

KANDÓ
ÁLMÁN
VILLAMOSIPARI MŰSZAKI FŐISKOLA

GALAMBOS MÁRTON:
TERVEZÉSI SEGÉDLET FÉLVEZETŐS
ÁRAMIRÁNYÍTÓKHOZ

Budapest
1983.

Galambos Márton

TERVEZÉSI SEGÉDLET FÉLVEZETŐS
ÁRAMIRÁNYÍTÓKHOZ

A KANDÓ KÁLMÁN VILLAMOSIPARI MŰSZAKI FŐISKOLA FŐIGAZGATÓJÁNAK
MEGBÍZÁSÁBÓL KIADJA A FŐISKOLA SOKSZOROSÍTÓ ÜZEME BUDAPEST

1983.

Lektorok:

Bognár Endre
Molnár Károly

A kiadásért felelős: Dr.Domonkos Sándor főigazgató

Formátum: A/4 Terjedelem: 10 ív Példányszám: 250

Azonossági szám: KKVMF-1076

Felelős vezető: Deák György üzemvezető

Msz.: 1983/197.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
I. Szilíciumdiódák	5
Zener-diódák	72
II. Tirisztorok	76
III. Triakok (kétirányú tirisztorok)	126
IV. Teljesítménytranzisztorok	138
V. Hűtőtestek, szerelőlapok	156
VI. Félvezetővédő gyorsbiztosítók	166
VII. Túlfeszültség korlátozók	174
VIII. Ellenállások	179
IX. Kondenzátorok	181
Csillapító kondenzátorok	181
Oltókondenzátorok	184
X. Induktív elemek	190
Légmagos fojtótekercsek	190
Vasmagos fojtótekercsek	191
Transzformátorok	197
Gyűjtőtranszformátorok	199
XI. Ventillátorok	203
XII. Szekrények	207
XIII. Rajzjelek, jelölések	209

B E V E Z E T É S

A jegyzet a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán az erősáramú elektronikus készülékek, berendezések méretezésével, szerkesztésével foglalkozó hallgatóknak készült.

Kevesebbet ad, mint ami általában a tervezési gyakorlatban szükséges. Mindössze azokat a legfontosabb adatokat tartalmazza, amelyekre a főiskolai hallgatóknak az évközi tervezési feladatok elvégzésekor, illetve a szakdolgozat készítésekor szükségük lehet.

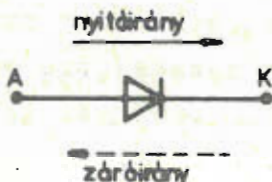
A jegyzet tizenhárom fejezetből áll. Az első fejezetekben a legfontosabb félvezető elemek fő adatait foglalja össze. A továbbiakban a passzív áramköri elemeket és a túláram, túlfeszültség elleni védelem eszközeit ismertet, majd a konstrukciók végleges kialakításához szükséges egyéb szerkezeti részek felépítésére, méreteire vonatkozó adatokat közöl.

Az adatgyűjteményt a dokumentáció készítéséhez szükséges rajztechnikai ismertető egészíti ki.

I. SZILICIUMDIÓDÁK

Fogalmak, meghatározások

Jelölés:



A: anód

K: katód

Meghatározó jellemzők:

- Nyitóirányú igénybevételnél kis feszültségesés
- Záróirányú igénybevételnél kis áram

Diódák felosztása villamos tulajdonságaik szerint:

- Normál diódák hálózati üzemre
- Lavinadiódák (ellenőrzött letörési tartományú - Controlled-Avalanche - eszközök, amelyeket lökőfeszültség-álló diódáknak is neveznek)
- Gyorsdiódák

Kivitel:

- Kisteljesítményű diódák huzalkivezetéssel
- Csavaros diódák
- Sík bázistönkű diódák
- Tárcsadiódák

A csavaros, illetve sík bázistönkű diódák normál és az áramirányítók felépítésének egyszerűsítésére fordított polarisítású változatban is készülnek. Normálkivitelű az a szerkezet, amelynek a háztól szigetelt kivezetése a katód.

Műszaki jellemzők:

A megadott jellemzők abszolút határértékek, amelyek túllépése a tulajdonságok jelentős romlását, vagy a dióda tönkremenetelét okozhatja (pl. U_{RRM} -nél nagyobb feszültségigénybevétel).

Mivel a félvezetők csaknem minden tulajdonsága hőmérsékletfüggő, a diódák villamos jellemzőit meghatározott képzelte PN hőmérsékletre, vagy házhőmérsékletre adják meg. A teljes üzemi hőmérséklettartományban érvényes határadatok mellett a gyártók olyan adatokat is közölnek, amelyek a legnagyobb megengedett hőmérsékletre vonatkoznak (pl. tartós határáram). (Képzelte PN átmenet hőmérsékleten, illetve egyszerűbben PN hőmérsékleten azt a félvezető anyagon belül feltételezett elméleti értéket értjük, amelyet az eszköz termikus és villamos tulajdonságainak egyszerűsített ábrázolása alapján határozzunk meg. A PN hőmérséklet tehát a félvezető elem egyetlen tényleges szerkezeti részéhez sem rendelhető.)

A gyártók előzetes számítások és gyakorlati tapasztalatok alapján a határadatokon kívül - több feltételt is előírva - beépítési adatokat is ajánlanak. Általános szabályként elfogadhatjuk, hogy ha az igénybevétel az ajánlottnál nem nagyobb, a dióda tartósan üzemképes marad.

1. Feszültség adatok

1.1 Legnagyobb megengedett periódikus csúcszárófeszültség

U_{RRM}

A negatív anódfeszültség legnagyobb megengedett pillanatértéke, amely a diódán periódikusan felléphet, beleértve az összes ismétlődő feszültségcsúcsot is, a nem ismétlődő átmeneti feszültségek kivételével. A megadott értékek a teljes üzemi hőmérséklettartományra érvényesek.

1.2 Legnagyobb megengedett nem ismétlődő csúcszárófeszültség U_{RSM}

Bármilyen nem ismétlődő negatív anódfeszültség legnagyobb megengedett pillanatértéke, amely a diódán a teljes üzemi hőmérséklettartományban felléphet. Ennél a feszültségigénybevételnél rendszerint feltételezzük, hogy hatása minden tekintetben elenyészik mielőtt a következő ilyen igénybevétel bekövetkezne.

1.3 Letörési feszültség U_{BR}

Lökőfeszültség-álló diódákra jellemző feszültségérték, amelynek elérésekor a záróirányú áram lavinaszerűen növekedni kezd.

1.4 Záróirányú üzemi csúcsfeszültség U_{RWM}

A negatív anódfeszültségnek az a legnagyobb pillanatértéke, amelyet a diódán alkalmazhatunk, leszámítva az összes ismétlődő és nem ismétlődő feszültséget.

1.5 Nyitóirányú feszültség U_F

Nyitóirányú igénybevételnél a dióda anód és katód kivezetései között lévő feszültség, amely a diódán átfolyó nyitóirányú áram hatására lép fel. Adott áramra - rendszerint a tartós határáram csúcserkére - és meghatározott PN hőmérsékletre vonatkozó adat.

