

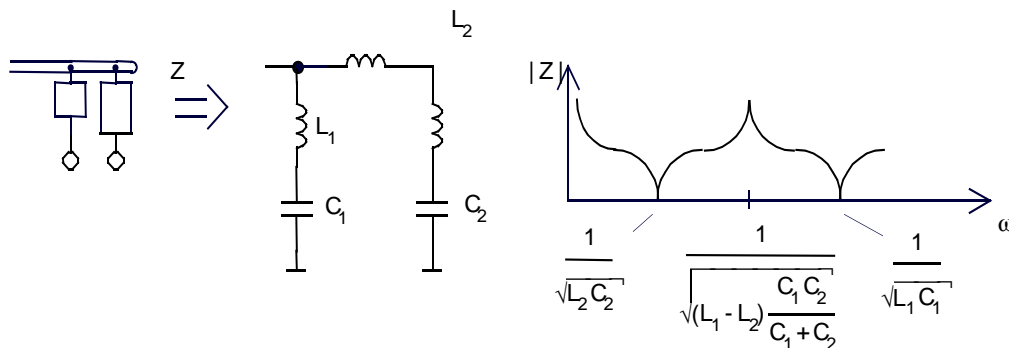
Joon. 8.2.13

Tihti kasutatakse paremaks sildamiseks suure- ja väikese mahtuvuselise kondensaatori paralleelühendust. Selle kasutamiseга tuleb olla ettevaatlik, kuna takistusfunktsiooni

$$Z = \left(\frac{1 - p^2 L_1 C_1}{p C_1} \right) \parallel \left(\frac{1 + p^2 L_2 C_2}{p C_2} \right);$$

$$Z = \frac{(1 + p^2 L_1 C_1)(1 + p^2 L_2 C_2)}{p(C_1 - C_2) \left[1 + p^2 (L_1 + L_2) \left(\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \right) \right]}$$

tulevad juurde kaks erisagedustel nullkohta (joon. 8.2.14). See



Joon. 8.2.14

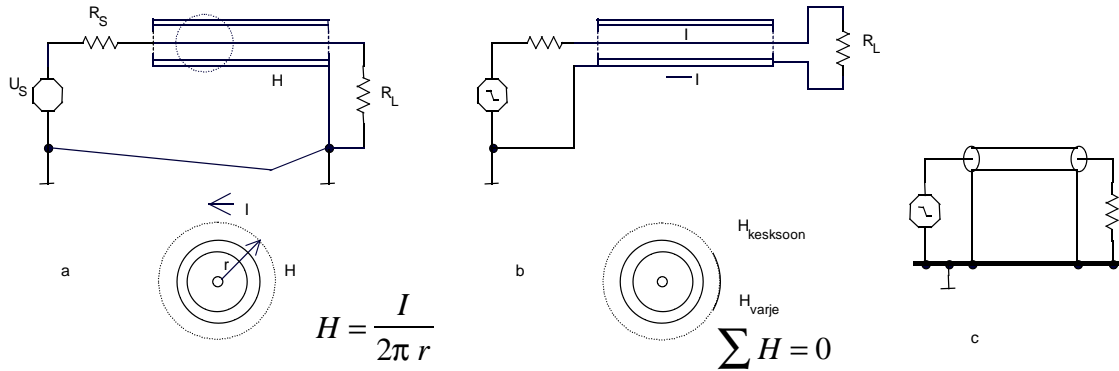
iseenesest pole paha, kuid kahjuks nende kahe nullkoha vahel on ka üks poolus (kõrge takistusega koht). See tähendab, et teatud sagedusel sildamisskeem ei tööta.

8.2.3. Probleemid varjestatud kaablites

A. Mahtvuslik sidestus varjestatud kaabli ja varjestamata juhtme vahel sõltub mahtuvusest C_{12} juhtme ja kaabli kesksõone vahel. Selle vähendamine tagab ülekostvuse vähenemise kõigil sagedustel. Selle mahtuvuse olemasolu on tingitud kahest faktorist - koaksiaalkaabli ekraan ei ole absoluutselt tihe (traatpunutis) ja kaabli otste ühendustes kasutatakse tihti pikki 'sabasi' nii kesksõone kui ka maanduse ühendamisel. Viimase mõju saab vähendada, kui kasutada 360 kraadist

kesta maandust vastavas pistikus minimaalse kesksuone pikkuse juures.

