

PASSIIVELEMENDID

1. TAKISTID

Resistor: 

1.1. Otstarve, liigid ja põhiparameetrid.

Takisti on element mingi soovitava või kindla takistuse tekitamiseks vooluringis. Sellest tulenevalt kasutatakse neid kas voolu piiramiseks või pingelangu tekitamiseks.

Takistid võivad olla kas lineaarsed või mittelineaarsed. Lineartakistite vool on võrdeline talle mõjuva pingega. Mittelineaartakistite vool sõltub aga mõjuva pinge väärtusest või veel mingist füüsilisest tegurist, nagu näiteks temperatuur, valgus vm. Oma põhiparameetri - takistuse - sõltuvuse seisukohalt on takistid kas püsi- või muuttakistid.

Püsitakistite takistus ei ole tema nimiarvust muudetav, muuttakistite takistus on soovi ja vajaduse kohaselt muudetav.

Takistite põhiparameetriteks on: nimitakistus, tolerants, nimivõimsus ja piirpinge. Lisaks nendele antakse veel takistuse temperatuuritegur, suhteline mürapinge ja piirsagedus.

Takisti nimitakistus on tema takistuse väärtus normaalingimustel. Takisteid valmistatakse kordse väärtustega standardsetele normridadele. Normrea tähisele E järgnev arv näitab nominaalväärtuste arvu dekaadis. Enamlevinud normread on toodud tabelis 1.1.

TABEL 1.1. Takistite nimitakistuse kordsed väärtused (Ω , k Ω , M Ω , G Ω) normridade E6, E12 ja E24 korral

E6	E12	E24	E6	E12	E24	E6	E12	E24	E6	E12	E24
0,1	0,1	0,10	1,0	1,0	1,0	10	10	10	100	100	100
		0,11			1,1			11			110
	0,12	0,12		1,2	1,2		12	12		120	120
		0,13			1,3			13			130
0,15	0,15	0,15	1,5	1,5	1,5	15	15	15	150	150	150
		0,16			1,6			16			160
	0,18	0,18		1,8	1,8		18	18		180	180
		0,20			2,0			20			200
0,22	0,22	0,22	2,2	2,2	2,2	22	22	22	220	220	220
		0,24			2,4			24			240
	0,27	0,27		2,7	2,7		27	27		270	270
		0,30			3,0			30			300
0,33	0,33	0,33	3,3	3,3	3,3	33	33	33	330	330	330
		0,36			3,6			36			360
	0,39	0,39		3,9	3,9		39	39		390	390
	0,43				4,3			43			430
0,47	0,47	0,47	4,7	4,7	4,7	47	47	47	470	470	470
		0,51			5,1			51			510
	0,56	0,56		5,6	5,6		56	56		560	560
		0,62			6,2			62			620
0,68	0,68	0,68	6,8	6,8	6,8	68	68	68	680	680	680
		0,75			7,5			75			750
	0,82	0,82		8,2	8,2		82	82		820	820
		0,91			9,1			91			910

Tolerants on lubatav takistuse hälve nimitakistusest. See antakse protsentides ja ta näitab, kuipalju võib takistus nimitakistusest erineda. Tolerants sõltub nimitakistuste reast ja vastavad tolerantsid on toodud eelnevas tabelis.

Nimivõimsus on suurim võimsus, millele vastavat soojust on takisti võimeline hajutama ilma lubamatu ülekuumenemiseta. Takistite nimivõimsused on: 0,005; 0,062; 0,1; 0,125; 0,25; 0,33; 0,40; 0,50; 0,75; 1; 2; 5; 7,5; 10 jne W.

Piirpinge väljendab takisti elektrilist tugevust ja see on suurim pinge, mida takisti talub kostvalt ilma sisemise läbilöögita. Piirpinge on otseses sõltuvuses nimivõimsusest.

Takistuse temperatuuritegur (TKR) näitab takistuse suhtelist muutust temperatuuri muutumisel 1 K võrra. Sõltuvalt takisti tüübist võib see tegur olla kas positiivne või negatiivne.

Mürapinge on takistil tekkiva nn. soojusliku müra efektiivväärtus (uV) temale rakenduva alalispinge 1 V kohta.

Piirsagedus on suurim töösagedus, mil antud takisti töötab ilma parasüdamahuvuste ja -induktiivsuste toime olulise mõjuta. Piirsagedus sõltub konkreetsest takisti tüübist.

