

RAADIOTEHNIKA
ÕPPEMATERJAL

Kuressaare 2003

Sisukord:

1 Sissejuhatus	
Olulisemad mõõtesuurused elektroonikas	3
Seosed elektriliste suuruste vahel	4
Komponentide markeerimine ja värvikood	5
2. Komponendid	
Passiivkomponendid	7
Takistid	7
Kondensaatorid	10
Induktiivelemendid	12
3. Pooljuhtelemendid	13
Diodid, zenerid, kaitsediodid	14
Indikatsioonelemendid	15
Transistorid	16
4. Alaldid ja stabilisaatorid	18
5. Integraalskeemid	22
6. Võimendid	22
7. Elektroakustika, analoog – ja digitaalhelisalvestus	26
8. Võnkeringid	36
9. Raadiolainete levi	37
10. Antennid ja fiidrid	38
11. Generaatorid	39
12. Moduleerimine ja raadiosaatjad	40

1.Sissejuhatus

ELEKTROONIKAS KASUTATAVAD MÕOTESUURUSED JA KORDAJAD

<u>MÕOTESUURUSED</u>	<u>TÄHIS</u>	<u>MÕÖTÜHIK</u>	
PINGE	U	VOLT	V
VOOLUTUGEVUS	I	AMPER	A
VÕIMSUS	P	VATT	W
TAKISTUS	R	OOM	Ω
MAHTUVUS	C	FARARD	F
INDUKTIIVSUS	L	HENRI	H
SAGEDUS	f	HERTS	Hz
PERIOOD	t	SEKUND	s

<u>KORDAJAD</u>	<u>SUURUS</u>	<u>10 ASTE</u>	<u>TÄHIS</u>
MILLI -	0,001	- 3	m
MIKRO -	0,000001	- 6	μ
NANO -	0,000000001	- 9	n
PIKO -	0,000000000001	- 12	p
KILO -	1000	3	k
MEGA -	1000000	6	M
GIGA -	1000000000	9	G

Näiteks mikrofarard = $\mu\text{F} = 0,000001\text{F}$; kiloom = $\text{k}\Omega = 1000 \Omega$ jne.

TÄHTSAMAD SEOSSED ELEKTRILISTE SUURUSTE VAHEL

1) OOMI SEADUS $I = U / R$

Vool ahelas on võrdeline pingega ahela otstel ja pöördvõrdeline ahela takistusega.

Teisendused: $R = U / I$ ja $U = I \times R$

2) ALALISVÕIMSUS AHELAS $P = U \times I$

Võimsus ahelas on võrdne pinge ja voolutugevuse korrutisega

Teisendused: $P = U^2 / R$ ja $P = I^2 \times R$

3) SIINUSELISE VAHELDUVPINGE keskvaartuse (RMS) ja tippvaartuse (Peak) vaheline seos:

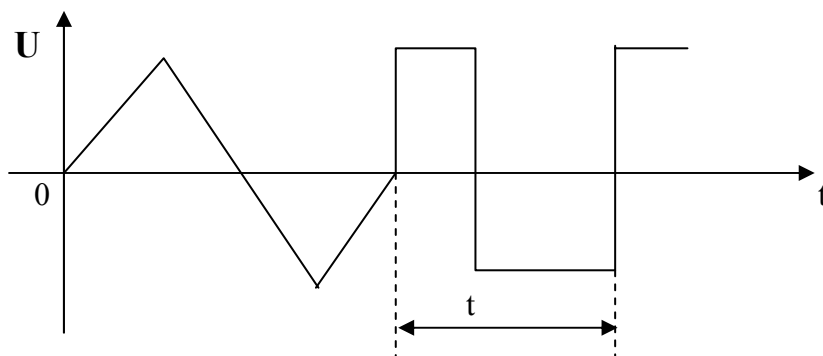
$$U_{(\text{Peak})} = U_{(\text{RMS})} \times \sqrt{2} \approx U_{(\text{RMS})} \times 1,41$$

Siinuselise vahelduvpinge puhul on pinge tippvaartus keskvaartusest ca 1,4 korda suurem.

4) VAHELDUVVOOLU SAGEDUS JA PERIOOD on teineteise pöördvaartused:

$$f = 1 / t$$

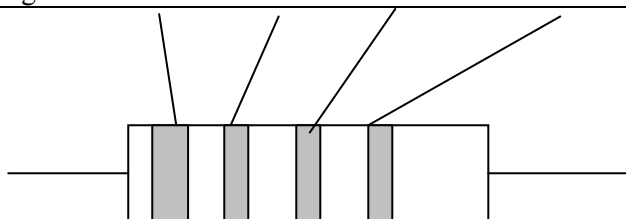
$$t = 1 / f$$



TAKISTITE MARKEERIMISEL KASUTATAVAD
VÄRVIKOODID

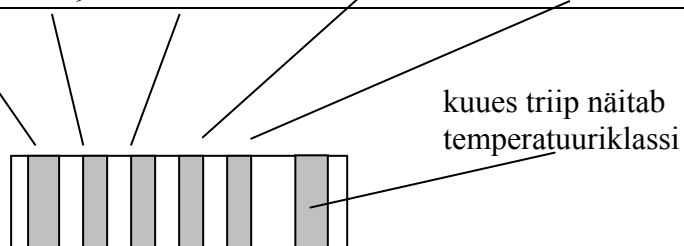
4 triibuga takistid, täpsusklassi triip on reeglina servast kaugemal:

Värv	1.	2.	3.	Täpsusklass
hõbedane	-	-	0,01	10%
kuldne	-	-	0,1	5%
must	-	0	1	-
pruun	1	1	10	1%
punane	2	2	100	2%
oranz	3	3	1000	-
kollane	4	4	10 000	-
roheline	5	5	100 000	0,5%
sinine	6	6	1 000 000	-
lilla	7	7	10 000 000	-
hall	8	8	-	-
valge	9	9	-	-



5 (6) triibuga takistid (õige järjekorra määramine võib olla raskendatud)

Värv	1.	2.	3.	4.	Täpsusklass
hõbedane	-	-	-	0,01	-
kuldne	-	-	-	0,1	-
must	-	0	0	1	-
pruun	1	1	1	10	1%
punane	2	2	2	100	2%
oranz	3	3	3	1000	-
kollane	4	4	4	10 000	-
roheline	5	5	5	100 000	0,50%
sinine	6	6	6	1 000 000	0,25%
lilla	7	7	7	10 000 000	0,10%
hall	8	8	8	-	-
valge	9	9	9	-	-



KOMPONENTIDE MARKEERIMINE

Komponentidele kantakse nende põhiparameetrid ja võimalusel ka valmistusinfo – valmistaja, valmistusaeg, partii jne. Takistitel on olulisemad takistuse väärtus, lubatav hajuvõimsus ja täpsusklass. Takistuse väärtusel kasutatakse reeglina tähistust, kus kordaja ees ei ole üle kolme koha. Näiteks väärtust 1500 oomi tähistatakse 1k5 (tähte Ω kasutatakse reeglina vähe, ainult suuregabriidilistel võimsustakistitel). Võimsuse märkimisel on kirjas võimsus vattides ja tähis W – näiteks 5W. Täpsus on märgitud protsentides – näiteks 10%.

Kondensaatorite markeerimisel on tähtsad mahtuvus, tööpinge ja täpsus. Mahtuvuse ühik F on paljudel juhtudel ära jäetud ja kasutatakse ainult kordajat, reeglina on kordaja ees kolm või vähem tüvenumbrit. Siin on erandiks ainult suure mahtuvusega elektrolüüt-kondensaatorid, mille väärtust märgitakse tuhandetes või kümnetes tuhandetes mikrofarardites.

Näiteks: **2n2** tähistab väärtust 2,2 nanofarardit (**nF**) ehk 2200 pikofarardit (**pF**); **0,1 μ** väärtust 100 nanofarardit (**nF**) ehk 0,1 mikrofarardit (**μ F**).

Maksimaalselt lubatavat tööpinget tähistatakse kas alalispinge voltidena (kas tähised = ; --- väärtuse ees ja/või tähis **V** lõpus) või vahelduvpinge voltidena (kas tähis \sim väärtuse ees ja/või **VAC** lõpus).

Näiteks: --- **63V** tähendab maksimaalselt lubatavat 63 voldist alalispinget kondensaatori väljaviikudel. Tähistus **275VAC** lubab kondensaatori kasutamist kuni 275 voldise pingega vahelduvvoolu ahelas.

Induktiivpoolide (drosselite) tähistuses on kirjas nende induktiivsus (**mH**; **μ H**) ja võimalusel ka nende maksimaalselt lubatav vool (juhul, kui toote ehitus võimaldab sinna andmeid märkida). Transformaatoritel on tavaliselt kirjas nende tüüp, mille järgi saab kataloogist vastavad andmed leida.

VÄIKESTE KOMPONENTIDE MARKEERIMINE

Väikeste komponentide – SMD takistite ja miniatuursete kondensaatorite väärtusi tähistatakse tavaliselt 3 – või 4 – kohalise numbrikoodiga **XXY** või **XXXY**, kus **X** – d moodustavad väärtuse tüvenumbrid ja **Y** on tüvenumbritega korrutatav kümne aste – lihtsamalt öeldes, mitu nulli tuleb tüvenumbritele taha kirjutada. Algühikuks on takistitel oom ja kondensaatoritel pikofarard.

Näiteks: takistil tähistus **3321**. Tüvenumbrid **332** ja lisaks üks null, kokku **3320** oomi ehk **3320R** ehk **3k32** (trükitehnilistel põhjustel kasutatakse väga sageli Ω asemel **R** tähistust, näiteks **0,1 Ω** asemel kirjepilt **0R1**).

Teine näide: keraamiline kondensaator tähistusega **104J**. Tüvenumbrid on **10** ja lisaks neli nulli, kokku **100 000pF** ehk **100nF** ehk **0,1 μ F**; ülejäänud tähistus

näitab tööpinget, täpsusklassi ja muud infot, mis ei ole üheselt reglementeeritud.

2.KOMPONENDID

PASSIIVKOMPONENDID

TAKISTID

Takistid on passiivlemendid, mis on ette nähtud vajaliku pingelangu või koormuse tekitamiseks vooluahelas.

Kasutusel peamiselt:

- püsitakistid
(kiletakistid, masstakistid, traattakistid, takistimaatriksid*)
- reguleertakistid (potensiomeetrid)
- termotakistid (NTC, PTC)
- fototakistid
- varistorid

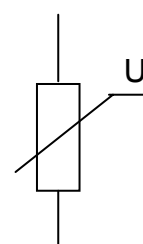
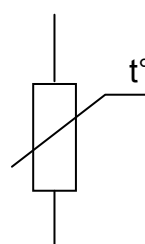
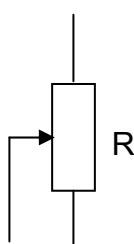
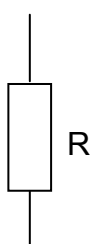
Tähistus dokumentatsioonis:

püsitakisti

potensiomeeter

termotakisti

varistor



A. PÜSITAKISTID

– nende takistus on jääv, peale takistuse iseloomustavad püsitakistit täpsusklass (lubatav kõrvalekalle nominaaltakistusest), võimsus (lubatav pidevalt rakendatav elektriline võimsus), stabiilsus (takistuse lubatav muutumine temperatuuri, aja ja teiste parameetrite mõjul), mõõtmed ja kuju.

Püsitakistid, mida kasutatakse elektroonikas, on mõõtmetelt vahemikus 1 x 0,5 x 0,35mm kuni 10 x 10 x 70mm, vastavalt võimsustega 0,06 W kuni 17 W.

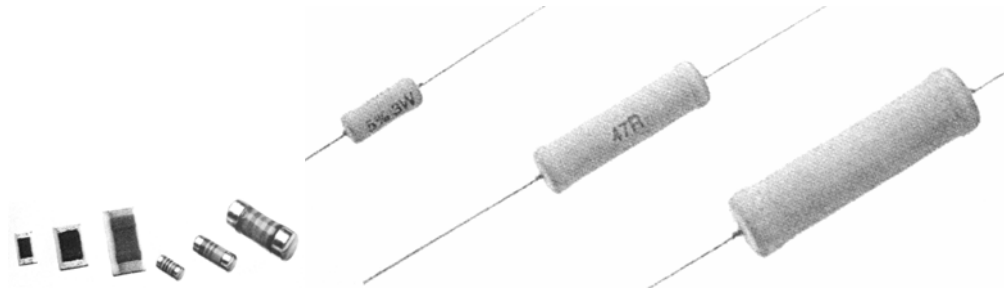
Korpuse suurenedes suureneb ka talutav võimsus. Ehituslikult jagatakse püsitakistid kolmeks:

- A) Kiletakistid. Keraamilisele korpusele on kantud õhuke kiht takistusmaterjali, otstesse on kinnitatud (pressitud, valatud, keevitatud) väljaviigud. Enimkasutatavad.
- B) Masstakistid. Takistusmaterjalist silinder on valatud keraamilise korpuse sisse, väljaviigud ühendatud silindri otstega. Vanem tüüp.