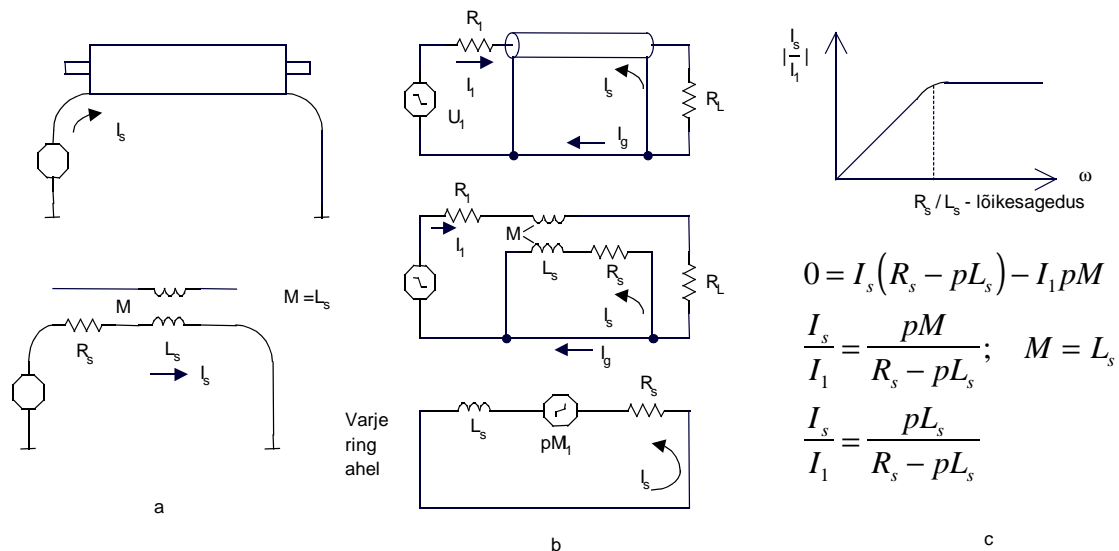
Ühest otsast maandatud kaabel tagab vaid elektrilise välja varjestuse, ei taga aga magnetvälja varjestust (joon. 8.2.15 a).



Joon. 8.2.15

Viimase tagamiseks peab varjes voolama kesksuone voolule vastava tugevusega ja vastassuunaline vool. Ühest otsast maandatud varje seega ei saa magnetvälja varjestada.

B. Magnetiline varjestus eksisteerib, kui kaabli kest kannab vastassuunalist voolu (b). Seejuures ujuv koormus (b) tagab varjes täpse vastassuunalise voolu, maandatud koormuse korral, mis on teatavasti enamlevinum variant (c), ilmneb aga kaks tagasisuunalist vooluharu. seega ekraani efektiivsus magnetvälja varjestusel määratakse nende voolude vahekorraga. Selle selgitamiseks vaatleme kõigepealt varje ja kesksuone vahelist magnetilist sidestust (joon. 8.2.16 a). See on määratud nende vastastikkuse (mutual) induktiivsusega. Anname testpinge ekraani ja maa vahele. See