2. Áramerhelhetőség

A félvezetők működésekor bennük hővé alakuló veszteségek keletkeznek, amelyeket a félvezető kristály káros túlmelegedésének elkerülésére a belső szerkezetből el kell vezetni. Az egyes szerkezeti részeknek a hőáramlással szemben ellenállásuk van, amit hőellenállásnak nevezünk. A diódák terhelhetőségét, illetve adott terhelésnél a képzelte

PN átmenet hőmérsékletét hálózati üzemben állandó terhelésnél a következő összefüggéssel határozhatjuk meg:

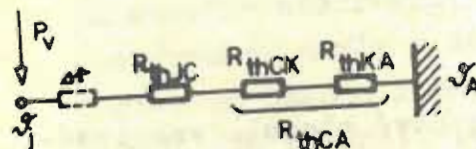
$$\vartheta_j = \vartheta_A + P_v (R_{thJA} + \Delta r),$$

ahol ϑ_j : PN hőmérséklet
 ϑ_A : környezeti (hűtőközeg) hőmérséklet
 P_v : összes veszteségi teljesítmény
 R_{thJA} : a dióda és a hűtőrendszer eredő hőellenállása, az átmeneti hőellenállást is beleértve
 Δr : járulékos hőellenállás, amivel periódikus igénybevételnél a PN hőmérséklet ingadozását vesszük figyelembe

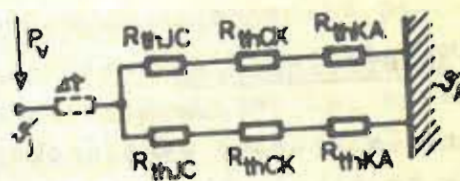
40 ... 60 Hz frekvenciájú hálózati alkalmazásnál állandó üzemben a nyitóirányú veszteség és az eredő hőellenállás a mértékadó. A nagyobb frekvenciájú és nagyobb árammeredekségű alkalmazásoknál már számottevő bekapcsolási és kikapcsolási veszteségek normál hálózati üzemben a nyitóirányú veszteséghez képest rendszerint elhanyagolhatók. A záróirányú veszteség is jelentéktelen, és ha nem hanyagolható el, akkor azt a terhelhetőség kismértékű csökkentésével vesszük figyelembe.

Állandó üzemben a hőmérsékletet a következő egyszerűsített kép alapján számíthatjuk:

Egyoldali hűtés:



Kétoldali hűtés:



R_{thJC} : a dióda belső hőellenállása

R_{thCK} : átmeneti hőellenállás a diódaház és a hűtőtest között

R_{thKA} : a hűtőtest hőellenállása

R_{thCA} : a hűtőtest hőellenállása az átmeneti hőellenállást is beleértve

Δr : járulékos hőellenállás

2.1 Tartós határáram I_{FAV}

A nyitóirányú áram legnagyobb tartósan megengedett középtértéke időben szinuszosan változó áramfélhullámra, 180 el.°-os vezetési szögnél, 40 ... 60 Hz közötti frekvenciatartományra.

2.2 Tartós határáram I_{Fdc}

A nyitóirányú áram legnagyobb tartósan megengedett értéke kis hullámosságú egyenáramra.

2.3 A határáram effektív értéke I_{FRMS}

A nyitóirányú áram legnagyobb tartósan megengedett effektív értéke, amely állandó üzemben a legintenzívebb hűtés mellett sem léphető túl.

2.4 Egyenáramú határterhelhetőség $I_{FAV(I)}$

A nyitóirányú áram legnagyobb tartósan megengedett középtértéke 40 ... 60 Hz frekvenciájú hálózati üzemben, az adatlapokon közölt áramimpulzusokkal való terhelésre.

2.5 Lökőáram határérték I_{FSM}

10 ms időtartamú, szinuszalakú, nyitóirányú áramfélhullám legnagyobb megengedett értéke. Ilyen terhelés hatására a félvezető PN hőmérséklete rendszerint a megengedettnél nagyobb értékre növekszik, az I_{FSM} érték teljes kihasználása után ezért néhány sec -ra sem áramterhelés,

sem feszültségigénybevétel nem megengedett.

2.6 Határterhelési integrál $\int i^2 dt$, $(i^2 t)$

A nyitóirányú áram négyzetének adott időintervallumra vonatkozó integrálja, amely csak túláramnál megengedett. A lökőáram határértékhez hasonlóan teljes kihasználása után néhány sec -ra sem áramterhelés, sem feszültségigénybevétel nem megengedett. 10 ms-ra megadott értékét a lökőáram határértékből számíthatjuk. Rövidebb időtartamokra az $\int i^2 dt$ megengedett értéke főként mechanikai okok miatt csökken.

2.7 Záróáram I_R

Záróirányú igénybevételnél a diódán átfolyó áram.

3. Egyéb villamos adatok

3.1 Ismétlődő záróirányú veszteségi teljesítmény

Az a veszteségi teljesítmény, amely a diódában akkor keletkezik, amikor a dióda igénybevétele ismétlődően záróirányú (lavinadiódáknál van jelentősége).

3.2 Lökésszerű záróirányú veszteségi teljesítmény P_{RSM}

Lavinadiódáknál a záróirányú veszteségi teljesítmény megengedett csúcserőértéke, amely nem ismétlődő, alkalmanként fellépő túlfeszültségeknél keletkezhet.

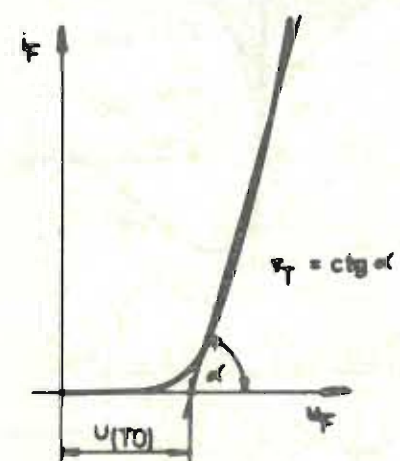
3.3 Küszöbfeszültség $u_{(TO)}$ és helyettesítő ellenállás r_T

A nyitóirányú jelleggörbe egyenes szakaszokkal való helyettesítésének jellemzői.

A helyettesítés alapján a nyitóirányú áram és a nyitóirányú feszültség pillanatértékei között a

$$u_F = u_{(TO)} + r_T \cdot i_F$$

összefüggést kapjuk, amelyet a nyitóirányú veszteségi teljesítmény számításához használhatunk. A helyettesítés



közepes áramok tartományában a legpontosabb, más áramoknál a tényleges jelleggörbét csak közelíti.

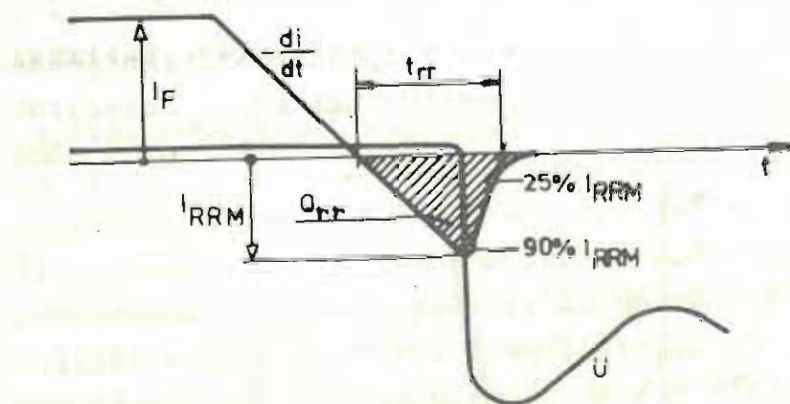
3.4 Nyitóirányú veszteségi teljesítmény P_{FAV}

Periódikus igénybevételnél a nyitóirányú feszültség és a nyitóirányú áram pillanatértékeinek szorzatából számított veszteségi teljesítmény egy periódusra vonatkoztatott átlagértéke:

$$P_{FAV} = \frac{1}{T} \int_0^T u_F \cdot i_F dt$$

3.5 A záróirányú áram csúcserőértéke I_{RRM}

A dióda kikapcsolásakor kialakuló áramcsúcs, amelynek nagysága a dióda szerkezet belső jellemzőin kívül a kikapcsolást megelőző nyitóirányú áramtól és az áram csökkenési sebességétől függ.



3.6 Záráskésési idő t_{rr}

A dióda kikapcsolásakor az áram nullaátmenetétől a megnövekedett záróirányú áram meredek csökkenésének közel végéig eltelt idő (v.ö. a 3.5 -nél közölt vázlatos rajzzal).

3.7 Záráskésési töltés Q_{rr}

A nyitóirányú igénybevételnél felhalmozott töltésmennyiségnek a diódából a megnövekedett záróirányú árammal távozó része (v.ö. a 3.5 -nél közölt vázlatos rajzzal).