C)Traattakistid. Keraamilisele alusele on keritud takistustraata, mille otsad on ühendatud väljaviikudega. Takisti võib olla valatud keraamilisse korpusesse või kaetud kattevärviga.

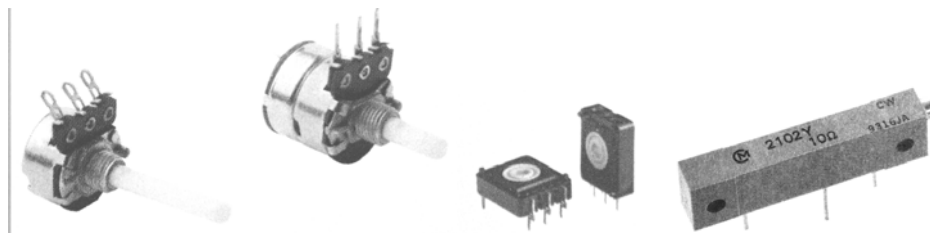
Monteerimisviisi poolest jagatakse takistid kaheks – aukmontaaz- (THD) ja pindmontaaztakistid (SMD). Võimsustakistitel võivad olla juhtmete jootmiseks vastavad väljaviigud ja kruvikinnitus radiaatorile monteerimiseks.

Püsitakistite monteerimisel ei ole suunal põhimõttelist tähtsust – välja arvatud juhul, kui tellija nõuab märgistuse kindlat asendit.



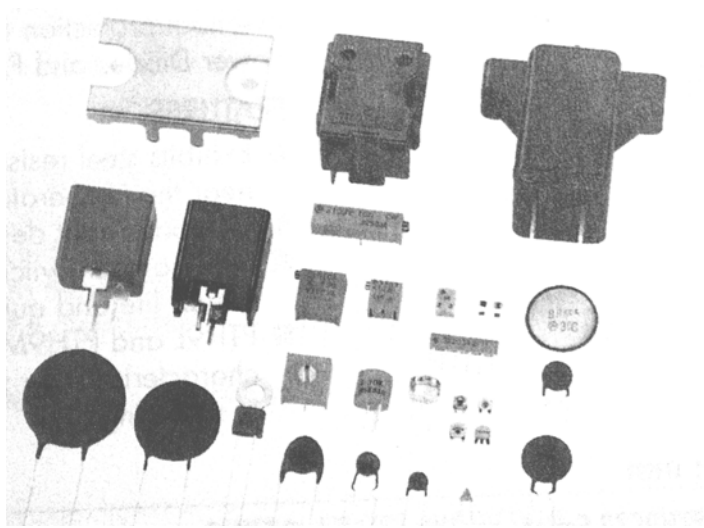
B. POTENSIOMEETRID

Potensiomeeter on seadeelement, mille takistus on muudetav. Põhilised iseloomustavad suurused on samad mis püsitakistil. Ehituslikult kujutavad endast voolujuhtivat pinda, millel libiseb kontaktelektrood või alusele keritud traattakistit, millel libiseb kontaktelektrood. Eristatakse trimmereid, millel on piiratud seadekordade varu ja reguleerpotensiomeetreid, mida võib tuhandeid kordi keerata. Täppishäälestuseks kasutatakse mehaanilise aeglustava ülekandega potensiomeetreid, kus ühele seadepöördele vastab kuni 15 korda aeglasem liuguri liikumine. Konstruktiivselt jagatakse potensiomeetrid veel lahtisteks, kaetuteks ja hermeetilisteks (tegelikult pritsmekindlateks). Monteerimisviisilt valmistatakse nii SMD kui aukmontaazi tüüpe, lisaks veel paneelile monteeritavaid versioone, kus ühendusjuhtmed joodetakse väljaviikude külge. Monteerimisel tuleb jälgida asendit – **suunatudlik komponent**.



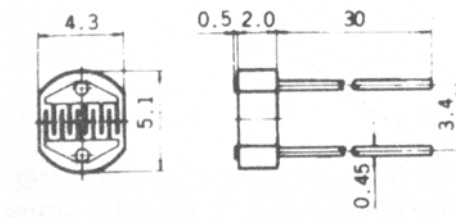
C. TERMOTAKISTID (TERMISTORID)

Termotakisti on element, mille takistus sõltub temperatuurist. See võib temperatuuri tõustes suurenda (PTC) või väheneda (NTC). Neid kasutatakse nii temperatuurianduritena kui mitmesugustes kaitselülitustes. Termotakistite monteerimisel ei ole suunal põhimõttelist tähtsust.



D. FOTOTAKISTID

See on element, mille takistus sõltub valgustugevusest tema pinnal. Kasutatakse anduritena mitmesugustes automaatikaseadmetes. Fototakistite monteerimisel ei ole suunal põhimõttelist tähtsust.

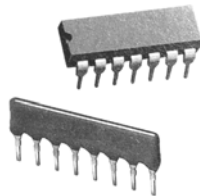


E. VARISTORID

See on muutuva takistusega element, mille takistus sõltub talle rakendatud pingest. Lubatud tööpingest suuremal pingel väheneb tema takistus järsult. See sõltuvus võimaldab varistori kasutada ülepingete kaitseks. Varistoride monteerimisel ei ole suunal põhimõttelist tähtsust. Korpused samasugused kui termistoridel.

F. TAKISTUSMAATRIKSID

See on selline element, kus kuni 15 püsitakistit on valatud ühte korpusesse. Kasutatakse nii SIL kui DIL- korpuseid ja erinevaid takistite ühendusskeeme. Sellise mooduli monteerimine on kiirem ja võtab plaadil vähem ruumi. Monteerimisel tuleb jälgida asendit – **suunatudlik komponent**.



G. KONDENSAATORID

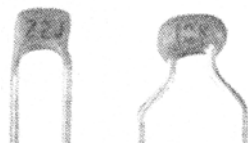
Need on sellised voolu salvestavad elemendid, mida kasutatakse vahelduvpinge juhtimiseks, alalispinge silumiseks, võnkeringides jne. Põhilisteks tunnussuurusteks on mahtuvus (pF, nF, μ F) , mis näitab võimet koguda enda sisse laengut; lubatav tööpinge (V); täpsusklass. Mõõtmed võivad olla alates 1 x 0,5 x 0,35 mm kuni silinderkorpusteni diam. 40 x 70 mm ja enam.

Põhitüübid elektroonikas on:

a) Keraamilised kondensaatorid.

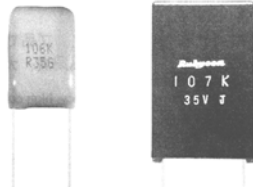
Nende materjaliks on erikeraamika, mis võimaldab vajadusel saavutada väikese gabariidi juures suuri mahtuvusi. Mahtuvuste vahemik pikofararditest mikrofarardini.

Keraamiliste kondensaatorite monteerimisel ei ole suunal põhimõttelist tähtsust – **välja arvatud juhul, kui tellija nõuab märgistuse kindlat asendit.**



b) Kilekondensaatorid.

Nende materjaliks on metalliseeritud isolatsioonkile, mis annab suurema stabiilsuse ja võimaluse teha suure mahtuvuse ja kõrge tööpingega kondensaatoreid. Mahtuvuste vahemik nanofararditest kümnete mikrofararditeni, tööpinged ulatuvad tuhandete voltideni. Kilekondensaatorite monteerimisel ei ole suunal põhimõttelist tähtsust – **välja arvatud juhul, kui tellija nõuab märgistuse kindlat asendit.**



c) Tantaalkondensaatorid.

Isolaatori materjaliks tantaalühendid, mis annab võimaluse teha heade parameetritega ja väikese gabariidiga kondensaatoreid. Hinnalt kallid. Mahtuvused 0,22 mikrofarardist sadade mikrofararditeni, tööpinged kümnetes voltides.

Monteerimisel peab jälgima suunda (+ või – märgitud korpusele)!

d) Elektrolüüt-kondensaatorid.

Materjaliks on elektrolüüdiga kaetud alumiiniumkile, mis võimaldab saada suuri mahtuvusi väikese gabariidi juures. Suhteliselt ebatäpsed (kuni –20% +80%), temperatuuritundlikud. Mahtuvuste vahemik 0,22 mikrofarardist kuni kümnete tuhandete mikrofararditeni. Tööpinge ulatub sadadesse voltidesse.

Monteerimisel peab jälgima suunda – reeglina on korpusel tähistatud negatiivne väljaviik (-).



e) Trimmerkondensaatorid.

Need on seadeelemendid, mille mahtuvust saab mehaaniliselt (krivikeeraja abil) muuta. Kasutatakse lülituste reguleerimisel.

Monteerimisel peab jälgima suunda.



Kondensaatorite tähistus dokumentatsioonis:

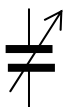
kondensaator



tantaal – ja elektrolüüt-kondensaator



trimmerkondensaator



E. INDUKTIIVSUSED

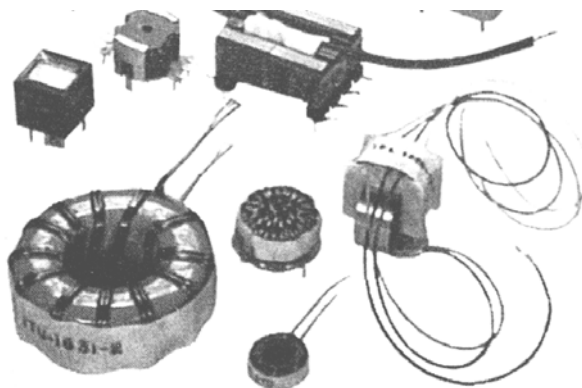
a) Drosselid

– elemendid, mida kasutatakse voolukõikumiste silumiseks. Peamiseks omaduseks on salvestada energiat magnetväljana. Põhiliseks elemendiks on isoleeritud traadist keritud pool, mis võib olla kas südamikuga või ilma. Südamik võib olla nii rauasulamist või raudoksiidist – ferriidist. Elektrilised omadused ei sõltu vooluringi ühendamise suunast. Kui drossel on kahe sümmeetrilise väljaviiguga, siis ei ole ühendamise suunal põhimõttelist tähtsust, – **välja arvatud juhul, kui tellija nõuab märgistuse kindlat asendit.**

Kui aga drossel on keritud 3 – ja enam jalaga poolialusele, tuleb ladumisel jälgida juhendit.

Põhilised tunnussuurused on induktiivsus – kasutatakse mikrohenrit (μH), millihenrit (mH) ja henrit (H); lubatav vool (mA või A) ja täpsusklass (%).

Drosseli tähistus skeemis:



b) Kõrgsageduspoolid

– koosnevad samuti isoleeritud traadist keritud poolist ja võivad olla südamikuga või ilma. On konstruktsioonilt valmistatud stabiilsematena ja väiksemate kadudega kui drosselid.

Põhilised tunnussuurused on induktiivsus – kasutatakse mikrohenrit (μH) ja millihenrit (mH); täpsusklass (%), häälestatava pooli puhul ka häälestuse ulatus ($\pm\%$). Häälestamiseks kasutatakse kas magnetilise südamiku nihutamist pooli sees või pooli keerdude nihutamist üksteise suhtes. Põhimõtteliselt ei ole sümmeetrilise kujuga pooli monteerimise suunal tähtsust, ebasümmeetrilise kuju puhul järgida juhendit (näiteks mitme pooliga filtrite puhul poolid mõjutavad üksteist ja õige tulemuse saamiseks peavad poolid olema monteeritud täpselt vastavalt juhendile).