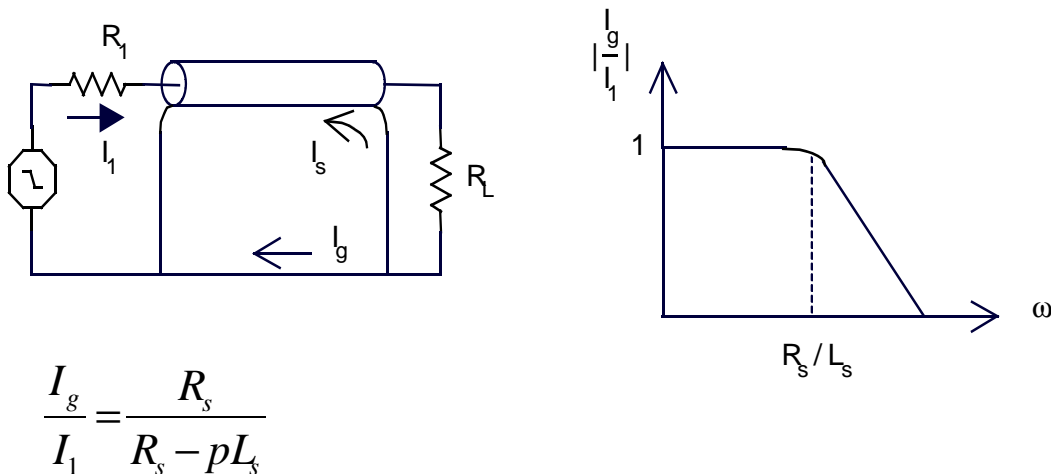


Joon. 8.2.16

põhjustab varjes voolu. Kõik magnetjõujooned, tekitatuna varje poolt, lõikavad kesksuont. Seega on vastastikkune iduktiivsus võrdne varje endainduktiivsusega. Siin on eeldatud, et kogu vool on varje paksuse suhtes ühtlaselt jaotatud (ei arvestata skin-efekti). Teisiti öelduna ülalöeldu kehtib madalatel sagedustel.

Järgnevalt vaatleme varje lõikesagedust. Tagasivool koormusest, tooduna näites (b), voolab kahte teed pidi. Skeemi mudelis arvestatakse ka kesksuone ja varjevahelist magnetilist sidestust M . Tagastuva voolu jagunemine sõltub varje (shield) ringahela pingelangudest. parim varjestus on, kui $I_s = I_1$, st kogu vool tuleb tagasi üle varje. Voolude jagunemise määrab varje ringahela sageduskarakteristik (c), mis on kõrgpääsfiltri karakteristik. Vastavat murdesagedust (breakpoint) nimetatakse varje lõikesageduseks (cutoff frequency). See sõltub vahetult varje juhtivusest R_s , olles tavalistes painduvates kaablites mõnesajast hertzist kuni mõne kilohertzini. Sellele vastab $I_s = 0,707I_1$. Seega voolab juba siin, lõikesagedusel, märkimisväärne vool maa kaudu. Enamikel juhtudel saadakse piisav magnetiline varjestus, kui töösagedus on vähemalt viis korda lõikesagedusest kõrgemal.

Maa kaudu voolav vool on siis määratud varjevoolu peegelpildiga (joon. 8.2.17 a). Seega ei anna koaksiaalkaabel