3.8 Nyitáskésési (bekapcsoláskésési) idő t_{tr}

Az az időtartam, ami alatt nyitóirányú igénybevételnél a dióda csatlakozó kapcsai között átmenetileg megnövekedett feszültség közel a statikus értékére csökken. Nagyszámú frekvenciás alkalmazásoknál, továbbá akkor van jelentősége, ha a vezetésbe lépő dióda árama nagy meredekséggel növekszik. Ilyen igénybevételre gyors, vagy szupergyors diódák beépítése ajánlatos.

3.9 Nullakapacitás C_{nulla}

Előfeszültség nélkül, meghatározott frekvenciájú kis váltakozófeszültséggel a dióda csatlakozó kapcsai között mért kapacitás.

4. Hőmérsékleti adatok

4.1 Üzemi hőmérséklettartomány T_j

A PN hőmérséklet tartósan megengedett tartománya, amelyen belül a dióda üzemeltethető.

4.2 Raktározási, tárolási hőmérséklettartomány T_s

Az a hőmérséklettartomány, amelyen belül a dióda villamos igénybevétel nélkül raktározható, tárolható, vagy szállítható.

4.3 Belső hőellenállás R_{thJC} , illetve R_{thJA}

R_{thJC} : a PN hőmérséklet és a diódához hűtőtesttel érintkező felületének - többnyire a hőmérsékletmérés kiképzett referenciapontjának - hőmérséklete közötti különbség osztva a diódában hővé alakuló veszteségi teljesítménnyel. R_{thJA} : hűtőtest nélkül működő kisdiódáknál a PN hőmérséklet és a környezet (hűtőközeg) hőmérséklete közötti különbség osztva a diódában hővé alakuló veszteségi teljesítménnyel (v.ö. a 2.-nél közölt termikus helyettesítő képpel).

4.4 A hűtőtest hőellenállása R_{thCA}

A diódához hűtőtesttel érintkező felületének - többnyire a hőmérsékletmérés kiképzett referenciapontjának - hőmérséklete és a hűtőközeg hőmérséklete közötti különbség, azaz a hűtőtesten kialakuló hőmérsékletlépcső osztva a diódában hővé alakuló veszteségi teljesítménnyel.

R_{thCA} értéke tartalmazza a félvezető és a hűtőtest közötti átmeneti hőellenállást is (v.ö. a 2.-nál közölt termikus helyettesítő képpel).

4.5 Járulékos hőellenállás Δr

Nagysága az áram hullámalakjától, a frekvenciától és a dióda termikus tulajdonságaitól függ. Δr ismeretében periódikus igénybevételnél, állandó üzemben a PN hőmérséklet legnagyobb értékét számíthatjuk. Az adatlapokon a járulékos hőellenállást kevés gyártó közli, a hőmérsékletszámításokat ezért más módszerek szerint végezzük.

5. Mechanikai adatok

5.1 Méretek, súly, egyéb adatok

A diódák fő méreteit és egyéb mechanikai jellemzőit az adatlapok közlik.
A csatlakozási pontok közötti szigetelésre, a kúszóutakra és a nedvességállóságra vonatkozó jellemzőket ugyan- csak az adatlapokon foglaltuk össze.

5.2 Meghúzási nyomaték, szorítóerő

A csavaros bázistönkű, sík bázistönkű, illetve tárcsás szerkezet szereléséhez előírt meghúzási nyomaték, illetve szorítóerő.

5.3 Rázásállóság

A gyorsulás legnagyobb megengedett értéke, amelyet a dióda különböző irányokban, meghatározott - rendszerint 50 Hz - rázási frekvencián károsodás nélkül elvisel.

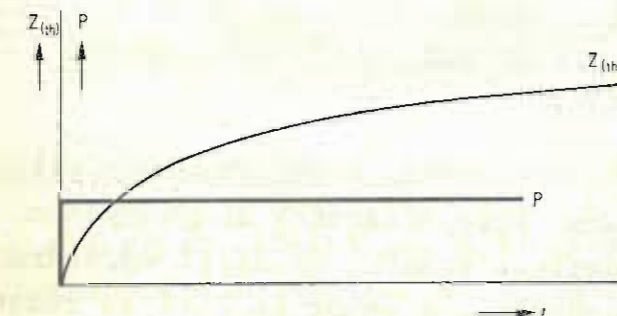
6. Jelleggörbék

6.1 Nyitóirányú jelleggörbék $i_P = f(u_P)$

Az i_P nyitóirányú áram és az u_P nyitóirányú feszültség összetartozó pillanatértékeit adják meg 25 °C-ra és a legnagyobb megengedett PN hőmérsékletre. A diagramok rendszerint a gyártási szórás átlagának megfelelő (tipikus) elemre, valamint a gyártási szórás felső határán lévő elemre vonatkozó jelleggörbét adják meg.

6.2 Tranziens belső hőimpedancia $Z_{thJC} = f(t)$

Egyetlen, időben állandó áram-, illetve veszteségimpulzusra vonatkozik; lényegében egységnyi veszteségi teljesítmény hatására a PN hőmérséklet időbeli változása. Állandósult állapothoz tartozó értéke a dióda belső hőellenállása.

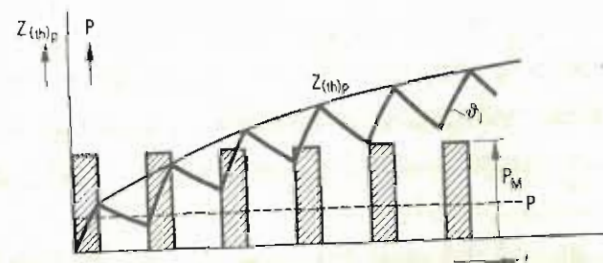


6.3 Impulzusüzemre vonatkozó tranziens hőimpedancia

$$Z_{thJCp} = f(t)$$

A félvezetők rendszerint periódikus áramterheléssel üzemelnek, aminek hatására pl. normál hálózati üzemben, vagy annál kisebb frekvencián a félvezető kristályhőmérséklete is periódikusan változik. Ezt az impulzusüzemre

vonatkozó tranziens hőimpedanciában vesszük figyelembe. A $Z_{thJCp} = f(t)$ függvény a PN hőmérséklet pillanatnyi csúcsértékeinek burkológörbéjéből származik. Nagysága a



működési frekvenciától és az áramterhelés jellegétől is függ. Állandósult állapothoz tartozó értéke a dióda állandó impulzusüzemre vonatkozó belső hőellenállása.

6.4 Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék és nomogram az egyenáramú határterhelhetőség - $I_{FAV(I)}$ - meghatározásához

A nyitóirányú veszteségi teljesítmény átlagértéke a nyitóirányú áram középértékének függvényében, szinuszalakú és négyszögalakú áramra, valamint egyenáramra, különböző vezetési szögekre. A nomogram középső része alkalmas a kívánt igénybevételhez szükséges hűtési rendszer fő adatainak - mint pl. hűtőtest, hűtőközeg hőmérséklet, stb. - meghatározására.

6.5 Kisdiódák egyenáramú határterhelhetősége - I_{FAV} - a hűtőközeg hőmérséklet függvényében, különböző hűtési feltételeknél

A jobboldali jelleggörbék a P_F nyitóirányú és a P_R záróirányú veszteségi teljesítmények összegét (középértékek)

adják meg az áram I_{FAV} középértékének függvényében, különböző vezetési szögekre. A hűtőtest R_{thCA} hőellenállását és a ϑ_A hűtőközeg hőmérsékletét a baloldali nomogram segítségével lehet meghatározni.

6.6 Határáram jelleggörbe

50 Hz-es szinuszfélhullámok legnagyobb megengedett csúcsértéke a félhullámok számának függvényében olyan üzemre, amelyben az áramvezetést feszültségigénybevétel követi.

6.7 Határáram a hűtés függvényében

Adott hűtési viszonyok között az I_{FAV} határáram megengedett értéke a hűtőközeg hőmérsékletének függvényében. A diagramok csak a megadott áramalakra érvényesek.

6.8 Túláram jelleggörbe

Adott hűtési viszonyok között az $I_{F(ov)}$ túláram megengedett középértéke a túlterhelés időtartamának és az $I_{F(vor)}$ előterhelésnek a függvényében.