3 POOLJUHTLEMENDID

Meid ümbritsevad materjalid jagatakse elektrijuhtivuse alusel üldiselt kolmeks suureks rühmaks:

- A) Elektrijuhid -
siia kuuluvad metallid, nende segud ja sulamid, sooladega vesi, süsi.
- B) Isolaatorid -
siia kuuluvad plastmassid, keraamika, klaas, kuiv puit, kuiv tekstiil.
- C) Pooljuhid -

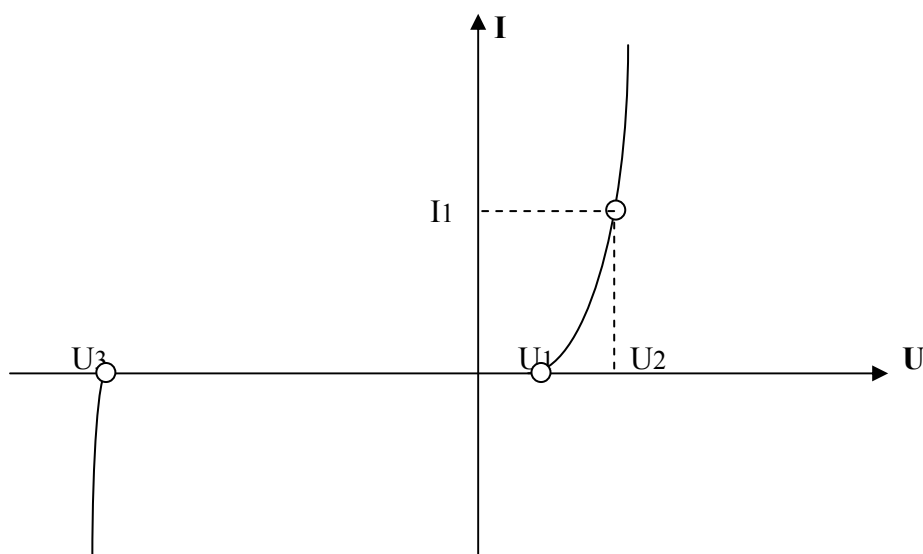
need on sellised ained nagu räni, germaanium, gallium – nende elektrijuhtivust saab lisanditega ja erinevate sulandatud kihtidega muuta, kusjuures nende takistus sõltub rakendatud pinge polaarsusest.

Isoleeritud elektrijuhtide abil saame suunata elektrivoolu vajalikku kohta ja pooljuhtidest valmistatud komponentide abil seda vajalikul viisil töödelda.

a) DIOODID, ZENERID, KAITSEDIODID

DIOODID

Dioodid on pooljuhtelemendid, kus tänu pooljuht – metall siirde erilisele töötlusele (rikastamine lisandite aatomitega) on saavutatud elemendi ühesuunaline voolujuhtimine. Kui pingestada diood pärisuunaliselt, siis alates teatavast väikesest pigest (lävipinge) läbib vool dioodi ja tema takistus voolule on väike. Kui pingestada diood vastupidi, siis on tema takistus voolule megaoomidest sadade megaoomideni. Pinge suurendamisel tekib teatud pinge väärtusel siirdes läbilöök ja diood hakkab voolu juhtima, kusjuures tekkinud vool võib dioodi rikkuda.



Joonis 6.1. Ränidiodi tüüpkarakteristik - 1N4004

U_1 – lävipinge – ca 0,5 – 0,6V

U_2 – päripinge maksimaalvoolul (1A) – ca 1,2 – 1,5V

U_3 – läbilöökipinge – ca 600 – 800V (tavaliselt vähemalt 1,5 korda suurem kui lubatud tööpinge)

Diodi iseloomustavad põhisuurused on maksimaalne päri vool ja maksimaalne lubatud vastupinge, lisaks veel suurim lubatud töösagedus, impulssrežiimi näitajad, korpus.

ZENERID

Zenerid on pooljuhtdiodid, millel kasutatakse ära vastupingestamise läbilööki. Zenerite konstruktsioon on valitud selline, et läbilöögipinge on väga stabiilne ja muutub voolu muutudes väga vähe. Läbilöögipinget nimetatakse sel juhul stabiliseerimispingeks. Jälgida tuleb, et zenerit ei läbiks liiga tugev vool – voolu piirav takisti peab olema valitud vastavalt zeneri lubatud võimsusele. Zenerit iseloomustavad stabiliseerimispinge, lubatav hajuvõimsus (satbiliseerimispinge ja zenerit läbiva voolu korrutis), stabiilsus ja korpus.

KAITSEDIODID

Kaitsediodid (supressorid) on analoogsed zenerite ja varistoridega, kuid ette nähtud lühiajaliste suure energiaga impulsside kustutamiseks – nad peavad piirama ülepinget ahelas seni, kuni kaitse rakendub. Valmistatakse nii tavalisi kui sümmeetrilisi kaitsedioode vahelduvpinge jaoks. Kaitsedioode iseloomustab tööpinge, pinge maksimaalne lubatud voolu korral ja impulssvõimsus (sama korpuse puhul võib lubatav impulssvõimsus olla 500 korda suurem keskmisest võimsusest), samuti korpus.

b) INDIKATSIOONIELEMENDID

VALGUSDIOODID – LED'id

Valgusdiodid e. LED-id on pooljuhtdiodid, kus osa rakendatavast elektrienergiast muundub pooljuhtsiirdes valguseks. Vastavalt materjalide valikule võib valgus olla erivärviline – punane, roheline, kollane, infrapunane jne. Valgusdioode iseloomustavad värvus, korpus, maksimaalne lubatav vool. Valgusdiodi päripinge on tavaliselt vahemikus 1,4 – 2,2V, mida peab arvestama nende kontrollimisel.

LED - SEGMENTELEMENDID

Segmentelemendid on ühte korpusesse valatud erikujulised valgusdiodid, millede üheaegsel lülitamisel saab moodustada numbreid ja tähti. Valgusdiodide arv ühes elemendis võib olla kuuest kuni kümneteni (maatriks-

elemendid), samuti võib olla kõrvuti ühes moodulis mitu elementi. Valgusdioodide elektriline ühendus elemendi või mooduli sees ei ole normeeritud ja sõltub konkreetsest tüübist.

HÕÕGLAMPINDIKAATORID

Hõõglampe kautatakse seoses LED-ide kasutuselevõtuga järjest vähem. Nende puuduseks on väike kasutegur, lühike eluiga, eralduv soojus. Neid kasutatakse enamalt sellistes kohtades, kus nõutakse suurt valgustugevust – hoiatus- ja avariisignalisatsioon.

VEDELKRISTALLTABLOOD (LCD – DISPLAY)

LCD – indikaatorites liigutatakse mitmekihilises vedelkristallkeskkonnas kontrastainet vastavakujulisele põhjamaatriksile rakendatava pingega. Kuna voolu ei tarbita, on tablood väga ökonoomsed. Puudusteks on väike kontrastsus, lisavalgustuse vajadus pimedas, suur inertsus (aeglased muutused), külmakartlikkus, mehaaniliselt nõrk konstruktsioon.

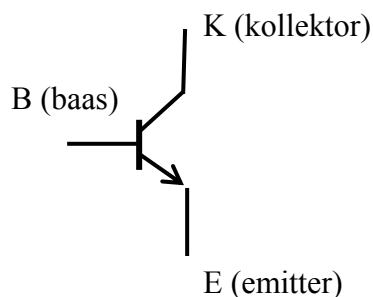
C TRANSISTORID

BIPOLAARSED TRANSISTORID

Transistorid on sellised pooljuhtelemendid, kus ühe pooljuhtsiirde voolujuhtivust saab juhtida sellesse siirdesse ehitatud lisaelektroodi kaudu. Bipolaarsel transistoril toimub juhtimine vooluga, kusjuures juhtiv vool on tavaliselt kümneid ja sadu kordi väiksem juhitud voolust. Transistori väljaviike nimetatakse emitteriks, baasiks ja kollektoriks. Tüüpvool rakendatakse emitteri ja baasi vahele, juhitud vool läbib emitteri-kollektori vahelist siiret. Bipolaarsed transistorid jagatakse tüübilt kaheks:

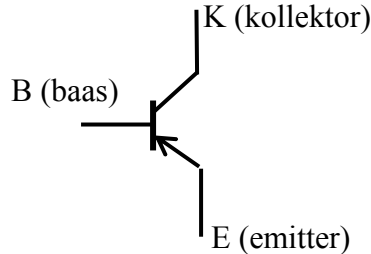
1. NPN-tüüpi

Sellel tüübil peab kollektor olema emitteri suhtes positiivne ja baas emitteri suhtes positiivne.



2. PNP-tüüpi

Sellel tüübil peab kollektor olema emitteri suhtes negatiivne ja baas emitteri suhtes negatiivne.

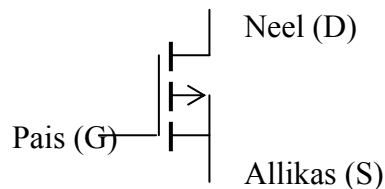


Transistoride voolusid nimetatakse vastavalt baasivooluks ja kollektorvooluks. Kollektorvoolu ja seda põhjustanud baasivoolu suhet nimetatakse vooluvõimendusteguriks ja see sõltub transistori tüübist, vähesel määral ka transistori temperatuurist. Transistori iseloomustavad põhinäitajad on lubatav kollektorvool, lubatav kollektorpinge, vooluvõimendustegur, lubatav kollektori kaovõimsus (kollektorpinge ja voolu korrutis), töösagedus ja korpus.

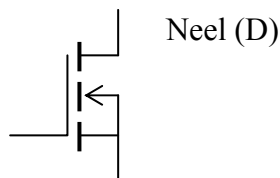
VÄLJATRANSISTORID (FET-id)

Väljatransistorides tüüritakse voolu siirdes sisendpingega, kusjuures tüürelektroodi takistus on suur – tavaliselt gigaoomid. Seega on tüürimiseks vajalik võimsus väga väike ja suureneb ainult kõrgematel sagedustel, kus hakkab mõju avaldama tüürelektroodi suur mahtuvus. Tüürelektroodi nimetatakse paisuks (ingl. GATE), ühist elektroodi allikaks (SOURCE) ja väljundelektroodi neeluks (DRAIN). Hetkel on kasutuses enimalt metall-oksiid pooljuhil (MOS) valmistatud väljatransistorid (MOSFET) ja need jagatakse kaheks:

1. P – kanaliga (P – channel) MOSFET-id, millede avamiseks tuleb paisule anda allika suhtes positiivne pinge (tavaliselt 2-6V).



2. N – kanaliga (N – channel) MOSFET-id, millede avamiseks tuleb paisule anda allika suhtes negatiivne pinge (tavaliselt 2-6V).



Pais (G)

Allikas (S)

MOSFET-ide põhilised iseloomustussuurused on maksimaalselt lubatavad neeluvool ja pinge, maksimaalne hajuvõimsus transistoril, tõus – näitab neeluvoolu muutust paisupinge muutmisel e. iseloomustab võimendusomadusi, sageduslikud omadused ja korpus.

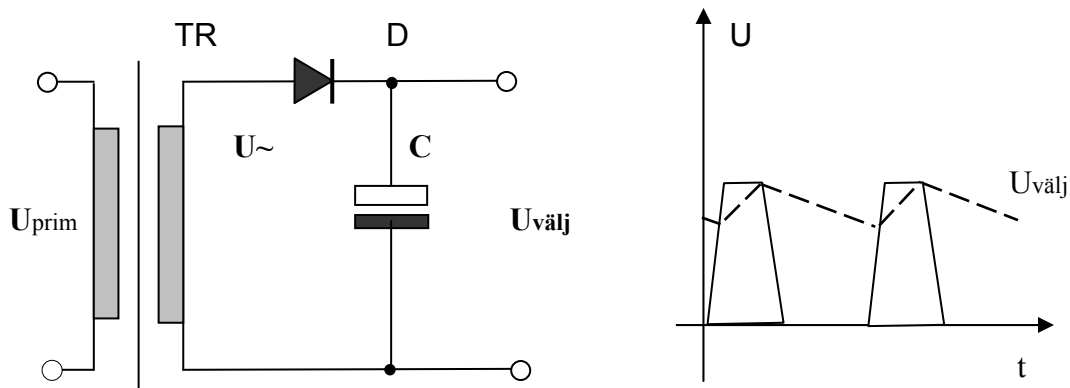
4. ALALDID JA STABILISAATORID

ALALDID

Alaldiks nimetatakse lülitust, mis muundab vahelduvvoolu alalisvooluks. Käsitleme ühefaasilisi alaldeid pooljuhtdioodidel.

POOLPERIOODALALDI

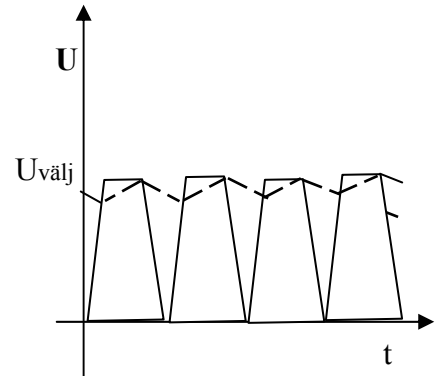
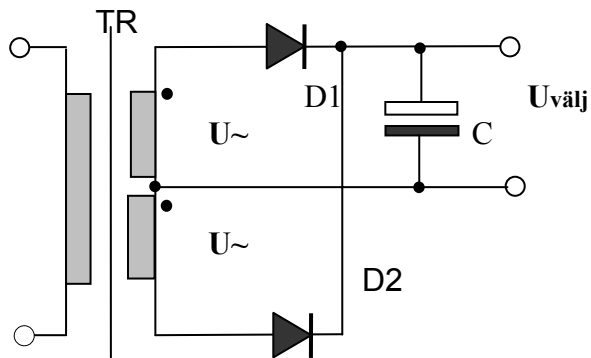
Poolperioodalaldi puhul kasutatakse ära ainult üks poolperiood vahelduvvoolu kahest poolperioodist, teine jääb kasutamata. Eeliseks on lihtsus, puuduseks raskem alalisvoolu silumine 50 Hz sageduse puhul. Kasutatakse kõrgete sageduste või väikeste koormusvoolude puhul.