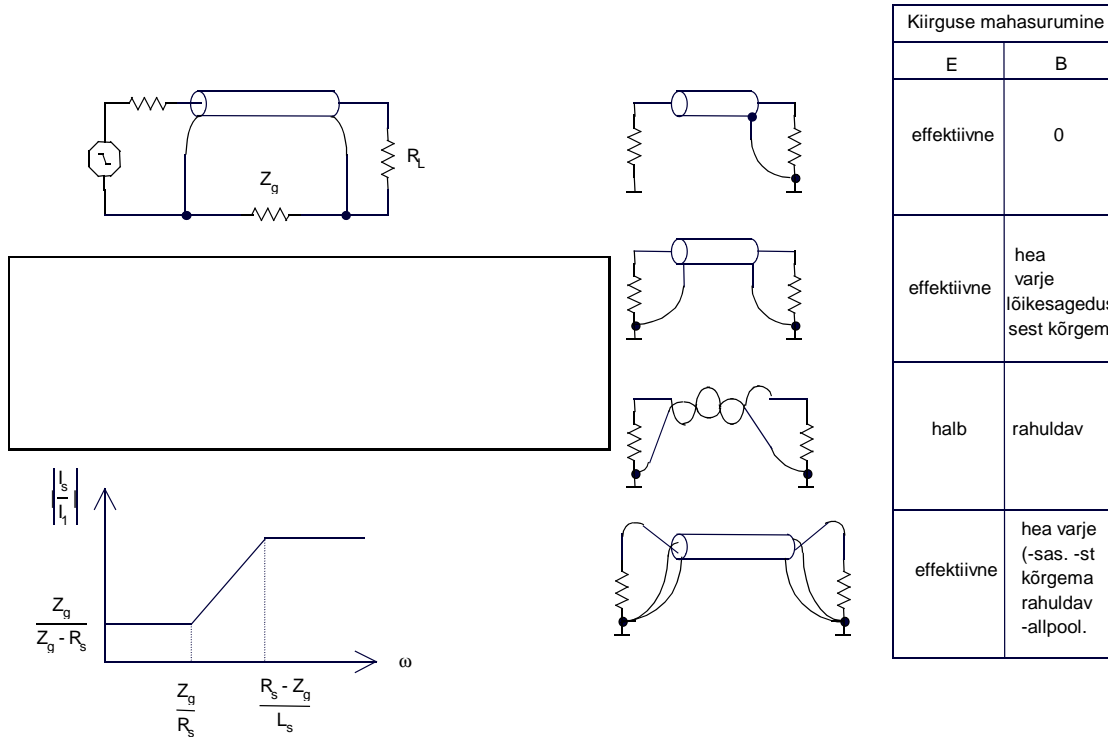
Joon. 8.2.17 a

madalatel sagedustel piisavat magnetilist varjestust. Neil sagedustel tuleks kasutada kahesoonealist varjestatud kaablit ühe maanduspunktiga, kus kaht soont läbivad vastasuunalised voolud tagavad magnetvälja, varje aga elektrivälja varjestuse. Muide, analoogsel põhjusel tuleks lintkaablis valida vastassuunaliste vooludega juhtmed kõrvuti.

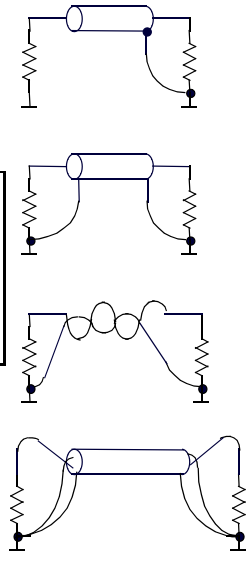
Me eeldasime siin nullist maaahela takistust. Analüüs näitab, et varje lõikesagedusest kõrgemal voolab vool tänu kesksuone ja varje vastastikkusele induktiivsusele valdavas enamikus läbi mittenukse takistusega varje isegi kui maaahela takistus on null. Mittenukseline maaahela takistus mõjub küll algvoolude jagunemisele soodsalt, kuid tõstes ühtlasi varje lõikesagedust, võib mõjutada

eraldi osadest koosneva süsteemi tööd lõppkokkuvõttes ebasoodsalt (b).

Kokkuvõtteks erimeetoditest varjestusel saame joonisel (joon. 8.2.18) toodud ülevaatliku pildi.