6.9 Előtétellenállás C terhelésnél

A diagram a szükséges előtétellenállás értékét adja meg a szűrőkondenzátor kapacitásának és a csatlakozási feszültségnek a függvényében. Az előtétellenállás a változóáramú és egyenáramú oldal ellenállásainak összege, a transzformátor belső ellenállását is beleértve.

Az $U_{eff(E,B)}$ feszültség az 1F 1U 1Ü és az 1F 2U 2Ü, az $U_{eff(M)}$ feszültség pedig az 1F 1U 2Ü egyenirányító kapcsolásra vonatkozik.

6.10 Záráskésési-töltés jelleggörbe

A jelleggörbe a Q_{rr} záráskésési-töltést adja meg az

áramcsökkenés sebességének és a kommutálendő áramnak a függvényében.

6.11 Záróirányú-áramcsúcs jelleggörbe

A jelleggörbe az I_{RRM} záróirányú-áramcsúcs értékét adja meg az áramcsökkenés sebességének és a kommutálendő áramnak a függvényében.

7. A hűtésre vonatkozó adatok

- Hűtési mód: S - természetes levegőhűtés
- F - mesterséges (ventillátorral forszírozott) levegőhűtés
- W - vízhűtés (folyadékűtés)

8. Szilíciumdiódák szerelése és karbantartása

A szilíciumdiódák szakszerű és gondos szerelése lényeges feltétele a megbízható, zavarmentes üzemnek.

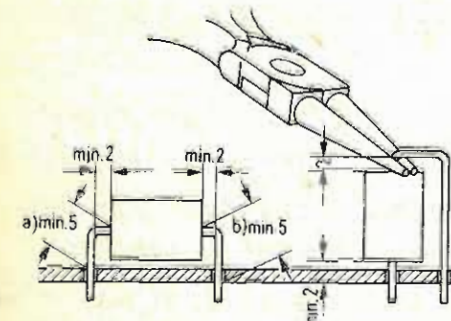
8.1 Kisdiódák szerelése

- Önhordó kivitelű diódák:

Üveg- vagy műanyagházas változatok, hosszirányú huzalkivezetésekkel. Beépítési helyzetük tetszőleges lehet.

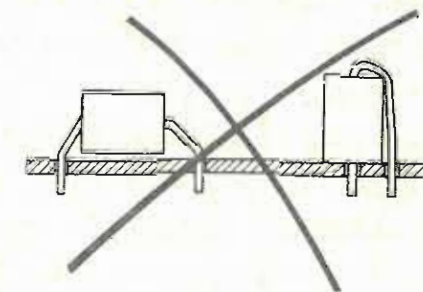
A kivezetéseket a beépítés előtt kell a szükség szerinti - de a diódatesttől legalább 2 mm - távolságban meghajlítani. A hajlítási sugár nem lehet kisebb, mint a kivezetés átmérője. A hajlítást - különösen üvegházas diódáknál - hajlítószerszámmal kell végezni. Kényyszerűségből a hajlítás kézzel is történhet, egy egyszerű fogó azonban ilyenkor is szükséges. A helyes és hibás szerelésre mutat példákat a következő ábra:

Helyes:



a/ lyukgalvanizált lemez
b/ normal lemez

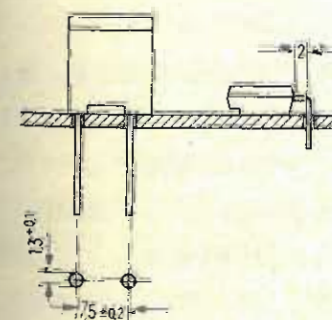
Hibás:



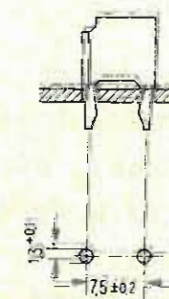
A félvezetők hőmérsékletérzékenysége miatt ügyelni kell arra, hogy a készülék egyéb, hő termelő alkatrészei és a dióda között kellően nagy távolság legyen. Ha ez valamilyen okból nem tartható be, a terhelhetőség csökken. Nyomtatott áramkört lemezre pl. ha több dióda kerül közvetlenül egymás mellé, a terhelhetőség csökkenésének mértéke az 50%-ot is elérheti.

- Műanyagházas diódák egyoldali kivezetésekkel:

Nyomtatott áramkört lapokra való szereléshez különösen alkalmasak. A kivezetések közötti távolság a 2,54 mm szabványos rásztérmet egész számú többszöröse. A hosszú kivezetésekkel ellátott diódák mind állítva, mind fektetve szerelhetők; ügyelni kell azonban



Normál



Bepattintható

arra, hogy a kivezetéseket a háztól 2 mm-re és csak egyszer szabad hajlítani.

Az egyoldali kivezetésekkel ellátott diódákat bepattintható változatban is gyártják ("Snap-in-Technik"). Előnye, hogy a szerelt, de még nem forrasztott áramköri lapokból szállítás közben a diódák nem eshetnek ki.

Az egyoldalon kivezetett, széles (anód) csatlakozókkal kialakított diódák az áramterhelhetőség növelésére hűtőlemezre is szerelhetők.

- Forrasztási előírások:

Kisdiódák forrasztásánál arra kell ügyelni, hogy az alkatrészt termikusan ne terheljük túl.

Pákával való forrasztásnál a páka hőmérséklete általában $280 \dots 360^\circ\text{C}$ és a forrasztási idő 6 s-nál rövidebb. A forrasztási pont a diódaháztól legalább 5 mm-re legyen. Hőelvezető fogóval ez a távolság 2 mm-re csökkenhet.

Mártó- illetve hullámforrasztásnál a fürdő hőmérséklete legfeljebb 260°C , a forrasztási idő 6 s-nál rövidebb, a forrasztási pont a diódaháztól 2 mm-nél nagyobb távolságra legyen.

8.2 Csavaros diódák szerelése

- A hűtőtestre szerelés:

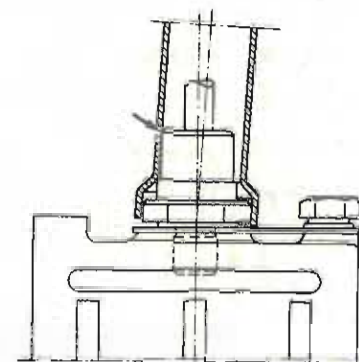
A diódát becsavarás után csak nyomatékkulccsal szabad meghúzni.

A dióda és a hűtőtest érintkezési felületeinek, a menetes részeknek, továbbá az üveg, illetve kerámiaszigeteléseknek épek, sértetlennek kell lenniük.

A jó hőátadás elérésére a dióda becsavarása előtt a menetes részeket és az érintkezési felületeket hőálló, jó hővezető (szilikon) pasztával kell bevonni.

Fontos! Becsavarásnál (kicsavarásnál) a részben kerámiából kialakított diódaház védelmében ügyelni kell

arra, hogy a nyomatékkulcs tengelye a diódáéval párhuzamos legyen:

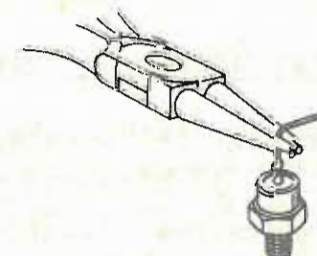


A menetes részek védelme is fontos. Ha a menet sérült, akkor az előírt meghúzási nyomatékkal a hőátadáshoz szükséges felületi érintkezés létre sem jön, ami üzem közben a félvezető túlmelegedését eredményezi. Megfelelő felületi érintkezést csak az előírtnál nagyobb nyomatékkal lehet elérni, ekkor viszont a menetes rész tovább sérülhet (a menetes csap pl. letörhet), vagy maga a diódaház is károsodhat.

- Villamos csatlakozás:

Huzalkivezetésű diódák:

A kivezetést a hegesztési helytől 2 mm-nél nagyobb hosszú hagyva szabad meghajlítani. A hajlítási sugár nem lehet kisebb, mint a kivezetés átmérője. Ha a kivezetés túl hosszú, a rövidítés megengedett; a hegesztési hely és a vég között azonban legalább 4 mm-nek maradnia kell. A kivezetéshez rendszerint vezetékforrasztanak.