Poolperioodalaldi puhul ilma koormuseta $U_{\text{välj}} = U_{\sim} \times 1,4 - U_D$. Koormusega sõltub väljundpinge veel koormusvoolust, trafo takistusest ja kondensaatori mahtuvusest.

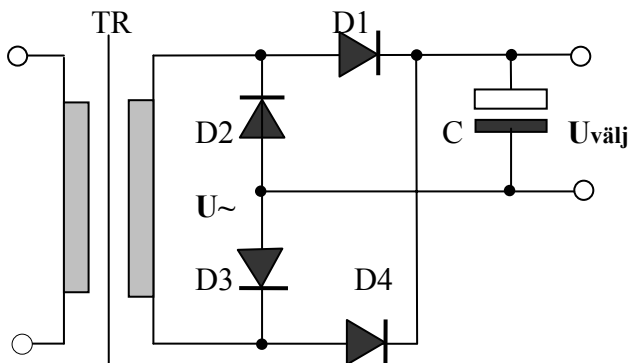
TÄISPERIOODALALDI

Täisperioodalaldi puhul kasutatakse ära vahelduvvoolu mõlemad poolperioodid. Selleks on kaks võimalust: kas lisatakse trafote teine sekundaarmähis, mis on esimesega vastandfaasis või kasutatakse diodide sildlülitust.



Kahe sekundaarmähisega täisperioodalaldi

Sellise täisperioodalaldi puhul on väljundpinge ilma koormuseta sama mis poolperioodalaldi puhul, kuid koormuse mõju väljundpingele on palju väiksem.



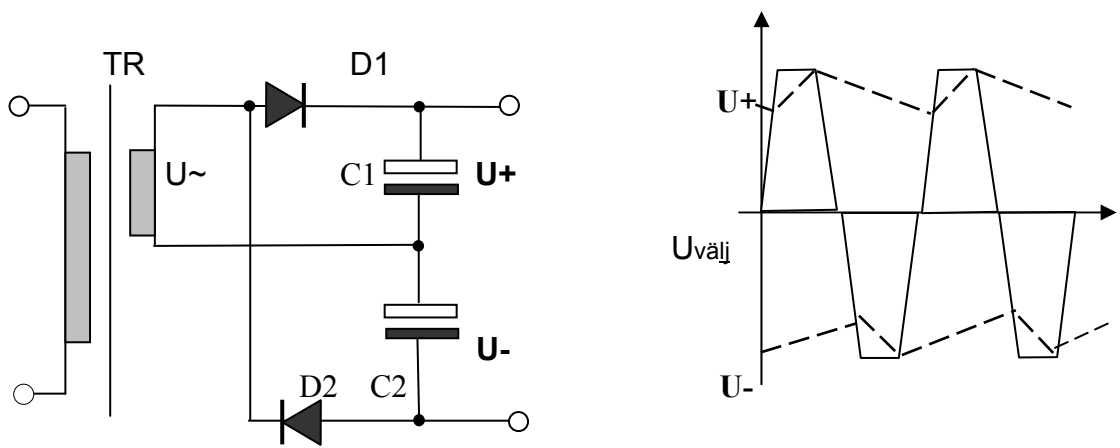
Sildlülituses diodidega täisperioodalaldi.

Sildlülituse puhul on alaldi koormuseta väljundpinge $U_{\text{välj}} = U_{\sim} \times 1,4 - 2 \times U_D$, kuna vool läbib kahte diodi. Muude omaduste poolest on ta sarnane kahe sekundaarmähisega täisperioodalaldiga.

PINGEKORDISTI

Pingekordistit kasutatakse juhul, kui olemasolevast vahelduvpingest on vaja saada üle kahe korra kõrgemat alalispinget. Selle skeemi puhul kasutab üks osa alaldist positiivset poolperioodi ja teine osa negatiivset poolperioodi. Nii saadud pingete summa annabki kahekordse väljundpinge.

U



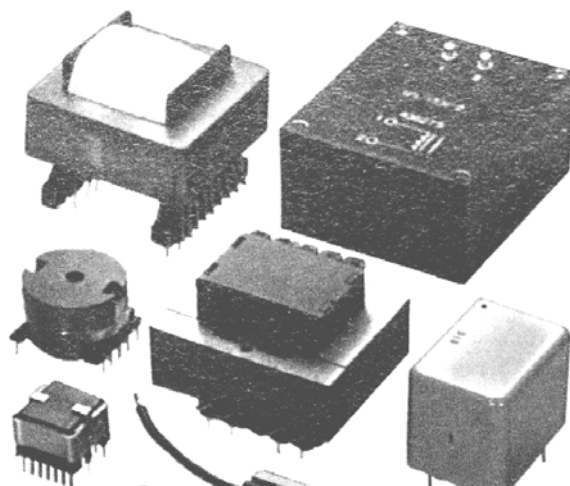
Pinge kahekordisti

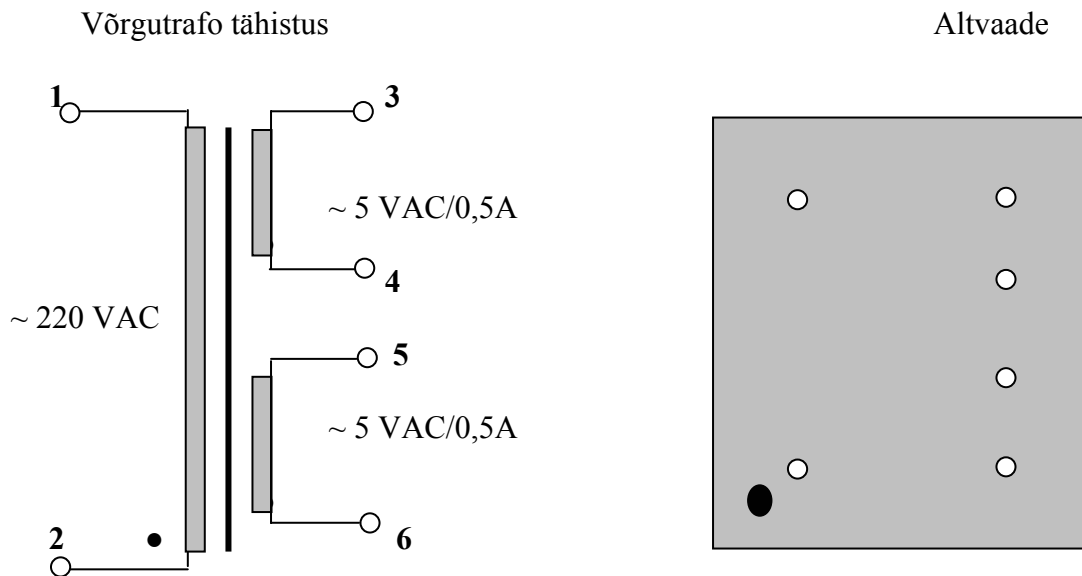
Koormuseta väljundpinge pinge kahekordisti puhul $U_{\text{välj}} = U_{\sim} \times 2,8 - 2 \times U_D$.
 Koormamisel on ta parameetrid sarnased poolperioodalaldiga.

TRAFOD

Trafo kujutab endast kahte või enamast traadist mähist poolialusel, mis on haaratud ühise magnetväljaga. Elektroonikaseadmetes on trafod varustatud raud – või ferriitsüdamikuga. Trafot kasutatakse vahelduvpinge muundamiseks või ahelate galvaaniliseks eraldamiseks. Sisenev vahelduvpinge juhitakse primaarmähisele ja sekundaarmähistelt saadakse väljundpinged. Trafo võib olla keritud poolialusele ja mähiste otsad joodetud väljaviikude külge või trafo võib olla valatud vaiku ja väljaviigud tehtud erivärviliste ühendusjuhtmetega.

Erinevaid trafosid





Trafode monteerimisel tuleb alati jälgida monteerimisjuhendit! Vastasel korral võib rikneda nii trafo kui sellega ühendatud komponendid!

Otse trükkplaadile joodetavate trafode puhul tuleb enne monteerimist üle vaadata väljaviigud – need peavad olema sirged ja ühtlaselt tinatatud, samuti peab ferriitsüdamik olema terve ja tema pooled tihedalt kokku liimitud. Katkise või liimimata südamiku puhul on trafo parameetrid sellised, mis võivad rikkuda kogu seadme.

Suuremate trafode puhul, mis kinnitatakse seadme korpuse külge, tuleb monteerimisel jälgida järgmist:

- ▶ Kõik mähised peavad olema seadme korpusest isoleeritud! Kui trafo mähiste isolatsioon on rikutud ja võib tekkida ühendus mähise ja trafo kinnituse vahel, ei tohi sellist trafot monteerida!
- ▶ Toroid (rõngas-)trafode monteerimisel peavad kinnituste ja trafo vahel olema kas kummist või paksust pehmest plastikust seibid.
- ▶ Juhtmetega tehtud väljaviigud tuleb monteerida siis, kui trafo on juba juhendite kohaselt kinnitatud. Vastasel korral võib trafo jääda juhtmete külge rippuma ja neid kahjustada.

5. INTEGRAALSKEEMID

Integraalskeemid kujutavad endast ühele pooljuhtkristallile ehitatud mitmekihilist passiiv-ja aktiivelementide kogumit, mis on välisühenduste tegemiseks varustatud väljaviikudega ja hermetiseeritud valamisega plasti, klaasi või metalli. Funktsionaalselt võib tegu olla lihtsate, paarist elemendist koosnevate skeemidega (diodmaatriksid) või ka kümneid tuhandeid elemente sisaldavate protsessoritega. Integraal (mikro-)skeemide korpused võivad olla kahe jalaga (pingestabilisaatorid), protsessoritel võib jalgu olla sadu. Mikroskeeme liigitatakse paljude näitajate põhjal, üks levinuim on nende jagamine analoog – ja digitaalskeemideks. Analoomikroskeemid töötlevad ajas muutuva amplituudiga signaali, digitaalmikroskeemides on info muundatud digitaalkujule ja töödeldakse impulsijada. Amplituudi väärtus ei ole enam oluline, kasutatakse ainult kahte nivood – madal ja kõrge (0 ja 1). Selle liigitamise piirimaile jäävad muundurid – mikroskeemid, mis muundavad analoogsignaali digitaalkujule või vastupidi. Eraldi jaotuse moodustavad ahelate toitmiseks ette nähtud toitestabilisaatorid, regulaatorid ja pingemuundurid. Mikroskeeme iseloomustavad parameetrid on antud vastavates kataloogides.

8		1
5	1	4

Mikroskeemide korpused on vastavalt vajadusele kas auk – või pindmontaazi variandis, esimest jalga tähistab tavaliselt kas valu – või värvitäpp mikroskeemi otsal, võimalikud on ka muud tähistused (ristkülik, kolmnurk jne.).

6. VÕIMENDID

VÕIMENDITE PARAMEETRID

Võimendid on lülitused, mis võimaldavad elektrilisi signaale võimendada vajaliku pinge – ja voolu tasemeni. Analoom – ehk lineaarvõimendid on sellised võimendid, kus normaalingimustel võimendi väljundsignaal järgib sisendsignaali kuju võimalikult suure täpsusega, s.t. tema võimendustegur on püsiv. Reaalselt on see võimalik teatavas kindlas parameetrite vahemikus, seetõttu eristatakse teatavaid suuremaid võimendite alagruppe:

Madalsagedusvõimendid

Selle grupi võimendid on võimelised võimendama signaale alates alalispingetest kuni sadade kilohertsideni, väljundvõimsused millivattidest sadade vattideni,

tundlikkus võib olla mikrovoltides. Tüüpilisemad näited on audiovõimendid, servovõimendid automaatikas, mõõtevõimendid meditsiinis ja mujal jms.

Videovõimendid

Selle grupi võimendid peavad töötama vahemikus paarikümnest hertsist kuni kümnete megahertsideni, kusjuures neile esitatavad nõuded lineaarsuse, moonutuste, mürade ja faasiparameetrite suhtes on ranged. Sisendid ja väljundid on tavaliselt sobitatud, mis võimaldab signaale edastada mõõda pikki ühenduskaableid ilma moonutusteta.