Takistite olulisemad parameetrid nagu nimitakistus, tolerants ja mõnikord ka võimsus kantakse markeeringuga takistitele. Markeering võib olla kas arv-, arvtäht- või värvkoodis.

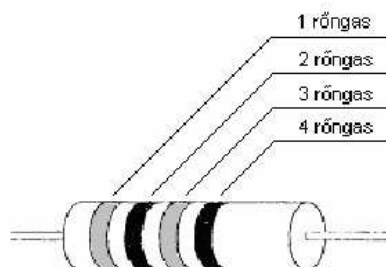
Ridade E6...E24 korral koosneb takistuse kood kahest numbrist ja tähest, mis väljendab takistusühikut: oomi (Ω) tähistab R või E või puudub täht üldse, kilo-oomi K, megaoomi M. Ühiku tähis asub takistust väljendava arvu järel, kui see on täisarv, kui aga see väljendub takistuse sajandikosades, siis paikneb see täht arvu ees, asendades nulli ja kõma. Täis- ja kümnendosast koosnevas takistusväärtuses asendab ühiku tähis kõma. Näiteks 68R tähendab 68 Ω , 36K - 36k Ω , R68 - 0,68 Ω , 6K8 - 6,8k Ω jne.

Tolerants väljendatakse tähena koodi lõpus järgmise süsteemi kohaselt: B - 0,1%, C - 0,25%, D - 0,5%, E - 1%, G - 2%, J - 5%, K - 10%, M - 20%.

Värvikoodiga markeerimisel on takistile kantud värvilised rõngad, millest esimene on nihutatud ühe otsa poole (joon. 1.1). Ridade E6...E24 korral tähistavad kaks esimest rõngast numbreid, mis väljendavad takistuse nimiväärtust, kolmanda rõngaga määratakse korrutaja, neljanda rõngaga tolerants (kui neljas rõngas puudub, on tolerants 20%).

Takistitel, mille nimitakistus määratakse kolmekohalisena (read E48, E92, E 192), on koodis viis rõngast.

JOONIS 1.1



Värvidele vastavad tähised on toodud tabelis 1.2.

TABEL 1.2.

Värv	1. rõngas (1. number)	2. rõngas (2. number)	3. rõngas (korrutaja)	4. rõngas (tolerants)
Must		0	1	-
Pruun	1	1	10	±1%
Punane	2	2	10 ²	±2%
Oranž	3	3	10 ³	-
Kollane	4	4	10 ⁴	-
Roheline	5	5	10 ⁵	±0,5%
Sinine	6	6	10 ⁶	+0,25%
Lilla	7	7	10 ⁷	±0,1%
Hall	8	8	10 ⁸	±0,05%
Valge	9	9	10 ⁹	-
Kuld				±5%
Hõbe				±10%

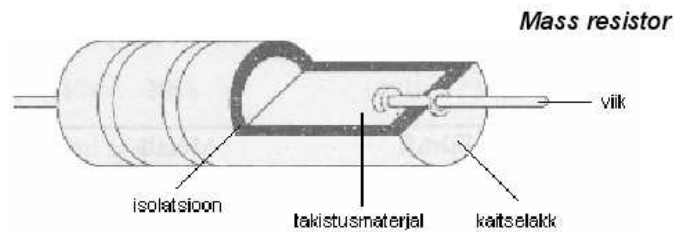
Takistite tüübitähistes märgitakse nimetakistus sageli kolme- või neljanumbrilise koodiga, mille esimesed numbrid väljendavad takistust ja viimane järgnevate nullide arvu. Näiteks: 683 vastab takistusele 68 000 oomi.

Takistite tüübitähised on toodud Ll.

1.2. Püsitakistid

Püsitakisteid on konstruktsioonilt kolm liiki: masstakistid, kile- ehk kihttakistid ja traattakistid.

Masstakisti on enamasti vardakujuline takistusmaterjalist keha, kuhu on ühendatud väljaviikjuhtmed ja mis väljastpoolt on käetud isolatsiooni ning kaitsekihiga (vt. joonis 1.2.)



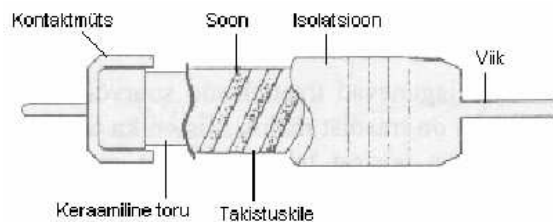
JOONIS 1.2

Takistusmaterjalina kasutatakse enamasti süsiniku ja kvartslüüa segu. Masstakistite iseloomustavad omadused on toodud tabelis 1.3.