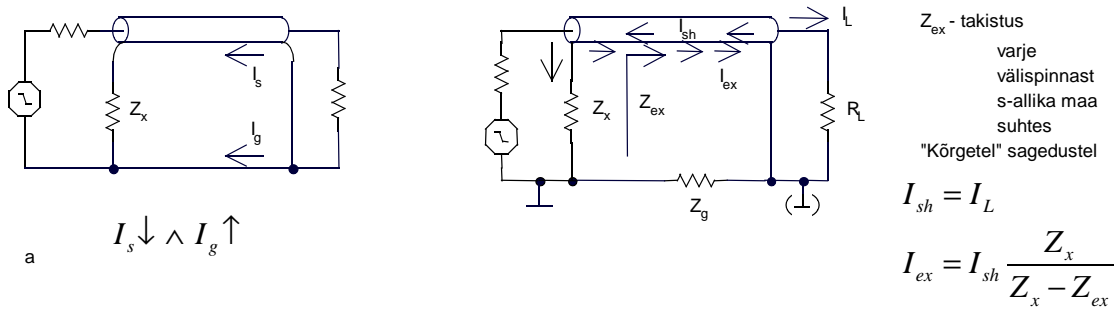
Joon. 8.2.17 b



Joon. 8.2.18

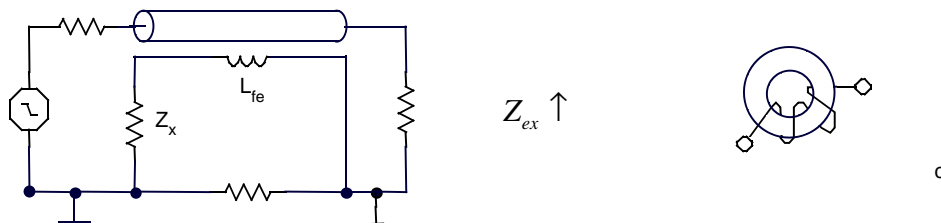
Kiirguse mahasurumine	
E	B
effektiivne	0
effektiivne	hea varje löikesagedus sest kõrgem
halb	rahuldav
effektiivne	hea varje (-sas. -st kõrgema rahuldav -allpool.

C. Varje halb maandus suurendab tagasivoolu maa kaudu ning vähendab seega tagasivoolu varje kaudu (joon. 8.2.19 a). Siin ilmneb



Joon. 8.2.19

veel skin efektist (vool tõrjutakse nii sise- kui välispinnale) täiendav mõju kõrgetel sagedustel (b). Nimelt- suurem osa varje