Kõrgsagedusvõimendid

(raadiosagedus)võimendid, kus võimendatav sagedusala on sadadest kilohertsidest gigahertsideni. Tavaliselt suure tundlikkusega ja väikese müraga, erinõueteks parameetrite stabiilsus. Eraldi haruna on siin selektiivsed võimendid, kus võimendatakse ainult ühte kitsast sagedusriba kogu sagedusalast. Põhilülitused igasugustes raadiosidesüsteemides.

Võimendite põhilised iseloomustussuurused:

1) Võimendustegur – väljundpinge suhe sisendpingesse

$$K_U = U_{V\Delta L J} / U_{SIS}$$

(mõnikord kasutatakse ka sisendpinge väärtust maksimaalse väljundsignaali puhul)

2) Maksimaalne väljundpinge (väljundvõimsus) lubatud moonutuste juures, iseloomustab väljundist koormusele antavat pinget / võimsust

$$U_{Vmax} / P_{Vmax} \quad [\text{V} / \text{W}]$$

3) Minimaalne lubatud koormustakistus – koormuse minimaalne väärtus, mille puhul võimendi säilitab oma parameetrid ja töövõime

$$R_k \quad [\Omega]$$

4) Sisendtakistus – see on takistus, millega võimendi koormab signaaliallikat

$$R_{sis} \quad [k\Omega]$$

5) Sagedusriba – töösageduste vahemik, milles võimendi säilitab oma parameetrid

$$\Delta f \quad [\text{Hz}]$$

6) Moonutused – sisendsignaali võimendamisel tekkivad muutused signaali kujus, leitakse muutuste pingete summa jagamisega signaalipingega

$$K_m = \Sigma U_m / U_s [\%]$$

7) Lubatav toitepinge – toitepingete vahemik, kus võimendi säilitab oma parameetrid ja töövõime

$$U_t [V]$$

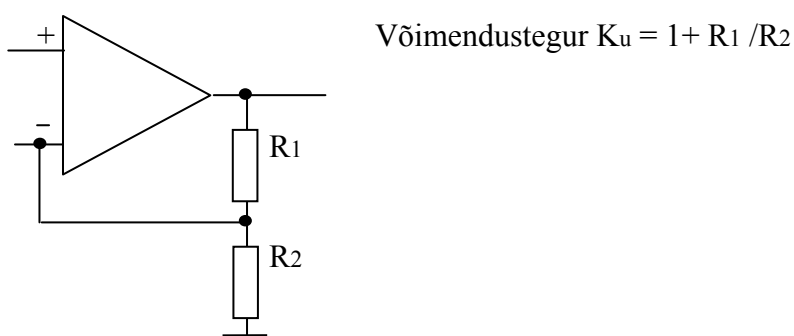
8) Töötemperatuur – ümbritseva keskkonna temperatuur, mille juures võimendi säilitab oma parameetrid ja töövõime

$$[C^\circ]$$

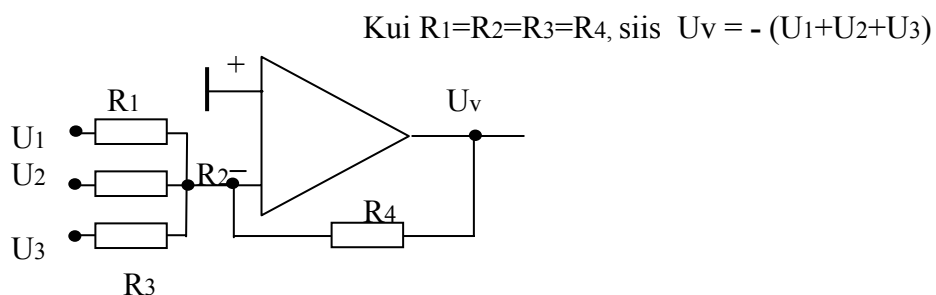
Lisaks võib kasutada veel täiendavaid parameetreid: omamüra, väljundsignaali tõusu kiirus, sagedusarakteristiku lineaarsus jne.

OPERATSIOONVÕIMENDITE KASUTUSVÕIMALUSED

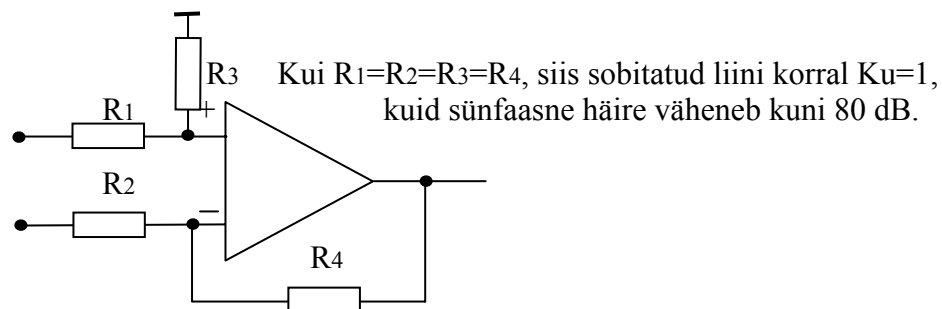
1. Mitteinverteeriv võimendi



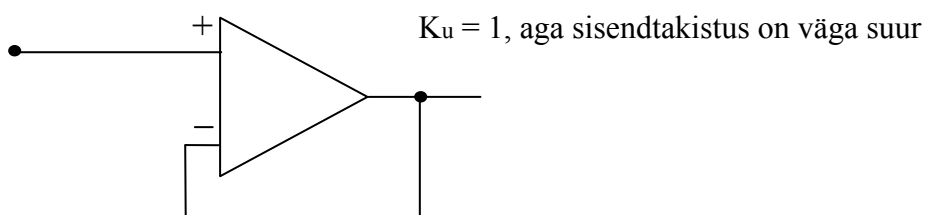
2. Inverteeriv summaator



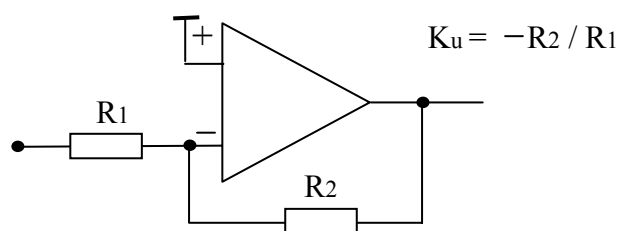
3. Sümmeetriline sisendvõimendi



4. Pingejärgur

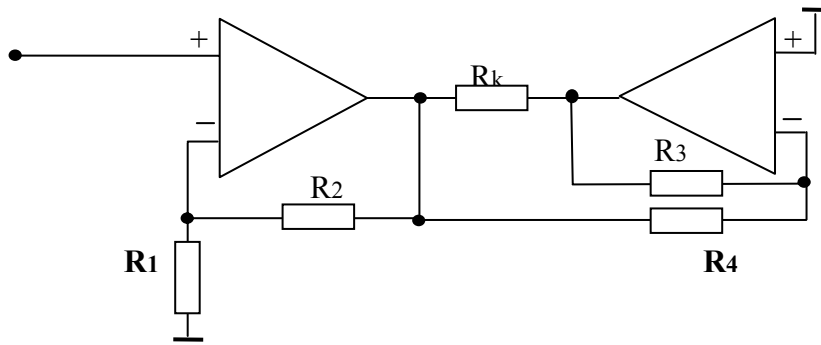


5. Inverteeriv võimendi



6. Sildlülitus väljundpinge kahekordistamiseks

Sildlülituse võimendustegur $K_u = 2x(1+R_2/R_1)$; $R_3 = R_4$ ja teine võimendi on inverteeriv võimendi $K_u = 1$



Võimendite sildlülituse puhul koormusele antav pinge kahekordistub, võimsus aga (vastavalt Oomi seadusele) neljakordistub. Võimaldab madala toitepinge juures saada suuremat väljundvõimsust.

7.ELEKTROAKUSTIKA, ANALOOG – JA DIGITAALHELISALVESTUS

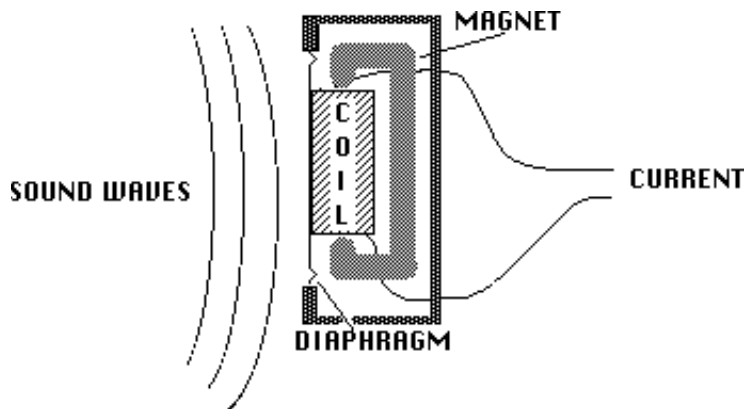
AKUSTILISED MUUNDURID

MIKROFONID

Mikrofon on muundur, mis muundab audiosignaali elektriliseks signaaliks. Tööpõhimõtte võib neis olla väga erinev. Esimesed mikrofonid kujutasid endast sõepuruga täidetud korpust, milles paiknes isoleeritud elektrood. Korpuse kaas oli purust isoleeritud kilega ja võis korpuse suhtes veidi liikuda. Mikrofonis saabuv helilaine muutis kaane survet sõepurule ja sellega ka lisaelektroodi ja korpuse vahelist takistust. Samuti olid kasutusel piesoelektrilised mikrofonid, kus helilaine mõjutab piesoelementi ja tekitab selles pinge. Mõlema tüübi kvaliteet ei ole tänapäevaseks kasutuseks piisavalt hea.

Hetkel on kasutusel enamalt kahte suurde rühma kuuluvad mikrofonid: dünaamilised ja kondensaatormikrofonid.

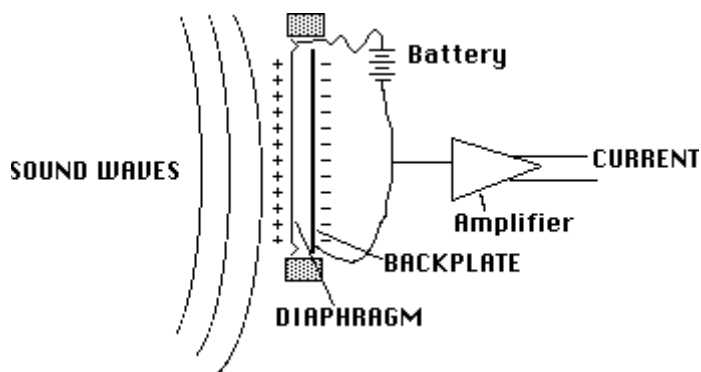
a) DÜNAAMILISED MIKROFONID



Dünaamilise mikrofoni tööpõhimõte

Dünaamilises mikrofonis mõjutab helilaine magnetväljas olevat mähist, mis liikudes magnetvälja suhtes indutseerib oma otstel vastava pinge. Tavaliselt on mähis keritud pooliks ja kinnitatud elastsele diafragmale, et võimaldada pooli täpne liikumine magneti pooluste vahel. Diafragma koos mähisega on liimitud magnetahela külge ja mähise väljaviigud on varustatud painduvate ühendusjuhtmetega. Selline mikrofoni kapsel on monteeritud korpusesse ja mõnikord varustatud sobitustrafoaga või võimendiga, kuna tema väljundpinge on suurusjärgus millivoldid. Kaasajal enam-kasutatav mikrofoni tüüp. Dünaamilise mikrofoni üks eritüüp on lintmikrofon, milles diafragma on asendatud ülikergest fooliumist metallribaga, mis liigub helilaine mõjul magnetväljas. Oli ja on kasutusel laiaribalise stuudiomikrofonina väga heade parameetrite pärast, laiemaks kasutuseks raske ja kallid.

b) KONDENSAATORMIKROFONID



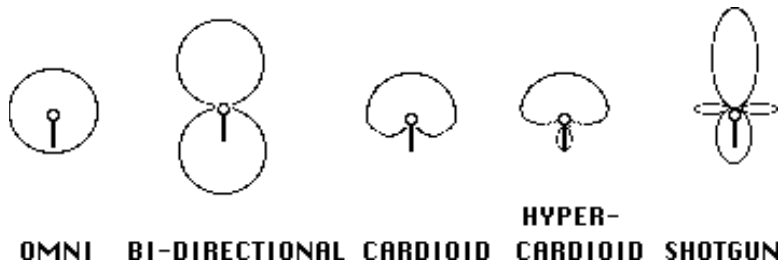
Kondensaatormikrofoni tööpõhimõte

Kondensaatormikrofonis kasutatakse ära kondensaatori seda omadust, et kondensaatori laeng on võrdeline pingega kondensaatoril ja kondensaatori mahtuvusega. Kui laetud kondensaatori mahtuvust muuta, peab muutuma ka laeng või pinge. Kondensaatormikrofonis on kondensaatori üks plaat tehtud jäik, teine plaat (diafragma) aga liikuv, valmistatud metalliseeritud kilest. Diafragma pingestatakse seisva plaadi suhtes välisest toiteallikast alalispingega. Kui nüüd helilained liigutavad diafragmat ja muudavad mahtuvust, siis tekivad pingestusahelas oleval koormustakistil pingemuutused, mis suunatakse võimendisse. Võimendi on reeglina ehitatud samasse mikrofonikapslisse, kuna sellise mahtuvusliku anduri väljundtakistus on väga suur ja signaal nõrk. Kondensaatormikrofonid on teine enamkasutatav mikrofonitüüp kaasajal, eriti üks eritüüp – elektretmikrofonid. Neis on diafragmana kasutusel spetsiaalne kile, millele tekib pinnalaeng, s.t. diafragma pingestub ilma välise pingeaallikata. Nende mikrofonide suurim puudus on pinnalaengu kadumine materjali vananemisel, s.t. ajaline ebastabiilsus. Helikvaliteedilt on nad head.