Hajlékony kivezetésű diódák:

A vezetékek csatlakozási helyeit úgy kell kialakítani, hogy a vezetékek meghúzását, mozgatását ne közvetítsék a dióda szerkezetéhez. Ügyelni kell arra is, hogy a vezetékek, egyéb szerkezeti részek - pl. biztosítók - ne okozzanak járulékos melegedést. A dióda hajlékony kivezetését úgy kell rögzíteni, illetve rögzíteni és szigetelni, hogy a mechanikai rezgések zárlatot ne okozzanak.

- A hűtőtestek felszerelése:

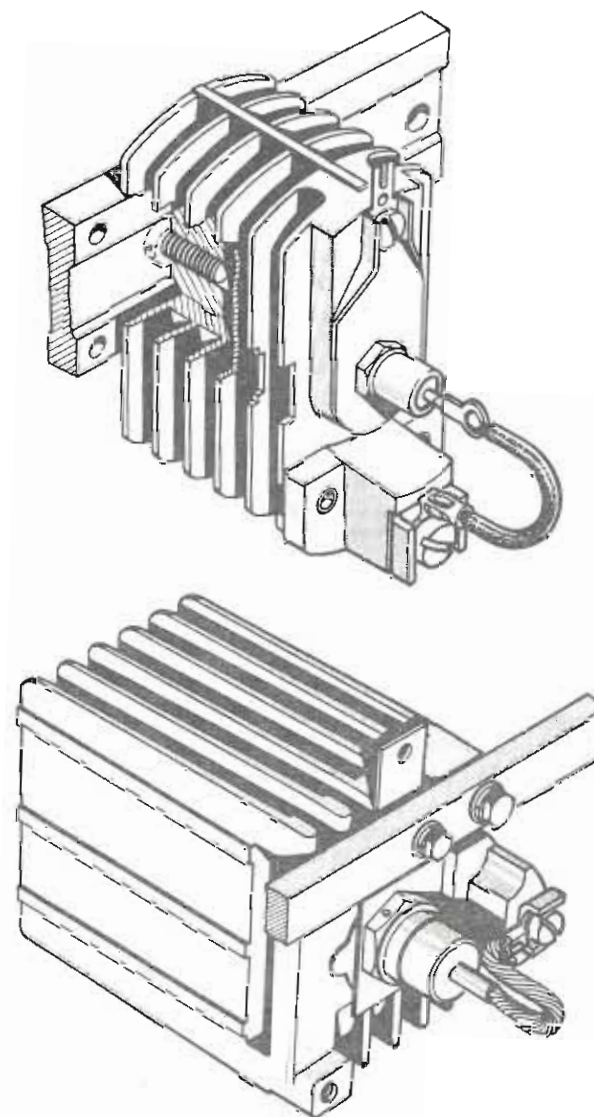
A hűtőtestre szerelt félvezetők elhelyezése mesterséges levegőhűtésnél (F) és vízűtésnél (W) tetszőleges.

Természetes levegőhűtésű (S) áramirányítóknál a hűtőlevegő akadálytalan áramlásának elérésére a hűtőtesteket úgy kell szerelni, hogy a hűtőbordák függőleges helyzetben legyenek. (Szerelt félvezetők felerősítésére mutatnak példákat a következő oldalon lévő ábrák.)

A hűtőtestek feszültség alatt lévő szerkezeti részek, amelyeket a készülék többi részétől szigetelten kell szerelni. A konstrukciós kialakítást jelentősen könnyítik az erősáramú diódákhoz és tirisztorokhoz kifejlesztett műanyag szerelőlapok (v.ö. V.fejezet), amelyekre szabványos hűtőtesttel ellátott félvezetők és a félvezetőkhez szorosan tartozó alkatrészek (RC tag, gyújtótranszformátor) szerelhetők.

8.3 Sík bázistönkű diódák szerelése

Az érintkezési felületeket a csavaros diódákéhoz hasonlóan hőálló, jó hővezető (szilikon) pasztával kell bevonni. A szükséges szorítóerőt a szorítólap és a hozzá tartozó feszítőcsavarok állítják elő. A megfelelő szorítóerőt akkor érjük el, ha a csavarokat egyenletesen,

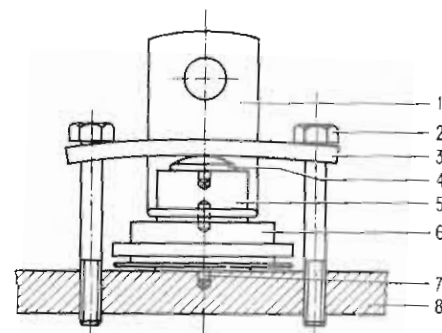


felváltva addig húzzuk, amíg a szorítólap a felfekvési felülettel párhuzamos nem lesz.

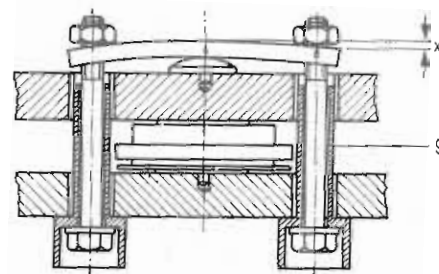
8.4 Tárcsadiódák szerelése

A tárcsaszerkezetű építőelemeket a gyártók többnyire hűtőtesttel, illetve hűtőtestekkel összeszerelten szállítják. Az elemek konstrukciója azonban azt is lehetővé teszi, hogy a végső kialakítást a felhasználó végezze el,

A leggyakoribb változatokat a következő ábrák mutatják:



Egyoldali hűtés



Kétoldali hűtés

- 1 Áramvezető csatlakozó
- 2 Feszítőcsavar
- 3 Laprugó
- 4 Nyomólap
- 5 Szigetelő
- 6 Dióda (tirisztor)
- 7 Központosító csap
- 8 Hűtőtest
- 9 Szigetelőhüvely
- x A laprugó túlhajlása

8.5 Karbantartás

A diódák mozgó alkatrészt nem tartalmazó elektronikus elemek, karbantartást általában nem igényelnek. Az anód és katód közötti felületi szigetelés azonban nedvesség, por vagy mindkettő hatására leromlik, a hűtőtestre rakódó por pedig a hűtés intenzitását csökkenti. A megfelelő szigetelési állapot és a megfelelő hőleadóképesség elérésére a diódát - különösen az anód és katód közötti szigetelést - és a hűtőtestet időnként tisztítani kell.

Jelölések, rövidítések

C	μF	kondenzátor
C_{nulla}	μF	nullakapacitás
di/dt	$A/\mu s$	árammeredekség
ϑ_c	$^{\circ}C$	házhőmérséklet
ϑ_j	$^{\circ}C$	PN hőmérséklet
ϑ_A	$^{\circ}C$	környezeti (hűtőközeg) hőmérséklet
ϑ_S	$^{\circ}C$	raktározási hőmérséklettartomány
f	Hz	frekvencia
F	N	szorítóerő
(F)	-	mesterséges levegőhűtés
G	g	súly
I_{dAV}	A	tartós egyenáram
i_F	A	nyitóirányú áram (pillanatérték)
$I_{FAV(I)}$	A	tartós határáram
I_{FAV}	A	egyenáram-határ
I_{FM}	A	határáram csúcsérték
I_{FRMS}	A	határáram effektív érték
I_{FSM}	A	lökőáram határérték
$I_{F(OV)}$	A	túláram (középérték)
$I_{F(VOR)}$	A	terhelőáram a túláram előtt (előterhelés)
I_R	A	záróirányú áram
I_{RRM}	A	a záróirányú áram csúcsértéke
$\int i^2 dt$	$A^2 s$	határterhelési integrál
M_d	Nm	meghúzási nyomaték
P_F	W	nyitóirányú veszteségi teljesítmény