TABEL 1.3

Omadus	Piirkond
Nimitakistus	12Ω...22M Ω
Tolerants	±5%...±20%
Võimsus	Kuni 2W
Töötemperatuur	-25...+100°C
Takistuse temperatuurikaitsetegur (TKR)	+500 ppm/°C
Omamüra	Väga suur

Kile- ehk kihttakisti põhiosaks on portselantoru või varras, millele on kantud suure takistusega materjali kile, milleks võib olla grafiit, mingi metall või selle sulam, või metalli oksiid. Takistuskile on enamasti spiraalikujuuline ja takistuse väärtus sõltub keerdude arvust, kile paksusest ja kasutatava materjali eritakistusest. Kiletakisti ehitus on toodud joonisel 1.3.

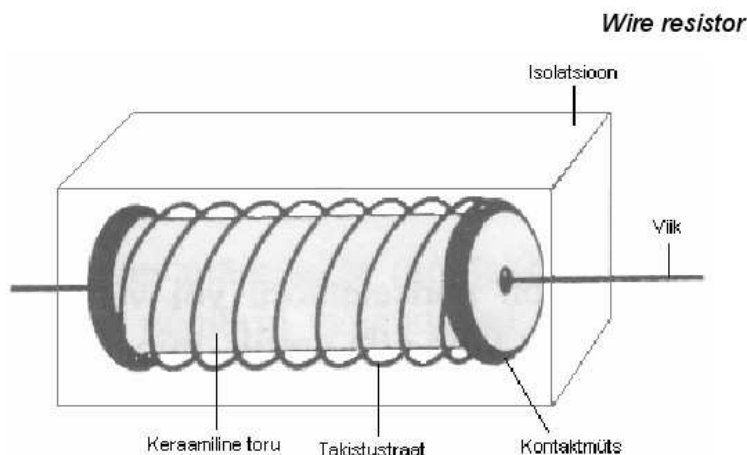
Film resistor

Toodetakse ka ristkülikulisi miniatuurseid ühendusviikudeta takisteid nn. pind- e. pealismontaaži tarbeks. Sõltuvalt kasutatud kilematerjalist on kiletakistite omadused mõneti erinevad. Nende põhiomadused on toodud tabelis 1.4.

TABEL 1.4

Omadus	Grafiit	Metall	Oksiid
Nimitakistus	1Ω...1M Ω	1Ω...1M Ω	1Ω...1M Ω
Tolerants	±1%...10%	±0,1% ... 2%	±0,1%...±2%
Võimsus	Kuni 0.5W	Kuni 2W	Kuni 4W
Töötemperatuur	-50...+155°C	-50...+175°C	-50...+155°C
(TKR)	-300 ppm/°C	+50...+100ppm/°C	100ppm/°C
Omamüra	Suur	Väike	Väga väike

Traattakisti põhiosaks on keraamilisele alusele keritud takistustraadist mähis. Takistustraadina kasutatakse neis kas konstantaani või nikroomi. Traattakisti ehitus on kujutatud joonisel 1.4. Väljast on traattakisti kaetud enamasti kuumuskindla emailiga. Toodetakse ka metallkesta paigutatud takisteid, mis paremaks jahutamiseks võivad olla varustatud radiaatoriga või sellele kinnitamise võimalusega.



JOONIS 1.4.

Kasutusala seisukohalt jagunevad traattakistid suurvõimsus- ja täppistakistiteks. Kuna traattakistite põhiosaks on traadist mähis, siis on ka tal alati mingi induktiivsus, mistõttu nende töösagedus on teistest takistitüüpidest madalam. Traattakistite üldomadusi kirjeldatakse tabelis 1.5.

TABEL 1.5.

Omadus	Suurvõimsustakistid	Täppistakistid
Nimitakistus	4,7 Ω ... 100k Ω	0,1 Ω ... 100 k Ω
Tolerants	$\pm 1\%$... 20%	$\pm 0,01$... 1%
Võimsus	Kuni 500W	Kuni 1W
Töotemperatuur	-55...+200°C	-55...+100°C
TKR	-80...+140ppm/°C	15ppm/°C
Omamüra	Vaike	Vaike

Teatud eriotstarbeliste takistitena, nagu näiteks kõrgoomilised takistid takistusega kuni 100 G Ω . valmistatakse ka siin mittekirjeldatud takistitüüpe.