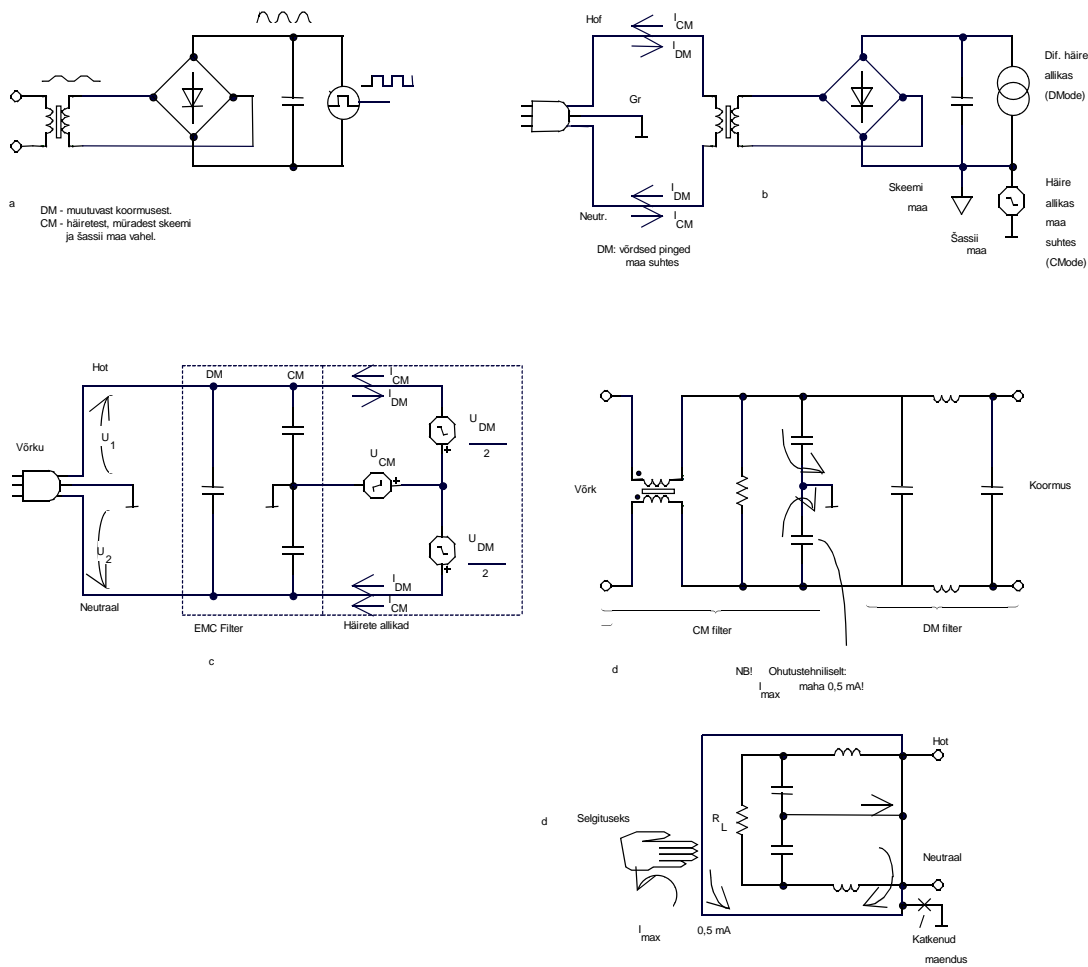


Joon. 8.2.19 c

voolust voolab varje sisepinna, tingituna suuremast kesksone ja sisepinna vahelisest vastastikkusest induktiivsusest. Kuni enamus voolu voolab sisepinna, annab see hea magnetilise varjestuse. Halb maandus aga põhjustab voolu varje välispinnas. Osa voolust, mis voolab tagasi varje sisepinna kaudu, läheb halva maanduse tõttu kaabli välispinda mööda tagasi koormuse suunas. See vool on aga vastupidine sisepinna voolule, vähendades seega varje varjestavat mõju. Välispinna vool on määratud voolujagunemisega Z_x ja Z_{ex} vahel. Seega on oluline tagada väike maandustakistus Z_x . Järelikult tuleb tagada võimalikult lühikesed kaabli maandusotsad. Mõjusaks võtteks on ka kaabli kerimine ferriitõngale (c), mis suurendab väliskihi induktiivtakistust Z_{ex} .

8.2.4. Häirete levik toiteahelate kaudu

A. Häireid võib olla kahte liiki: Diferentsiaalsed e sümmeetrilised (joon. 8.2.20 a) ning ühise maa suhtes e. ebasümmeetrilised (a,b). Variandis (a) näidatakse, kuidas mõjub taktgeneraatori impulss, kus tarbitav vool näiteks muutub 5mA-lt 20mA-ni, võrguhäirena. Variandid (c,d) näitavad filtreid, millised toimivad nii sümmeetriliste kui ka ebasümmeetriliste häirete suhtes. Filtrid tuleb paigutada metallist korpusesse, mis omakorda peab olema ühendatud võimalikult väikese maandustakistusega seadme korpuse või maaga. Variandis (d) näidatud drosseli südamik ei küllastu tänu tema mähiste vastassuunalistele vooludele, suure vastastikkuse induktiivsuse olemasolu surub aga häireid oluliselt maha.



Joon. 8.2.20

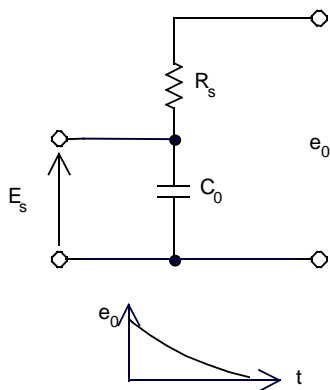
9. CMOS INTEGRAALSKEEMIDE KASUTAMINE JA TÖÖKINDLUSE SUURENDAMINE

CMOS tehnoloogias valmistatud lülituste (transistoride, integraalskeemide) sisendmahtuvus (paisu e. gate ekvivalentne sisendmahtuvus) on tavaliselt 5pF. See mahtuvus asetseb paralleelselt tohutu suure sisendtakistusega (tavaliselt 10 oomi, vt. joon. 9.1). Selle tõttu piisab väga väikesest laengust, millega laadub sisendmahtuvus, et tekitada sisendtakistusel (mikroskeemi väljaviikude vahel) suur staatiline pinge, mis võib põhjustada CMOS lülituse läbilöögi. Tavaliselt on CMOS lülituste läbilöögipingeks 80V. Laboratoorsed eksperimendid näitavad, et inimkeha omab ekvivalentset mahtuvust 100-200pF ja takistust ~1kOm. Järelikult võivad inimkeha poolt tekitatud staatilised pinged olla suhteliselt kõrged (max. 1000V) ning CMOS lülitused võivad saada kahjustatud just montaaži käigus.