P_{RSM}	W	lökésszerű záróirányú veszteségi teljesítmény
P_v	W	veszteségi teljesítmény (középérték)
P_{tot}	W	összes veszteségi teljesítmény (középérték)
Q_{rr}	μAs	záráskésési töltés
R	Ω	ellenállás
R_{thCA}	K/W	hűtőtest hőellenállás (atm. hőell.-t is beleértve)
R_{thCK}	K/W	átmeneti hőellenállás
R_{thJC}	K/W	belső hőellenállás
R_{thJA}	K/W	teljes hőellenállás (kisdioda)
R_{thKA}	K/W	hűtőtest hőellenállás
r_T	$m\Omega$	helyettesítő ellenállás
t	ms	idő
t_{fr}	μs	nyitáskésési idő
t_{rr}	μs	záráskésési idő
λ	el. ^o	áramvezetési szög
(S)	-	természetes levegőhűtés
U_{BR}	V	letörési feszültség
u_F	V	nyitóirányú feszültség (pillanatérték)
U_{RMS}	V	csatlakozási feszültség (eff.érték)
U_{RRM}	V	legnagyobb periódikus csúcszárófeszültség
U_{RSM}	V	nem ismétlődő csúcszárófeszültség
$u_{(TO)}$	V	küszöbfeszültség
V_L	l/s	légszállítás
V_W	l/min	folyadékszállítás (víz)

(W)	-	folyadékhűtés
$Z_{(th)CA}$	K/W	hűtőtest tranziens hőimpedancia
$Z_{(th)JA}$	K/W	tranziens hőimpedancia (kisdioda)
$Z_{(th)JC}$	K/W	tranziens belső hőimpedancia
$Z_{(th)p}$	K/W	tranziens belső hőimpedancia (imp. üzemi- re)

1N 4000

Nagy záróképeségű dióda; 50 ... 1000 V, 1A

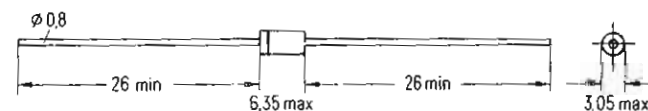
Alkalmazás: hálózati üzemre, nyomtatott áramkörökben

Félvezető: diffúziós eljárással szennyezett szilícium

Tokozás: műanyagház

Kivezetések: hosszirányban; a legkisebb raszterméret 12,5 mm

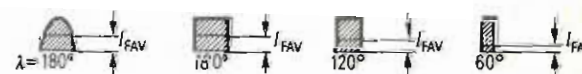
Polaritás: katódoldalon színes gyűrű



Tipus	Periódikus csúcszárófeszültség U_{RRM}
1N 4001	50 V
1N 4002	100 V
1N 4003	200 V
1N 4004	400 V
1N 4005	600 V
1N 4006	800 V
1N 4007	1000 V

I_{FAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ... 1000 Hz)

Beépítés Hűtés Hűtőközeg
hőm. ϑ_A



szabadon S 45 °C 0,87A 0,90A 0,84A 0,72A

1N 4000

Záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszáró-

feszültség

Záróirányú áram

U_{RRM} 50...1000 V
 I_R 0,3 mA
0,01 mA

$\vartheta_j = 175 ^\circ C$
 $= 25 ^\circ C$ U_{RRM} -nél

Nyitóirány

Tartós határáram

I_{FAV} 1 A

$\vartheta_A = 25 ^\circ C$, $f =$
 $= 40...1000$ Hz
 $\vartheta_A = 25 ^\circ C$

Tartós egyenáram

I_{Fdc} 1,2 A

A határáram eff. értéke

I_{FRMS} 2 A

Lököáram

I_{FSM} 30 A

Határterh. integrál

$\int i^2 dt$ 3,5 A²s

$\vartheta_j = 175 ^\circ C$
 $= 175 ^\circ C$

Nyitóirányú feszültség

u_F 1,2V(max)

Küszöbfeszültség

$u_{(TO)}$ 0,87 V

Helyettesítő ellenállás

r_T 117 mΩ

$\vartheta_j = 25 ^\circ C$, $i_F = 2A$
 $\vartheta_j = 175 ^\circ C$
 $= 175 ^\circ C$

Termikus adatok

Tartósan megengedett

max. PN hőmérséklet

ϑ_j 175 °C

Üzemi hőm. tartomány

-65...+175 °C

Tárolási hőm. tartomány

ϑ_s -65...+175 °C

Hőellenállás (szabad beépítésnél)

R_{thJA} 120 K/W

legnagyobb érték

Mechanikai adatok

Küszóút/légköz

kb. 6 mm

Súly

G kb. 0,4 g

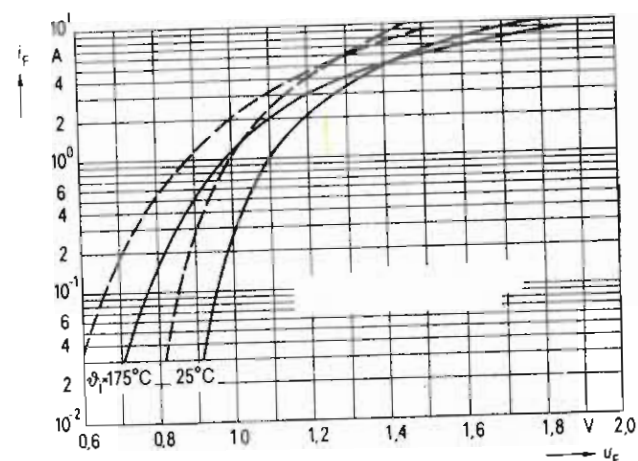
Rázásállóság

100 m/s² 50 Hz -nél

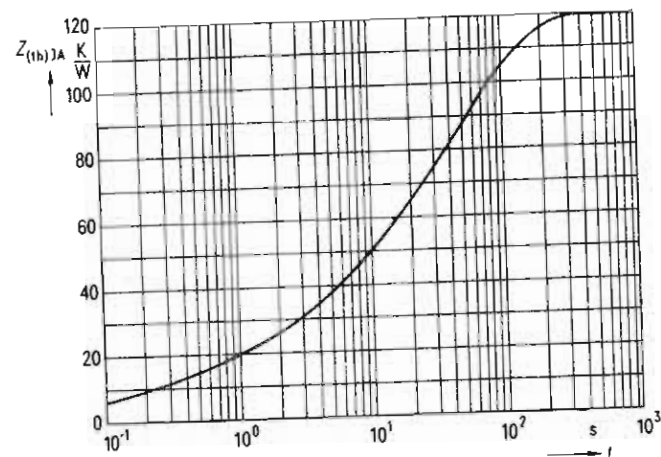
Zárlatvédelem

biztosító 2 A, gyors

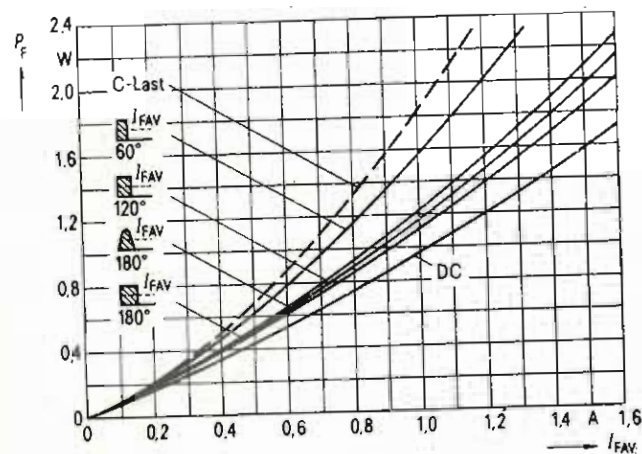
1N 4000



Nyitóirányú jelleggörbék
 ---- : tipikus jelleggörbe
 — : felső határjelleggörbe

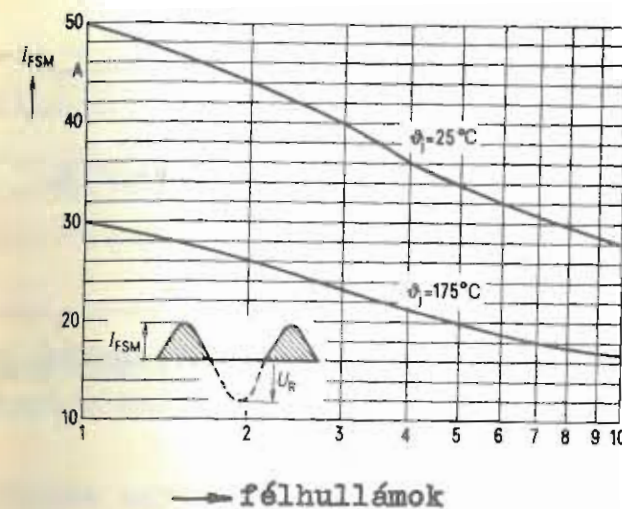


Tranziens hőimpedancia
 (szabad beépítés)