1.3 Muuttakistid

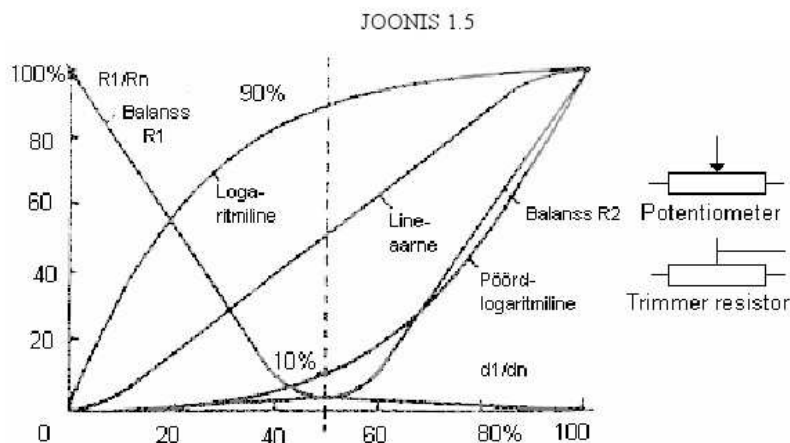
Muuttakistid takistus on soovi kohaselt muudetav. Muuttakistitel on isoleeralusele tekitatud takistuskeha, mille kummaski otsas on püsikontaktid ja üks muudetav kontakt, mille asendist takistus sõltub. Takistuskeha materjalina kasutatakse kas grafiidikihti, metallkeraamilist materjali (kermet) või takistustraadist lamemähist. Püsikontaktid on kujundatud väljaviikudena, muudetav kontakt aga kas liuguri või kruviga fikseeritava kontaktina.

Otstarbelt jagunevad muuttakistid reguleertakistiteks ehk potentsiomeetriteks ja seadetakistiteks.

Reguleertakisteid kasutatakse mingi parameetri sagedaseks reguleerimiseks (näit. helivaljudus raadiol), seadetakisteid aga mingi lülituse esmareguleerimisel (ka järelreguleerimisel). Liuguri liikumise trajektoori järgi liigitatakse reguleertakisteid pöördtakistiteks ja lükanetakistiteks. Pöördtakistitel toimub takistuse muutmine võlli pööramisega. Lükanetakistitel liuguri sirgjoonelise nihutamisega. Seadetakistid jagunevad pöördtakistiteks ja kruvitakistiteks. Kruvitakisteid kasutatakse eriti täpsetel reguleerimistel, kuna neis toimub liuguri liigutamine reguleerkruvi abil.

Kaksiktakistitel on ühises korpuses kaks takistuskeha, kusjuures liugureid saab ja eraldi, tandemtakistitel on mõlema süsteemi liugurid kas ühisel võlli või lükan dil.

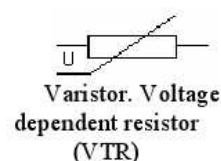
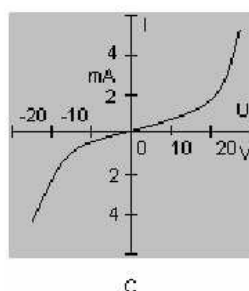
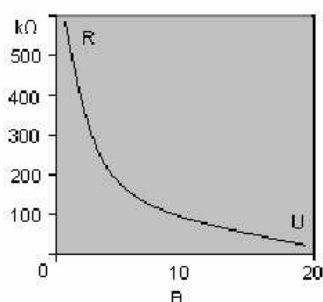
Muuttakisteid valmistatakse erineva reguleerimistunnusjoonega, mis näitab muudetava kontakti ja ühe püsikontakti vahelise takistuse muutust sõltuvalt liuguri pöördenurgast (pöördtakistitel) või lükan diluguri kaugusest algasendist. Reguleerimistunnusjooned on toodud joonisel 1.5.



