viimane lülitus ei võimenda pinget, küll aga voolutugevust. Näiteks saaks ÜK-lülitusega tüürida kas või lambipirni (suurem koormus) mõne protsessori (nõrk allikas) abil.

ÜK- ja ÜB-lülitused ei pööra faasi: sisendpinge kasvades kasvab ka väljundpinge. ÜE-skeemis on asi teistpidi. ÜE-skeemi sisendtakistus on madal, kuid pingevõimendus suur. Emitterjärguril jällegi on suur sisendtakistus, madal väljundtakistus, kuid pingevõimendus alati veidi alla 1. Seda teades saame kombineerida näiteks võimendi vanale piesonõelaga grammofonile.

Kuna viimane nõuab suure sisendtakistusega emitterjärguri, soovitatavalt lausa nõela lähedusse, ja põhivõimenduse saame ÜE- lülituses astmetega.

### Tööpõhimõte

Hakkab silma, et transistor töötab justkui baasi kaudu tüüritava potena: ÜE-lülituses baasipinge tõstmisel hakkab transistor juhtima (takistus väheneb) ja pinget väljundis kahaneb. Kui soovime saada «mõlemapoolset» võimsat väljundit, tuleb ka teine trans appi võtta. Sellist lahendust võib näha peaaegu iga helivõimendi skeemis.

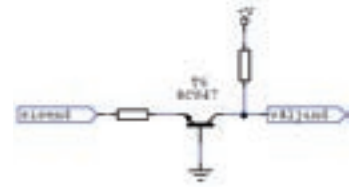
Reaalselt opereerib transistor voolutugevuste, mitte pingetega. Juhime seda baasivooluga ja saame kollektorivoolu. Kuna vastavate viikudele on ühendatud takistid, muundavad need voolutugevuse pingeks (või vastupidi) ja jääb mulje pingeväljundist.

Transistoridest ja nende kasutamisest saaks kirjutada (ja seda on tehtud ka) mitu paksu raamatut: ühendusviisidest, skeemide arvutamisest, tagasisidest jne. Ruumi kokkuhoiu mõttes toon ühe hea lingi, kus muuhulgas seletatakse ära ka transi tööpõhimõte: [http://www.williamson-labs.com/480\\_xtor.htm](http://www.williamson-labs.com/480_xtor.htm).

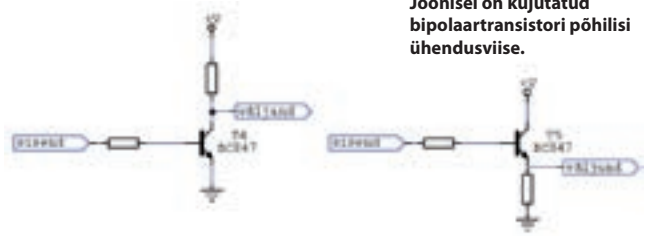
### Transistoride olulised omadused

Poodi mingi skeemi jaoks transsi ostma minnes pole üldse vaja teada kolmekoivalise sõbra kõiki sadat ja ühte parameetrit. Olulisemad omadused on:

- pingetaluvus ehk maksimaalne pinge E-K vahel;
- voolutaluvus ehk maksimaalne kollektorivool: just nii palju või natuke vähem saame transistorist voolu läbi juhtida;



Joonisel on kujutatud bipolaartransistori põhilisi ühendusviise.



Bipolaartransistori tüüpe ja tähistusi

- vooluvõimendus (see kuulub beeta ehk  $h_{21e}$ ), kuigi enamasti pööratakse ka sellele omadusele vähe tähelepanu;
- kasutusvaldkond: kallist kõrgsagedustransistori satelliit-TV vastuvõtuantenni peast (LNB) ei ole mõtet roboti mootorit tüürima panna;
- korpus, sest väga lähedaste omadustega transistore võib olla pindliitekorpus ja ka «tavalises» pisikeses TO-92-s. Ilmselt on viimast kodustes oludes lihtsam monteerida. Osa võimsustransse on isoleeritud TO-220-kestas, osa aga samasuguses metallist kestad.

Laias ilmas tehakse igasugu imevidinaid, palju uut on leiutatud ka transistoride vallas. Näiteks liittransistoride ehk darlington-lülitusega transside puhul on tegu sisuliselt kahe transiga, mis on monteeritud ühte korpusesse. Tulemusena saame suurema võimenduse. On olemas ka nn ühesiirdetransid, millel on kaks baasi, aga puudub kollektor. Selliseid kasutati näiteks vene telekate toiteploki kaitselülituses.

### Väljatransistorid

Lõpuks veel paar sõna väljatransistoridest. Need elemendid meenutavad hingeelult rohkem raadiolampe kui pooljuhte. Nende suur eelis võrreldes bipolaartranssidega seisneb selles, et väljatransistori tüüritakse elektriväljaga, mitte vooluga. See tähendab, et võime



paisule (nii nimetatakse transi juhtelektroodi) ühendada ka ülinõrga signaali allika, kartmata selle mahakoormamist. Moodsaid väljatransse kasutatakse tihti peale ka jahutusradiaatorit mittevajavate võimsate lülitena. Pisike 5\*5 mm tükk on väga tubli: kommuteerib mängeldes voolu 30 A ja rohkemgi! Transs suudab selliseid voole edukalt lülitada, kuna selle avatud oleku takistus on üliväike – tunduvalt alla ühe oomi.

Väljatransi juhtelektrood on, nagu juba mainitud, ülejäänud krempelist isoleeritud. Isolatsioon võib olla tehtud (vastupingestatud) diodiga – joonisel T7 ja T8, kuid võib kasutada ka spetsiaalset isolaatormaterjali (tavaliselt mingit oksiidid). Pais on siis «metallilistikas», mis on transi ränikeha peale istutatud, vahel isoleeriv oksiidikiht (joonisel T9). Neid transse kutsutakse MOP-väljatransistorideks. MOP-d on universaalsemad, sest isolator jääb isolatoriks ka paisu «valele» pingestamisel ja selliseid töörežiime kasutatakse. P-N-siidreaga isoleeritud väljatransid võivad töötada vaid sellistel (paisu)pingetel, kus isoleeriv siire jääb veel vastupingestatuks.

Veljo Sinivee, felc@edu.ttu.ee

**Elektroonika ABC**

- Oktoober 2004: Takistid
- November 2004: Kondensatorid
- Detsember 2004: Ühendused
- Jaanuar 2005: Transistorid



Leituti see tore kolme koivaga jubin 1945. a Belli laboris. Samas leidub ka neid, kes üritavad anda selle leiutamise au Lilienfeldtile (u 1923, <http://www.amaasci.com/ama-teur/transis.html>).