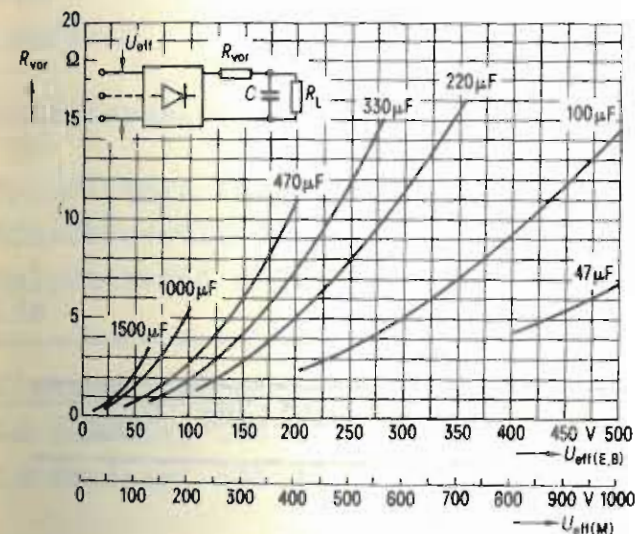


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék (C-Last: kondenzátor terhelés)

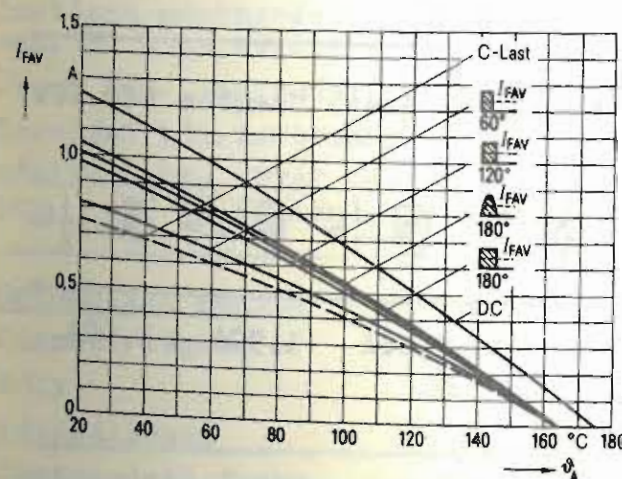
1N 4000



Határáram jelleggörbék
 ($U_R \approx 0,8 U_{RRM}$)



Szükséges előtétellenállás (R_{vor}) a csatlakozási feszültség (U_{eff}) függvényében



Egyenáramú határterhelhetőség a környezeti hőmérséklet függvényében (szabad beépítés).

BY 293

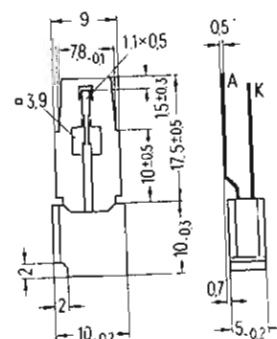
Nagy záróképeségű gyorsdióda; 75 ... 300 V, 3 A
Alkalmazás: tranzistoros átalakítókban, közepes frekvenciákig

Félvezető: kétszeresen diffundált, szilícium

Tokozás: műanyagház

Kivezetések: egyoldalon; anód: lemezkivezetés, katód: zászló

Polaritás: széles csatlakozólemez - anód

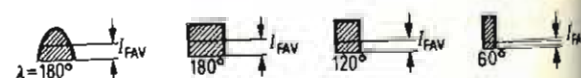


Tipus	Periódikus csúcszárófeszültség U_{RRM}
BY 293/75	75 V
BY 293/150	150 V
BY 293/225	225 V
BY 293/300	300 V

I_{FAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ... 1000 Hz)

Beépítés Hűtés Hűtőközeg hőm. ϑ_A

nyomtatott áramkörön, 2x2 cm fólián	S	45 °C	2,0 A	2,06 A	1,90 A	1,60 A
-------------------------------------	---	-------	-------	--------	--------	--------



BY 293

Záróirány			Megjegyzés
Periódikus csúcszárófeszültség	U_{RRM}	75...300 V	
Záróirányú áram	I_R	1 mA 0,01 mA	$\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ $= 25 \text{ } ^\circ\text{C}$ U_{RRM} -nél

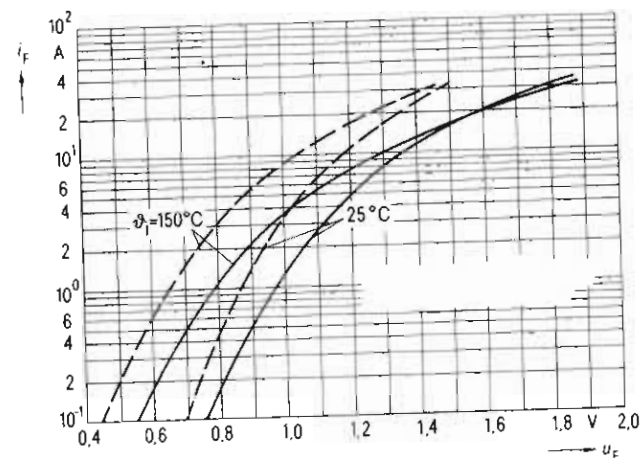
Nyitóirány			
Tartós határáram	I_{FAV}	3 A	$\vartheta_c = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$, 40... ...1000 Hz
Tartós egyenáram	I_{Fdc}	3,6 A	$= 80 \text{ } ^\circ\text{C}$
A határáram eff. értéke	I_{FRMS}	6,0 A	
Lökőáram	I_{FSM}	60 A	$\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ (szinuszfélhullám)
Határterhelési integrál	$\int i^2 dt$	12,5 A ² s	$\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ (2...5ms)
Nyitóirányú feszültség	u_F	1,25 V(max)	$\vartheta_j = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$, $I_F = 6 \text{ A}$
Küszöbfeszültség	$u_{(TO)}$	0,78 V	$\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$
Helyettesítő ellenállás	r_T	58,8 mΩ	$= 150 \text{ } ^\circ\text{C}$

Kikapcsolási adatok			
Záráskésési idő	t_{rr}	150 ns (tip.)	$\vartheta_j = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$, $I_F = 0,1 \text{ A}$
Záráskésési töltés	Q_{rr}	50 nAs	$-di/dt = 10 \text{ A}/\mu\text{s}$; $U_R = 60 \text{ V}$

Termikus adatok			
Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet	ϑ_j	150 °C	
Üzemi hőm. tartomány		-25...+150 °C	
Tárolási hőm. tartomány	ϑ_s	-25...+150 °C	
Hőellenállás (NYÁK lappon 2x2 cm fólián)	R_{thJA}	19 K/W	$P_{tot} = 2W$, (NYÁK lappon mindkét oldalon fólia)