1.4. Varistorid

Varistor on pooljuhttakisti, mille takistus väheneb tunduvalt sellele rakendatud pinge tõusmisel. Pinge - voolu tunnusjoon on sümmeetriline, mistõttu võib teda kasutada nii alalis- kui vahelduvpingel. Tüüpilised varistori takistussõltuvused ja pinge-voolu tunnusjooned on toodud joonisel 1.6. Peamiselt kasutatakse neid induktiivahelate kommutreerimisel tekkivate ülevõngete summutamiseks kuna teatud pinge ületamisel langeb järsult nende takistus.

Väliselt on nad ketta- või silindrikujulised masstakistid, mis on valmistatud kas ränikarbiidist (SiC), tsinkoksiidist (ZnO) või titaanoksiidist (TiO). Varistoride toime tuleneb pinge suurenemisel tekkivatest kritillidevahelistest läbilöökidest, mis pinge tõustes suurendavad voolujuhtiva kanali ristlõiget ja vähendavad vastavalt takistust.

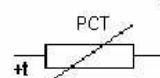
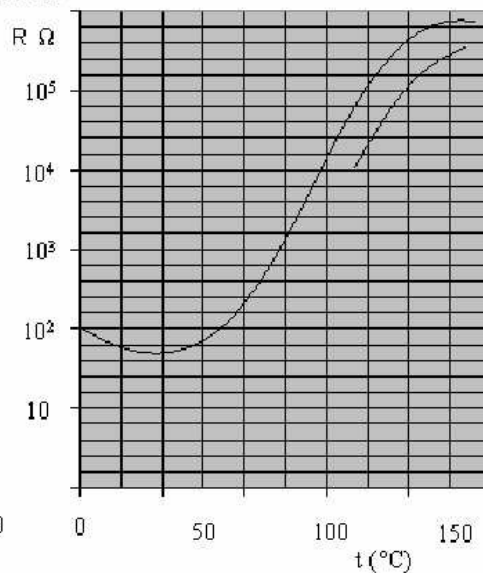
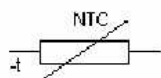
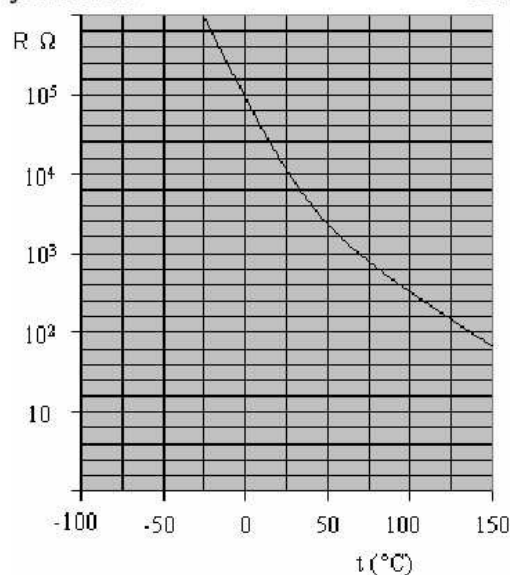


JOONIS 1.6.

1.5. Termistorid

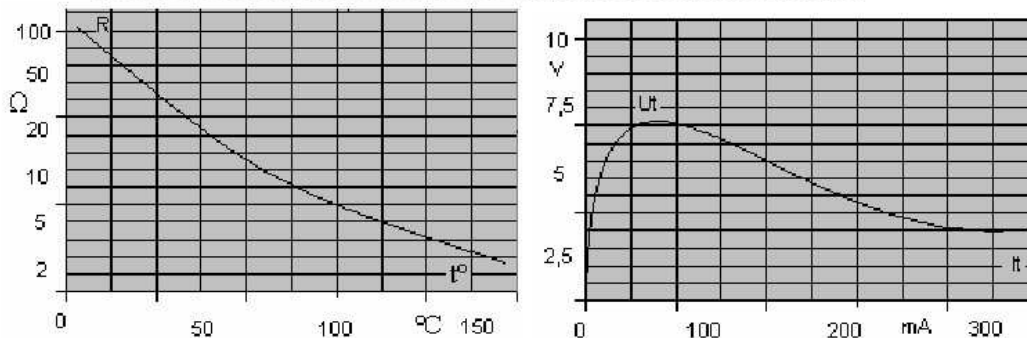
Termistorideks nimetatakse pooljuhttakisteid, mille takistus sõltub tugevalt ja mittelineaarselt temperatuurist. Takistuse muutus on 3...10%/°C. Sõltuvalt valmistamiseks kasutatud materjalidest võivad need olla kas negatiivse (NTC) või positiivse (PTC) takistuse temperatuuriteguriga. Termistoride takistussõltuvused on toodud joonisel 1.7.