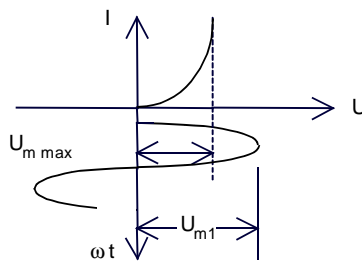
Kahjustuste vältimiseks kasutatakse mitmesuguseid kaitselülitisi. Sageli on need lülitused realiseeritud diodskeemidena.

Neis kasutatakse diodide omadust hakata voolu juhtima alates teatud pingest väärtusest

(vt.joon.9.2). Juhul, kui $U_{m1} > U_{m\max}$,

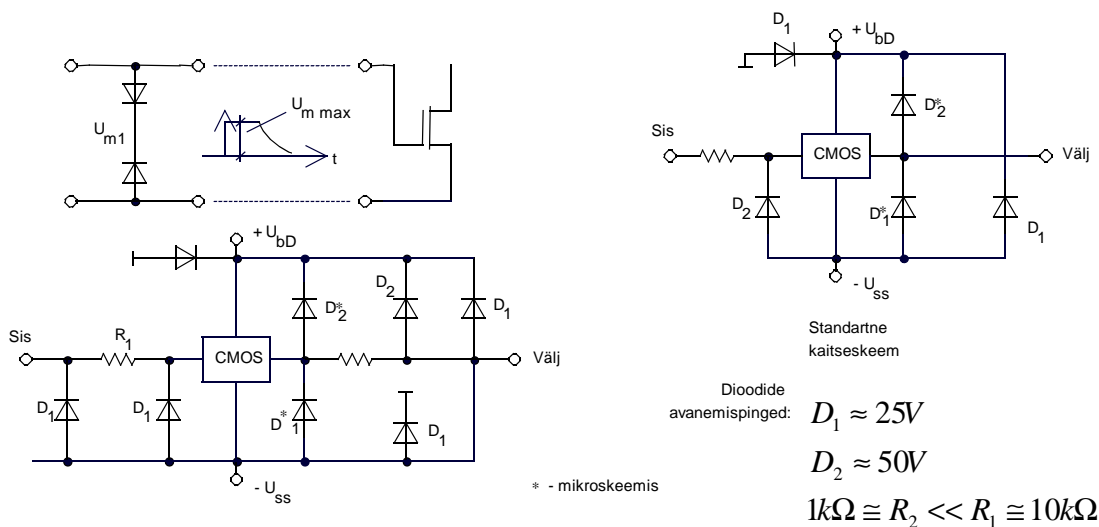


Joon. 9.1



Joon. 9.2

siis liigne pingelang kõrvaldatakse kaitselülitusega (vt.joon.9.3). Kaitselülituses olevad diodid valitakse vastavalt sisendpingetele ja -vooludele.



Joon.9.3

Erinevate kaitselülituste kasutusdiapason sisendis oleva ülepinge järgi:

Tab.1

SKEEM	MAX. STAATILINE ÜLEPINGE SISENDIS
STANDARTNE	1-2kV

TÄIUSTATUD	4kV
SISSEHITATUD KAITSEDIODIDEGA	< 800V

Kaitseabinõud montaažil

Staatilise pingete tekkimise vältimiseks CMOS väljaviikude vahel tuleks kasutada järgmisi abinõusid:

1. CMOS lülituste hoidepesad, pakendid jms. peaksid olema elektrit juhtivast v-i antistaatilisest materjalist.
 - Antistaatiliste pakendite liigid:
 - a) roosakas, läbipaistev - väldib pakendis el.staatilise mõju tekke (sisemiste tegurite toimel), ei kaitse välise el.staatilise mõju eest;
 - b) must-kaitseb välise el.staatilise mõju eest, kuid võib ise el.staatilist voolu tekitada;
 - c) metalliseeritud, läbipaistev- täielikult antistaatiline, kaitseb nii välise, kui sisemise el.staatiliste mõju eest;
2. neelu toiteklemm (Vdd) tuleks montaaži käigus alati enne skeemi (trükkplaadi külge) ühendada ja pärast seda alles maandatud klemm, s.t.läte (Vss);
3. enne mikroskeemi trükkplaadile jootmist tuleks kõik lülituse jalad omavahel el.juhiga ühendada; ühendus jätta peale mont. lõpetamiseni;
4. montaažil kasutatavate seadmete korpused tuleks maandada (kui võimalik, ka montaaži tegev isik). Montööri mõju likvideerimiseks kasutatakse elektrit juhtivaid jalanõusid, põrandariideid (kangastes 1% roostevaba terast või puuvillast, polüestrist kangad, mis ei tekitata staatilist elektrit), maandatud käerandmehõõrused jms.;
5. ruumide el.staatiliselt ohtliku õhu mõju kõrvaldamiseks paigaldada ruumidesse ionisaatorid. Tähtsaks tuleks pidada ka õhuniiskust monteerimisruumis. Juhul, kui õhk on kuiv (suhteline õhuniiskus alla 30%), on staatiliste laengute tekkimise oht tunduvalt suurem;
6. CMOS lülitus monteerida skeemi viimasena, peale teisi detaile;
7. seadmete plastikkeresid ei tohiks pesta seebi ja veega, vaid spetsiaalsete lahustitega või alkoholiga;
8. lülitada skeemi koosseisu toitepinge äkilisi kõikumisi vältiv lülitus;
9. mittekasutusel olevad juhtmed tuleks kas maandada või ühendada toiteklemmi külge (vastavalt skeemi iseärasustele).

SKEEMITEHNIKA EKSAMIKÜSIMUSED

- 1 . Signaalide läbimine RC MP, KP ja ribafiltritest
- 2 . Nõuded selektiivsele sobitusahelale. Näide ühevõnkeringilise SA baasil
- 3 . Lairiba sobitusahelad
- 4 . Diodskeemid (MS rakendused, lülitid, andur)
- 5 . Diodskeemid (segustid, AM modulaatorid)
- 6 . Diodskeemid (ÜKS rakendused, varaktorkordisti)
- 7 . Transistori lihtsustatud mudel, TR võti, emitterkordaja
- 8 . ÜE võimendi; lihtsustatud ja täpsustatud käsitus, eelpingestus
- 9 . Vastastaktskeemid
- 10 . Diferentsiaalastmed
- 11 . Tagasisidestatud võimendi
- 12 . OV: põhiparameetrid (üldisem ja täpsustatud käsitus)
- 13 . OV: inverteeriv ja mitteinverteeriv võimendi
- 14 . OV: nullpinge kompensatsioon, integraator, diferentsaator, ühepoolaarne toide
- 15 . OV: logaritmiline, eksponentsiaalne võimendi, summaator, korruti
- 16 . Võrdelise tüürimise juhtskeem, mikser
- 17 . Schmidti trigger. faasdetektor, väljavõtete skeem
- 18 . OV sageduse korrektsioon
- 19 . Aktiivfiltrid: Sallen - Key filter. Tüüpiliste RLC ja aktiivfiltrite aproksimeerimiste iseärasused
- 20 . Aktiivfiltrid: faasfiltrid, universaalsed filtrid
- 21 . Ostsillaatorid: Skeemitehnika teoreetilised lähtealused

22. Ostsillaatorite skeemitehnika (üldjuhud)
23. Sagedusstabiilsed ostsillaatorid - lähtemomendid ja parameetiline stabilisatsioon; vastavad skeeminäited
24. Kvartsstabilisatsioon, skeemid
25. Sagedussüntesaatorid
26. Probleemid ja põhilised skeemitehnilised võtted ÜKS sagedusdiapasoonis.
27. Elektromagnetilise ühildatavuse probleemistik. Häirete ülekandumine kiirguse kaudu.
28. Sidestus vahetu kontakti (ühise takistuse) kaudu
29. EMÜ probleemid varjestatud kaablis
30. Häirete levik toiteahelate kaudu. Filtrid.