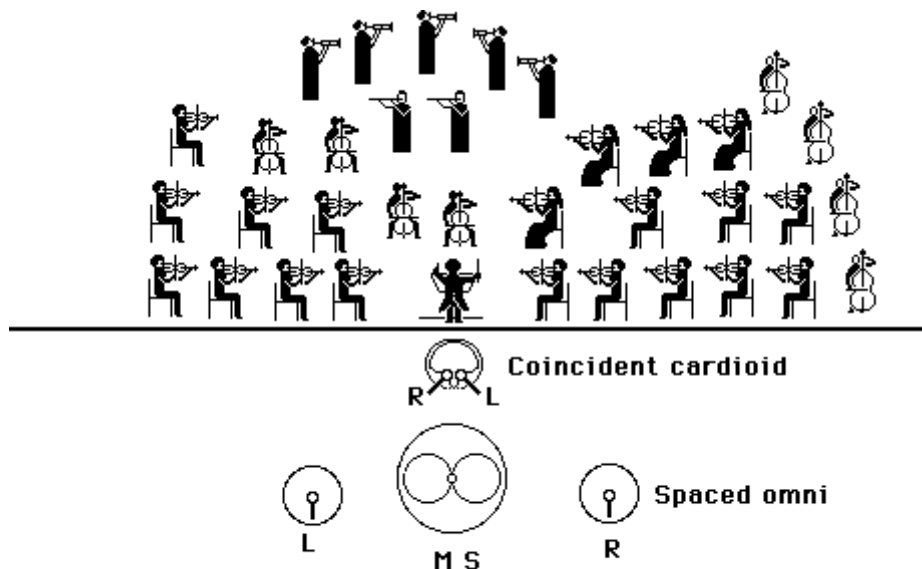
MIKROFONIDE PARAMEETRID

Mikrofonide tähtsamad parameetrid on:

- 1) Tundlikkus – näitab, millist väljundpinget annab mikrofon kindlal sagedusel ja helirõhul normeeritud koormusel. Ühikuks võib olla mV/Pa (tavaliselt 1kHz juures) või suhtarv dB, mis näitab, mitu korda on väljundpinge väiksem 0-nivoost (1V/Pa).
- 2) Ülekantav sagedusriba – kesksageduse nivooga võrreldes ± 3 dB vea piiridesse jääv sagedusriba
- 3) Moonutused – suurus määratakse kindla helirõhu juures kogu sagedusribas tekkiva moonutuste signaalide summa ja väljundsignaali suhe, väljendatakse protsentides
- 4) Suunakarakteristik – näitab väljundsignaali sõltuvust mikrofoni saabuva helilaine suunast, see näitaja on omakorda sõltuv signaali sagedusest. Esitatakse tavaliselt graafiliselt ringdiagrammidena erinevate sageduste jaoks. Konstruktsiooniliselt on võimalik eristada nelja suuremat gruppi mikrofone:
 - a) ringkarakteristikuga (omnidirectional)
 - b) kaheksakarakteristikuga (bi-directional)
 - c) neerukujulise karakteristikuga (cardioid)
 - d) teravalt suunatud (shotgun)



Mikrofonide suunakarakteristikud



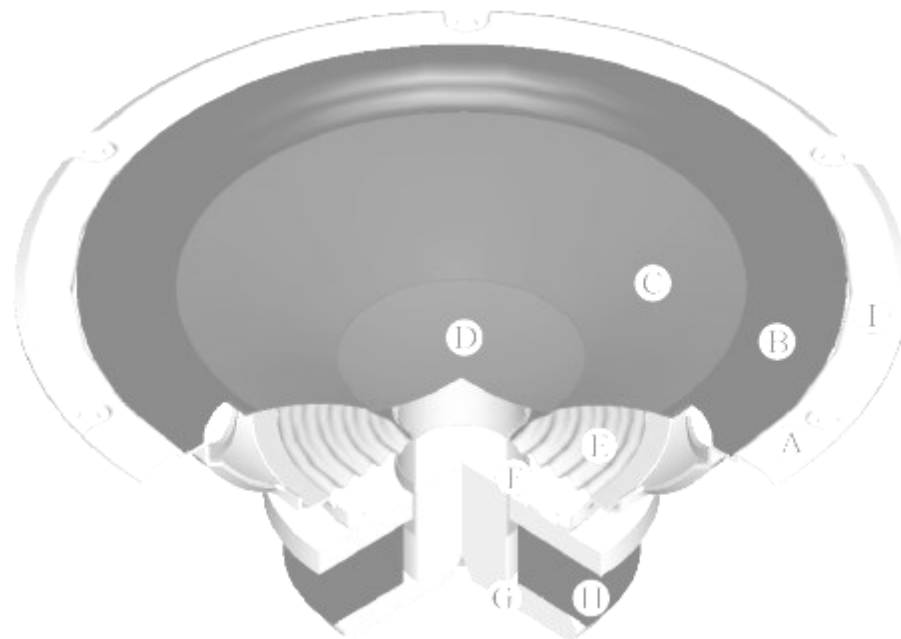
Microphone placement for stereo recording.

Erinevate suundiagrammidega mikrofonide kasutamine stereosaates

VALJUHÄÄLDID JA KÕLARID

VALJUHÄÄLDID

Kaasajal kasutatakse kvaliteetsetes heliedastussüsteemides peamiselt ühte tüüpi, elektrodünaamilist valjuhääldit. Tööpõhimõttelt on ta sarnane dünaamilise mikrofoniga. Ka siin on magnetväljas pool, mille külge on kinnitatud eripapist membraan. Kui lasta helisageduslik vool läbi pooli, hakkab see tekkiva magnetvälja ja püsिमagneti välja koosmõjul liikuma. Ühtlasi liigutab ta ka membraani, mis tekitab õhus helilained – tekib heli. Tavalise dünaamilise valjuhääldi ehitus on näidatud joonisel. Valjuhääldi komponendid on tähistatud järgmiselt:



- A – valjuhääldi korpus, stantsitud plekist või valatud alumiiniumist
- B – pehmest kummist serv, mis võimaldab membraanil liikuda
- C – membraan
- D – kaitsekuppel õhupilu kaitseks võrkehade eest
- E – tsentreerimisseib võnkepooli külgsuunalise liikumise tõkestamiseks ja õhupilu kaitseks
- F – papist või alumiiniumist torule keritud võnkepool
- G – pehmest rauast südamik ja rõngad võnkepilu moodustamiseks
- H – püsिमagnet

Joonisel on näitamata painduvad juhtmed, mis ühendavad võnkepooli väljundklemmidega

Kõrgsagedusvaljuhääldid erinevad teistest selle poolest, et nende membraani liikumine on väga väike ja heli tekitamiseks vajalik pind samuti. Seepärast on neil membraan liimitud servadega otse magnetsüsteemi külge, tsentreerimisseibi ei ole ja heli tekitab membraani keskel olev kuppel. Alloleval pildil on näha tüüpilise kõrgsagedusvaljuhääldi väliskuju.



Valjuhääldeid iseloomustavad järgmised parameetrid:

- 1) Maksimaalne lubatav tüürvõimsus – see on elektriline võimsus, mille puhul valjuhääldi säilitab veel oma töövõime
- 2) Taasesitatav sagedusdiapasoon – see on helisageduste vahemik, kus valjuhääldi helirõhk jääb lubatud erinevuste piiridesse (tavaliselt 3 dB)
- 3) Nominaalne helirõhk – see näitab, kui suurt helirõhku annab valjuhääldi oma akustilisel teljel 1m kaugusel, kui teda tüüritakse 1kHz sagedusega 1W võimsusega
- 4) Võnkepooli takistus – see on vajalik tüüripinge määramiseks
- 5) Moonutuste suurus – iseloomustab algsignaale tekkivaid soovimatuid lisandeid

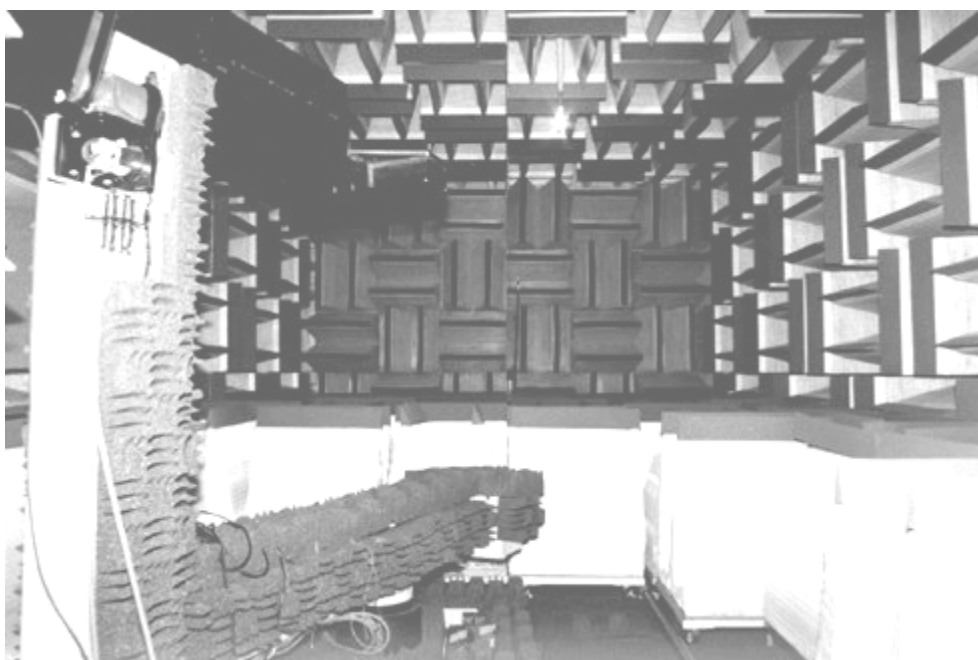
Valjuhääldile vajaliku kõlari valmistamiseks antakse väljuhääldiga kaasa ka hulk tema mehhaanilisi parameetreid, mis iseloomustavad valjuhääldi käitumist mehhaanilise omaresonantsi juures. Nende abil saab arvutada välja sobiva kõlari kasti parameetrid.

KÕLARID

Madalamatel sagedustel jõuab tekkinud helilaine liikuda valjuhääldi membraanilt ümber serva membraani tahaküljele ja seal neutraliseeruda – laine liigub valjuhääldi serva ümber, selle asemel, et ruumi levida. Selle nähtuse kõrvaldamiseks asetatakse väljuhääldi plaadile (kõlalauale), mis pikendab helilaine teekonda membraani esiküljelt tagaküljele. Madalate sageduste jaoks peaksid selle plaadi mõõtmed ulatuma meetritesse. Kuna sellist kõlarit on võimatu kasutada, paigutatakse valjuhääldi eraldi kasti, mis välistab helilainete lühistumise. Kuna valjuhääldi membraani tagumine pool on nüüd suletud ruumis ja peab liigutama selles olevat õhku, langeb veidi valjuhääldi helirõhk (kasutegur). Valjuhääldi omaresonantsi ja kasti sees oleva õhu koosmõjul võib

valjuhääldi sageduskarakteristik madalatel sagedustel moonutada. Selle vältimiseks on vaja arvutada kasti mõõtmed vastavalt valjuhääldi mehaanilistele parameetritele.

Valjuhääldite ja kõlarite mõõtmiseks kasutatakse nn. kajata ruume, kus seintele langev heli sumbub tänu seinte erilisele ehitusele ja kasutatavatele materjalidele. Fotel on näha üks selline ruum.