Joonis 1.7



Termistore kasutatakse automaatikas väga mitmel otstarbel. Kasutust võib vaadelda kolme erineva kasutusviisina:

- 1) Termistori kasutatakse temperatuuriandurina, kusjuures ta soojeneb ainult ümbritseva keskkonna toimet (seda läbiv vool on väike).
- 2) Kasutatakse termistori soojenemist teda läbiva voolu toimet, kus teatud voolu väärtusest tekib suhteliselt suur takistuse vähenemine (vt. termistori pinge-voolu tunnusjoon joon. 1.8.), mis on sobiv liigpinge kaitsmetes.
- 3) Kasutatakse termistori soojuslikku tasakaalu, kus ta soojeneb nii keskkonna kui ka läbiva voolu toimet. See režiim leiab kasutust tuletõrjeautomaatikas.



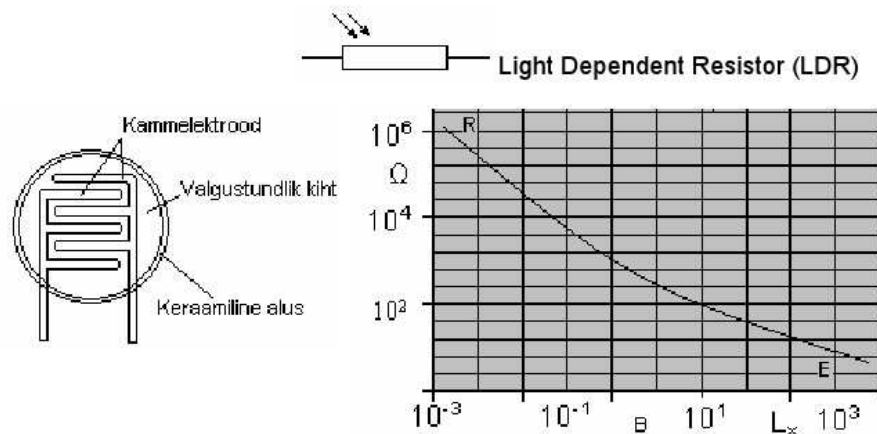
JOONIS 1.8.

Termistoride põhiparameetrid on sarnased takistite parameetritega, nimetaktistus (rida E6 või E12), hajuvõimsus, TTK ja lisaks veel soojuslik ajakonstant, mis on oluline automaatikaalastes rakendustes.

1.6. Fototakistid

Fototakisti on pooljuhttakisti, mille takistus muutub sõltuvalt tema valgustamise tugevusest. Viinud fototakisti pimedast valguse kätte, muutub takistus tuhandeid kordi. Valguskiirguse toimet suureneb takisti materjalise laengu-kandjate arv ja nende liikuvus, mistõttu väheneb takistus. Ühendades fototakisti jadamaisi koormustakistiga sõltub takistilt pingelanguna saadav signaal fototakisti valgustustugevusest.

Fototakisti valmistamiseks kantakse valgustundliku pooljuhi kiht isoleeralusele, kuhu on kantud ka tavaliselt kammikujulised väljaviikudega ühendatud elektroodid. Valgutundlik kiht kaetakse läbipaistva kaitsekihiga ja nii saadud takistuselement paigutatakse plastkesta. Fototakisti tüüpiline takistussõltuvus ja konstruktsioon on toodud joonisel 1.9. Kasutatav pooljuhtmaterjal sõltub soovitatavast spektraalsest tundlikkusest- nähtavale spektrile tundlike fototakistite valmistamiseks kasutatakse kaadmiumsulfidi, infrapunakiirgusele tundlikele aga plüüsulfidi.



Fototakistite pimetakistus sõltub tüübist ja võib olla kümnetest kilo-oomidest sadade megaoomideni, sõltudes küllaltki oluliselt temperatuurist. Fototakisti iseloomustus-suuruseks on integraalne tundlikkus, mis on fotovool (valguse toimele tekkiv vool) valgusvoo ühiku kohta takisti pingel 1 V. Sõltuvalt tüübist on see 0,1... 1000 mA/lm • V. Fototakistite kasutamisel tuleb arvestada ka tema inertsiga, mis piirab tema kasutamist sagedusteni kuni mõni tuhat hertsi.