Kui üks valjuhääldi ei suuda katta kogu vajalikku sagedusdiapasooni, tuleb kõlaris kasutada mitut erinevat valjuhääldit. Need valitakse nii, et oleks tagatud ühtlane helirõhk kogu sagedusalas. Kui seda tingimust ei ole võimalik täita, tuleb kasutada eraldusfiltreid. Vastavalt välja arvatud filter võimaldab sobitada valjuhääldite helirõhku ja eraldussagedusi. Filtreid on erineva keerukusega ja nende valmistamisel tuleb kasutada kõrgekvaliteedilisi komponente, et mitte tekitada helis täiendavaid moonutusi. Tavaliselt kasutatakse kahte või kolme erinevat valjuhääldit.



Tüüpiline kaheribaline faasiinvertoriga kõlar (Audes 111.1)

HELISALVESTUS

MEHHAANILINE HELISALVESTUS

Mehhaanilise helisalvestuse põhimõtte võttis kasutusele Thomas Alva Edison. Ta lähtus eeldusest, et kui heli on laineline protsess, siis peaks olema võimalik seda jäädvustada liikuvale pinnale. Selleks ehitas ta aastal 1877 esimese heli salvestus-taasesitussüsteemi. Süsteem koosnes vahakihiga kaetud trumlist, millele toetus teravikuga varustatud membraani ots. Membraan oli kinnitatud koonilise ruupori kaela, mis koondas heli. Membraan sai väikestes piirides liikuda, s.t. järgida helilaineid. Kellamehhanism ajas ringi vahatrumlit ja nihutas edasi ka ruuporit, nii et

teravik joonistas trumlile tiheda spiraali. Spiraali sügavus sõltus ruuporisse jõudnud helilainest, mis salvestus nii pöörleva trumli pinnale. Peale salvestuse lõppu viidi ruupor spiraali algusesse tagasi. Kui nüüd trummel uuesti pöörlema pandi, liigutas spiraalis libisev teravik membraani ja tekitas salvestamisele sarnase helilaine – heli oli salvestatud. Järgmise sammuna leiutas Emile Berliner aastal 1888 tasapinnalise spiraaliga vinüülplaadi, mis oli põhimõtteliselt muutusteta kasutusel terve sajandi.

Edissoni fonograaf aastast 1896.

Edasised täiustused olid ainult seotud elektriliste võimendite tulekuga. Võimenduslambid andsid võimaluse kasutada paremaid mikrofone ja salvestada ka vaiksemaid helisid, uued piesolektrilised ja elektrodünaamilised helipead aga saada plaadilt tagasi kogu sinna salvestatud heli. Alates eelmise sajandi viiekümnendatest võeti kasutusele plaadi madalam pöörlemiskiirus, 33 1/3 pööret minutis, mis võimaldas ühe plaadi kahele küljele mahutada üle 40 minuti salvestust. Alates kuuekümnendatest sai endale eluõiguse stereosalvestus, kus helivao ühele küljele salvestatakse vasak kanal ja teisele parem kanal. Sellised plaadid (LP – d) on fanaatikute ringkondades kasutusel tänapäevani.

MAGNETILINE HELISALVESTUS

Magnetilise helisalvestuse puhul muundatakse helilaine magnetväljaks, mis salvestatakse liikuvale magnetkandjale – kas traadile, kettale või lindile. Salvestuse kuulamiseks tuleb magnetkandjat liigutada sama kiirusega taasesustuspea eest läbi. Kandjal olev magnetväli tekitab taasesustuspeas vastava elektrilise signaali, mida võimendatakse ja suunatakse kõlarisse. Magnetilise helisalvestuse puhul on võimalik saada palju paremaid heliparameetreid, kuna puudub otsene mehhaanilise müra allikas – nõela libisemine mööda helivagu nagu mehhaanilises helisalvestuses. Laiatarbe-salvestuses kasutatakse magnetkandjana reeglina linti, mille alus on valmistatud kulumiskindlast polümeerimaterjalist ja mis on kaetud magnetiseeruva kihiga (põhikomponent raudoksiid). Lintide laiused ja liikumiskiirused on normeeritud.

Kodukasutuses on 1/4 tolli laiune lint eraldi poolidel ja 1/8 tolli laiune kassetides. Standardkiirused on 76,2 cm/s; 38,1 cm/s; 19,05 cm/s; 9,53 cm/s ja 4,76 cm/s. Sellistele lintidele salvestatakse mõlemas suunas kaks helirada: stereosignaali vasak ja parem kanal. Studiosalvestustel kasutatakse laiemat linti, et oleks võimalik samaaegselt salvestada mitut erinevat signaali. Tänu digitaalsalvestuse kiirele levikule on magnetiline analoogsalvestus oma populaarsuse kaotanud.

Magnetilise helisalvestuse olulisemad aastad:

1953 IBM valmistas oma esimese andmesalvesti magnetlindil.

1951 Firma Mincom demonstreeris esimest telepildi salvestust, videomagnetofoni.

1950 Ilmus esimene lindimuusika kataloog USA-s.

1948 Ampex alustas lintmagnetofonide laiatarbemüüki.

1947 Firma Rangertone, Inc. tutvustas esimest professionaalset lintmagnetofoni.

1935 Firma AEG teavitas üldsust Magnetofoni, helisalvestusseadme leiutamisest. Samal aastal hakati seadet kasutama Saksamaa ringhäälingus.

1903 Ameerika firma Telegraphone Co. alustas Telegrafoni tootmist.

1900 Austria Ertshertzog Franz Joseph'i hääl salvestati Telegrafonil Pariisi Maailmanäitusel.

1898 01. detsembril sai Taani leiutaja ja insener Valdemar Poulsen patendi Telegrafonile, esimesele magnetilisel helisalvestusel põhinevale telefonivastajale.

DIGITAALNE HELISALVESTUS

Eristatakse põhimõtteliselt kahte liiki helisalvestust:

a) analoogsalvestus, kus helilaine kujule vastab mingi füüsikaline suurus – heliplaadil helivao sügavus, magnetlindil magnetvälja tugevus, filmilindil helijälje laius jne.

b) digitaalsalvestus, kus helilaine kuju on teatud kindlate ajavahemike tagant ära mõõdetud, arvkujule viidud ja salvestatakse mõõtetulemuste jada. Sellise salvestuse puhul ei ole salvestuse ja helilaine vahel otsest vastavust, salvestus on kodeeritud. Matemaatiliselt on tõestatud, et analoogsignaali moonutusteta salvestamiseks peab takt(mõõde-)sagedus olema vähemalt kaks korda kõrgem analoog-signaali sagedusest. See tähendab, et kvaliteetse salvestuse saamiseks peab digitaal-salvestuse taktsagedus

olema vähemalt 40kHz, tegelikult kasutatakse sagedusi 41-st kuni 96kHz-ni. Saadud arvujada on võimalik töödelda nii, et helisignaali vähete muutuste puhul salvestatakse ainult need muutused ja arvujada sel viisil tihendada, samuti vähendada stereosignaali mahtu (kompresseerida signaali). See võimaldab mahutada rohkem infot sama salvestusmahu peale, kusjuures tekkivad moonutused helipildis on reeglina vähemärgatavad. Saadud digitaalne heli on võimalik salvestada kas magnetkandjale (kasutuses on nii lindid kui kettad) kui plaadile. Viimasel juhul kasutatakse optilist signaali taasesüst, kuna mehhaaniline helipea ei ole võimeline nii kõrgetel sagedustel töötama. Signaalikandjaks plaadil on õhuke metallikiht (foolium), millele pressitakse andmerajad kahendsüsteemis (süvend-kumerus). Taasesüstel juhitakse andmerajale fokuseeritud laserkiir, mille peegelduse vastuvõtmisel saab taastada digitaalsignaali. Laserpead juhib protsessor, mis valib talle vajaliku asukoha ja suunab kiire vajalikule rajale. Kuna on tegemist väga kitsa andmerajaga, siis on laserplaadi taasesüst tundlik mehhaanilistele mõjutustele. Seda saab teatud määral vähendada vahemärga – tekitada pikem viide signaali lugemise ja audiosignaali väljastamise vahel, nii et oleks võimalik valesi loetud andmeid plaadilt uuesti ära lugeda. Digitaalsignaali õigsuse kontrollimiseks on talle lisatud täiendavat infot.

Digitaalsalvestus on saamas järjest suuremat poolehoidu ja on tõrjumas analoogsalvestusi laiatarbeturult välja. Kasutusel on veel kompaktkassetid tänu suhteliselt lihtsale käsitsemisele ja pikaajalisele turulolemisele, enamik laiatarberadioid on varustatud kassetimängijatega. Kuid ka nende puhul on tegemist suhteliselt keerukate mehhaaniliste süsteemidega, mis nõuavad perioodilist hooldust. Seepärast võib arvata, et piisava määrahuga ja odavate pooljuhtide turuletulekuga hakkavad kaduma kõik liikuvate osadega salvestusseadmed. Tuleviku kantav muusikamasin kujutab endast ilmselt vööklambrit või kõrvaklappe, mille suurim element on toitepatari ja paaritunnine helikandja ise on umbes tikkarbisuurune õhuke plaadike – väiksemat moodulit oleks raske käsitleda.

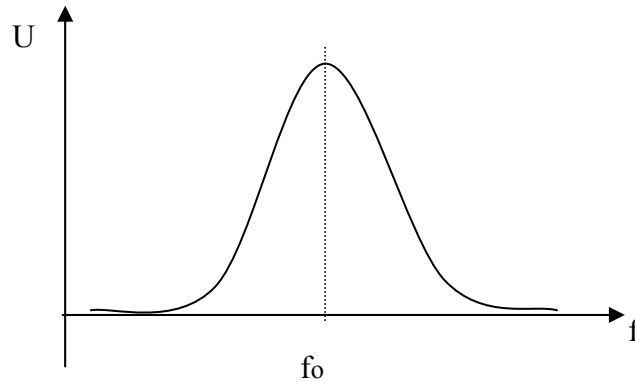
8. VÕNKERINGID

Võnkeringid on raadiotehnikas selektiivsed elemendid. See tähendab seda, et nende toime neile rakendatud signaalile sõltub signaali sagedusest ja kujust ja võimaldab signaalist eraldada kindla sagedusega komponente. Võnkering koosneb mahtuvuslikust elemendist (kondensaator) ja induktiivsest elemendist (pool). Nende paralleelsel ühendamisel tekib huvitavate omadustega ahel, kus ühel komponentide väärtuste poolt määratud kindlal sagedusel saab tekkida resonants. Resonants on selline nähtus, kus energia ahelas muutub mahtuvuslikust induktiivseks ja vastupidi. Resonantsi mõjutavad kondensaatori mahtuvus, pooli induktiivsus ja võnkeringi kaod – nii oma aktiivtakistus kui väline koormamine teiste ahelatega.

Võnkeringi omaresonantsi saab arvutada valemiga:

$$f_0 = 1 / (2\pi \times \sqrt{LC})$$

Selle valemi puhul on sagedus hertsides, kui induktiivsus on henrides ja mahtuvus faradites.



Võnkeringile rakendatud pinge sõltuvus sagedusest.

Nagu jooniselt näha, on pinge võnkeringil suurim tema resonantsi korral. See võimaldabki mitme signaali summast eraldada ühe kindla sagedusega komponent. Võnkeringi iseloomustavad põhiliselt kaks suurust, tema resonantsisagedus ja hüvetegur. Viimane näitab võnkeringi selekteerimisvõimet ehk kui palju surub võnkering maha kõrvalsagedusi võrreldes resonantsisagedusega. Resonantsisagedus sõltub mahtuvuse ja induktiivsuse väärtustest, hüvetegur nende omavahelisest suhtest ja veel kadudest võnkeringis. Kaod omakorda sõltuvad nii pooli ja kondensaatori omadustest kui välisahelatega võnkeringi koormamisest.

Kui ühe võnkeringi selektiivsetest omadustest ei piisa signaali vajalikuks filtreerimiseks, koostatakse mitmest võnkeringist filter. Selle vajalik tunnusjoon arvutatakse kõigepealt välja ja koostamise järel häälestatakse paika. Häälestamiseks kasutatakse kas reguleeritavaid induktiivsusi või trimmer-kondensaatoreid.

9.RAADIOLEVI PÕHIMÕTTED

Raadiolevi põhineb elektromagnetvälja omadusel levida ruumis valguse kiirusega ja kanda endas informatsiooni. Igale voolu liikumisele juhtmes kaasneb ka elektri- ja magnetvälja - raadiolaine teke. Raadiosaatja eesmärk on tekitada selline raadiolaine, mida on võimalik vajalikult kauguselt vastu võtta ja temas edastatav informatsioon taastada.

Raadiolevi haarab enda alla väga laia sagedusala, alates kümnetest kilohertsidest (pikk laine levisaatjad, allveelaevade raadioside) kuni gigahertsideni (sattelliit – ja kosmoseside, uuemad andmesüsteemid jne.).

Raadiolainesse informatsiooni sisestamist nimetatakse moduleerimiseks. Kasutusel on kolm põhilist modulatsiooniliiki:

1) Amplituudmodulatsioon

- Saatja töösagedust (kandesagedust) mõjutatakse nii, et selle amplituud vastaks infosignaali kujule. Vastuvõtupoolel eraldatakse signaali alaldamisega kandesagedus ja saadakse kätte infosignaal.
- 2) Sagedus(faas-)modulatsioon
Saatja kandesagedust mõjutatakse nii, et sagedus muutub kesksagedusest erinevaks vastavalt infosignaali kujule, tekib sageduse deviatsioon (kõrvalekalle), mis vastuvõtupoolel sobivate sagedus(faas-)detektoritega infosignaali muundatakse.
 - 3) Impulssmodulatsioon
Saatja kandesagedust mõjutatakse nii, et tekib hüppeline amplituudi, sageduse või faasi muutus. Kasutatakse digitaalsignaalide edastamiseks.

Kõiki modulatsiooniviise võib kasutada ka kombineeritult, s.t. üheaegselt mitut viisi.

Amplituudmodulatsioon on raadiolevis laialt kasutusel, viimasel ajal küll oma tähtsust veidi kaotamas. Kasutatakse teda veel pikk-, kesk- ja lühilaine leviraadiotes, televisioonis pildi edastamisel, hobiraadiotes. Põhiliseks probleemiks on vähene häirekindlus, kuna kandesignaalile liitunud häiresignaali on raske hiljem eraldada.

Sagedusmodulatsioon on tunduvalt häirekindlam, kuna häiresignaal mõjutab põhiliselt amplituudi, mitte sagedust. Kasutatakse FM-raadiotes ja teistes sidevahendites, samuti televisioonis heli edastamisel. Demodulaator on tunduvalt keerulisem kui amplituudmodulatsioonil.

Impulssmodulatsioon on digitaalsignaalide edastamiseks kõige enam kasutusel, võimaldab suurt häirekindlust, s.t. kaugemat vastuvõttu. Põhimõtteliselt keerulisem kui eelmised viisid, kuid tänu mikroelektronika kasutusele ei oma demodulaatori keerulisus suurt tähtsust.

Leviraadios muundatakse helisignaal mikrofonide abil elektriliseks signaaliks, seda võimendatakse ja töödeldakse vajadusel. Televisioonis muundatakse pilt kaamerate abil elektriliseks signaaliks, sellele lisatakse kaasnev helisignaal. Signaalide saate- ja vastuvõtupool on põhimõtteliselt sarnased, suurem erinevus on televisioonis ajastussignaalide kasutamine. See on tingitud sellest, et televisioonis edastatakse kujutist ridade kaupa ja signaalile lisatakse info uue rea ja uue kaadri alguse kohta.

10.ANTENNID JA FIIDRID

Saateantennide ja fiidrite ülesanne on võimalikult täielikult saata raadiosaatjas formeeritud elektriline signaal raadiolainena vajalikus suunas ruumi.

Vastuvõtuantennide ülesanne on võimalikult suur osa ruumis levivast raadiolainest kinni püüda ja edastada see vastuvõtja sisendisse.

Antennide puhul on probleemiks see, et tegemist on laineliste protsessidega ja antenni kiirgavasse ossa peab mahtuma täisarv kordseid lainepikkusi. Vastasel juhul tekib antenni tipust laine tagasipeegeldus, mis on langeva lainega vastufaasis ja summutab seda, ruumi kiirguva energia hulk väheneb. Samuti peab toitefiider olema antenniga ja saatjaga sobitatud, sest iga järsu lainetakistuse muutusel tekib kahjulik peegeldus. Seetõttu on leppeliselt normeeritud lainetakistused, mida raadiosaatjate, antennide ja fiidrite ehitamisel kasutada. Tavaliselt on teostatud sümmeetriliste antennide toide 300 oomiste lamekaablite abil, ülejäänud antennidele on kohandatud 75 ja 50 oomised koaksiaalkaablid. Koaksiaalkaabel

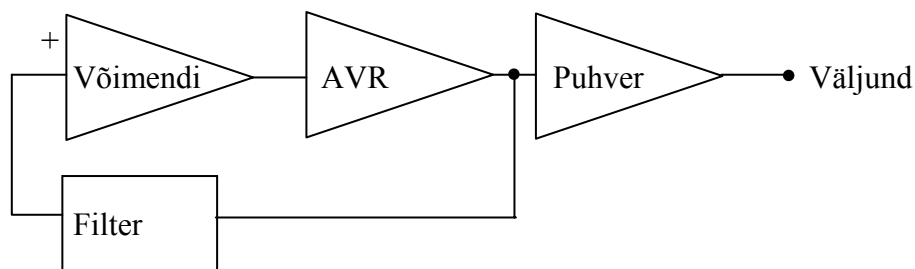
kujutab endast toru, mille tsentrisse on isolaatori abil kinnitatud signaalijuhe. Painduvatel kaablitel on toru asendatud punutud sukaga, mida ümbritseb plastkate. Antenni konstruktsioon sõltub saatja eesmärgist. Kui on tegemist statsionaarse saatjaga, siis on antenn tavaliselt koostatud paljudest elementidest, et saada sobiv raadiolaine energia jaotus ruumis – sobiv suunadiagramm. Mobiilsete saatjate puhul kasutatakse palju varrasantenni, mille suunadiagramm on sümmeetriline ja võimaldab sidet sõltumata liikumise suunast. Samu põhimõtteid kasutatakse ka vastuvõtuantennide juures.

Kaugside puhul võib kasutada kas ainult vastuvõtjal või ka saatjal suundantenne. Need on sellised antennitüübid, kus maksimaalne signaal saadakse antenni täpsel suunamisel saatjale ja saadav signaali võimendus võrreldes varrasantenniga võib ulatuda kümnetesse kordadesse. Levinuimad suundantennid on YAGI-tüüpi, kus vastuvõtuelemendid on sirges reas üksteise taga kindlate vahekaugustega ja iga element nagu võimendaks tema kohale jõudnud raadiolainet. Teine tüüp on paraboolantenn, mis nagu peegel koondab laine suurelt pinnalt ühte punkti, kuhu siis monteeritakse vastuvõtuvõimendi.

Antennisüsteemide ja fiidrite ehitamisel ja hooldamisel tuleb suurt tähelepanu pöörata kõikide lülide sobitusele ja korrektsetele ühendustele. Vigases ühenduses võib kaotsi minna kogu suure antennisüsteemi ehitusest loodetud kasu.

11.GENERAATORID

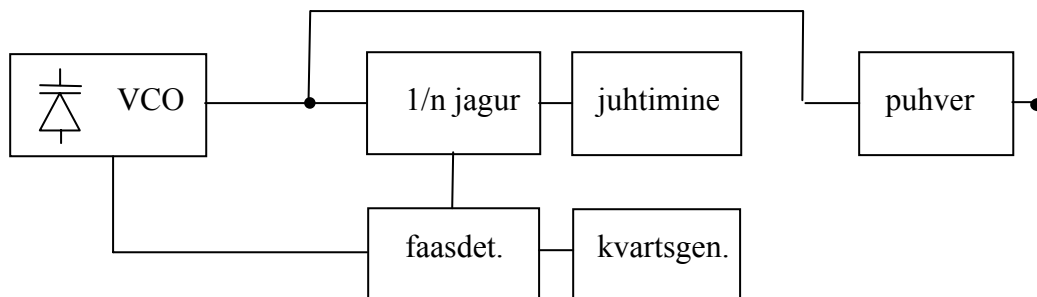
Raadiosaate – ja vastuvõtuseadmete hulgas on väga tähtis koht lülitustel, mida nimetatakse üldiselt generaatoriteks. Reeglina kujutab generaator endast võimendit, mille väljundsignaalist juhitakse osa samas faasis tagasi sisendisse. Kuna nüüd võimendi võimendab oma signaali, hakkab väljundpinge võnkuma maksimaalse amplituudiga. Tagasisideahelasse lisatakse veel filter, mille abil saab valida tekkiva võnkumise sagedust. Kui on vajalik siinuseline väljundpinge, lisatakse ahelasse väljundpinget stabiliseeriv lülitus (Automaatne Võimenduse Regulaator).



Generaatori üldistatud skeem.

Generaatori väljund ühendatakse järgmiste astmetega läbi võimendusastme (puhvri), mis väldib välisahelate mõju generaatori signaalile. Kui generaator peab andma erinevate sageduste ja kujudega väljundsignaale, tehakse filter häälestatavaks ja lisatakse vajalikud signaali formeerijad.

Generaatori tähtsaimaks omaduseks ongi tema väljundsignaali sageduse ja suuruse stabiilsus, mis osadel juhtudel on suurusjärgus miljondik protsenti. Selline sageduse stabiilsus saavutatakse kvartsgeneraatorite abil. Kvarts on looduslik kristall, milles tekkivad mehaanilised resonantsid on väga stabiilsed ja nende muundamisel elektrilisteks saamegi väga stabiilse resonantsisagedusega elemendi. Keerulisemates süsteemides kasutatakse kvartsgeneraatorit tugigeneraatoriks, mille sagedusega võrreldakse ja tüüritakse pingega tüüritavaid generaatoreid (VCO).



Astmeliselt muudetava sagedusega stabiilse generaatori põhimõte.

See võimaldab saada kvartsi sagedusest erinevat, kuid sama stabiilset signaali. Kasutades vajaliku jagamisastmega digitaalseid sagedusjagureid, jagatakse VCO sagedus võrdseks kvartsgeneraatori omaga ja need signaalid antakse faasdetektorisse. See on element, mis sageduste lahknemisel annab välja veasignaali. Selle veasignaali korrigeeritaksegi VCO-d.

Näiteks on meil vaja stabiilset sagedust 43 MHz ja meil on kasutada kvartsgeneraator sagedusega 500 kHz. Seega on vaja sagedusjagurit jagamisteguriga 86 ja saamegi stabiliseeritud sageduse. Järelikult on VCO väljundisagedus sõltuv jagamistegurist ja kvartsgeneraatori stabiilsusest. Sellel põhimõttel on ehitatud suur osa sideseadmete signaaliformeerijatest. Selliselt stabiliseeritud signaali moduleeritakse, võimendatakse ja filtreeritakse ning suunatakse seejärel üheduskaablite (toitefiidrite) kaudu antenni.

12. MODULEERIMINE JA RAADIOSAATJAD

Raadiosaatja eesmärk on tekitada selline raadio-laine, mida on võimalik vajalikult kauguselt vastu võtta ja temas edastatav informatsioon taastada.

Raadiolainesse informatsiooni sisestamist nimetatakse moduleerimiseks. Kasutusel on kolm põhilist modulatsiooniliiki:

2) Amplituudmodulatsioon

- Saatja töösagedust (kandesagedust) mõjutatakse nii, et selle amplituud vastaks infosignaali kujule. Vastuvõtupoolel eraldatakse signaali alaldamisega kandesagedus ja saadakse kätte infosignaal.
- 2) Sagedus(faas-)modulatsioon
Saatja kandesagedust mõjutatakse nii, et sagedus muutub kesksagedusest erinevaks vastavalt infosignaali kujule, tekib sageduse deviatsioon (kõrvalekalle), mis vastuvõtupoolel sobivate sagedus(faas-)detektoritega infosignaali muundatakse.
 - 3) Impulssmodulatsioon
Saatja kandesagedust mõjutatakse nii, et tekib hüppeline amplituudi, sageduse või faasi muutus. Kasutatakse digitaalsignaalide edastamiseks.

Kõiki modulatsiooniviise võib kasutada ka kombineeritult, s.t. üheaegselt mitut viisi.

Amplituudmodulatsioon on raadiolevis laialt kasutusel, viimasel ajal küll oma tähtsust veidi kaotamas. Kasutatakse teda veel pikk-, kesk- ja lühilaine leviraadiotes, televisioonis pildi edastamisel, hobiraadiotes. Põhiliseks probleemiks on vähene häirekindlus, kuna kandesignaalile liitunud häiresignaali on raske hiljem eraldada.

Sagedusmodulatsioon on tunduvalt häirekindlam, kuna häiresignaal mõjutab põhiliselt amplituudi, mitte sagedust. Kasutatakse FM-raadiotes ja teistes sidevahendites, samuti televisioonis heli edastamisel. Demodulaator on tunduvalt keerulisem kui amplituudmodulatsioonil.

Impulssmodulatsioon on digitaalsignaalide edastamiseks kõige enam kasutusel, võimaldab suurt häirekindlust, s.t. kaugemat vastuvõttu. Põhimõtteliselt keerulisem kui eelmised viisid, kuid tänu mikroelektronika kasutusele ei oma demodulaatori keerulisus suurt tähtsust.