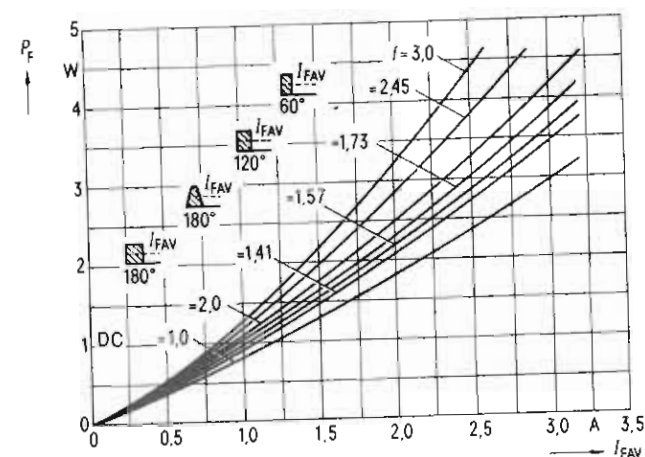
Mechanikai adatok			
Küszóút/légköz		kb. 1 mm	
Súly	G	kb. 2 g	
Rázásállóság		100 m/s ²	50 Hz -nél
Megengedett frekv.	f	40Hz...20kHz	

BY 293

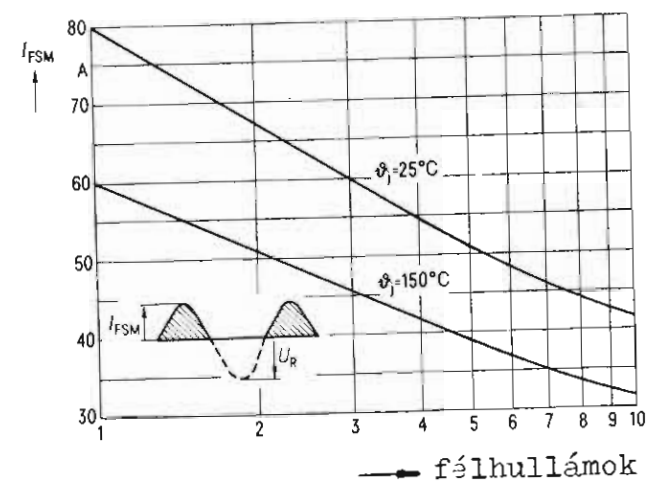


Nyitóirányú jelleggörbék

-----: tipikus jelleggörbe
—: felső határjelleggörbe



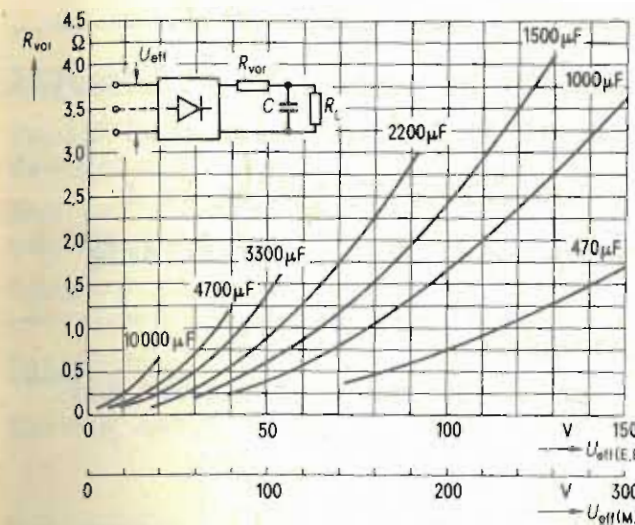
Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék (DC: egyenáram)



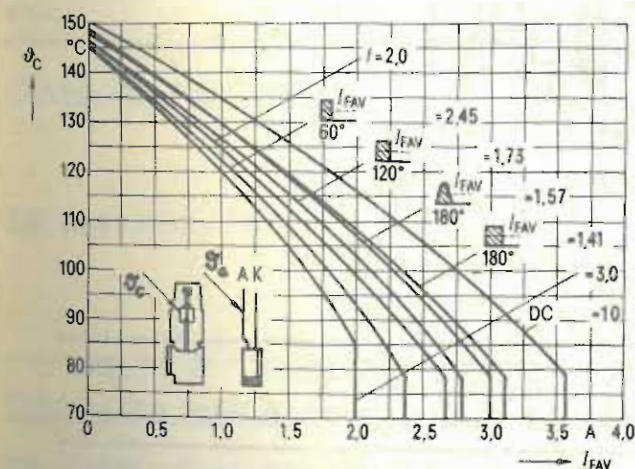
Határáram jelleggörbék ($U_R = 0,8 U_{RRM}$)

— félhullámok

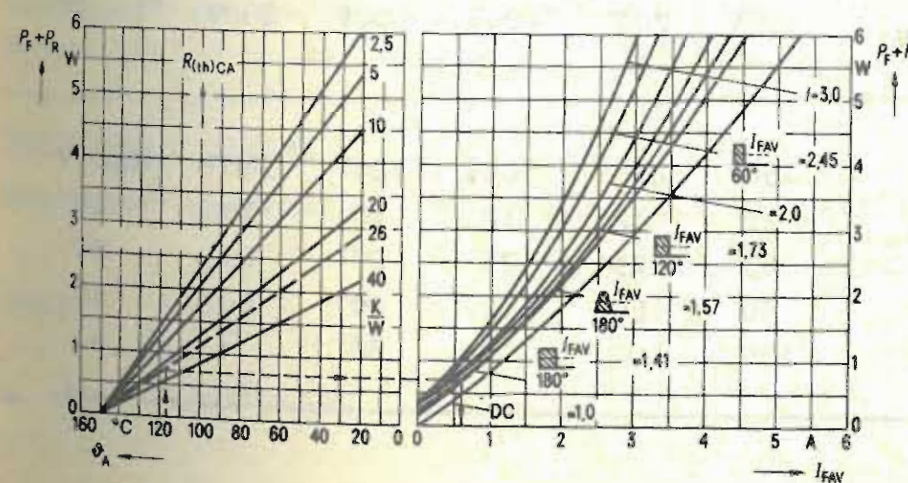
BY 293



Szükséges előtétellenállás (R_{vor}) a csatlakozási feszültség függvényében



T_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram fv-ben



Egyenáramú határterhelhetőség a körny. hőm. fv-ben különböző hőtési feltételeknél

6 FL, 12 FL

Tipusok: 6 FL 10S20...6 FL 100S05; 12 FL 10S20...12 FL 100S05
6 FL 10S02...6 FL 60S02; 12 FL 10S02...12 FL 60S02

Nagy záróképeségű gyorsdiódák; 100...1000 V, 6 A és 12 A

Alkalmazás: tranzistoros átalakítóknál, nagy frekvenciákig

Félvezető: szilícium

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

Kivezetések: anód-menetes csap, katód-forrasztható tömör kiv.

Polaritás: ház - anód



6 FL10	6 FL20	6 FL40	6 FL60	6 FL80	6 FL100
12 FL10	12 FL20	12 FL40	12 FL60	12 FL80	12 FL100

Periódikus csúcs- zárófesz. U_{RRM}	100V	200V	400V	600V	800V	1000V
Nem periódikus csúcszárófesz. U_{RSM} (5 ms)	150V	275V	500V	720V	960V	1200V
f_{max} (S20)	12	12	12	10	10	10
(S10)	25	25	25	20	20	20
(kHz) (S05)	50	50	50	40	40	40
(S02)	100	100	100	80	-	-

6 FL, 12 FL

Záróirány	6 FL	12 FL	Megjegyzés
Periódikus csúcszáró- feszültség U_{RRM}	100...1000 V		
Nem periódikus csúcs- zárófeszültség U_{RSM}	150...1200 V		
Záróirányú áram I_R	12 mA	12 mA	U_{RRM} -nél
Nyitóirány			
Tartós határáram I_{FAV}	6 A	12 A	50 Hz-es, szinuszos alakú félhullám terhelésnél
Periódikus csúcsáram I_{FRM}	30 A	60 A	
Lökőáram I_{FSM}	110 A	140 A	
Határterhelési integ- rál $\int i^2 dt$	60 A ² s	100 A ² s	5...10 ms-ra

Kikapcsolási adatok

Záráskésési idő t_{rr}	(S20)	2 μ s	2 μ s
	(S10)	1 μ s	1 μ s
	(S05)	0,5 μ s	0,5 μ s
	(S02)	0,2 μ s	0,2 μ s

$\theta_j = 25^\circ C$

Termikus adatok

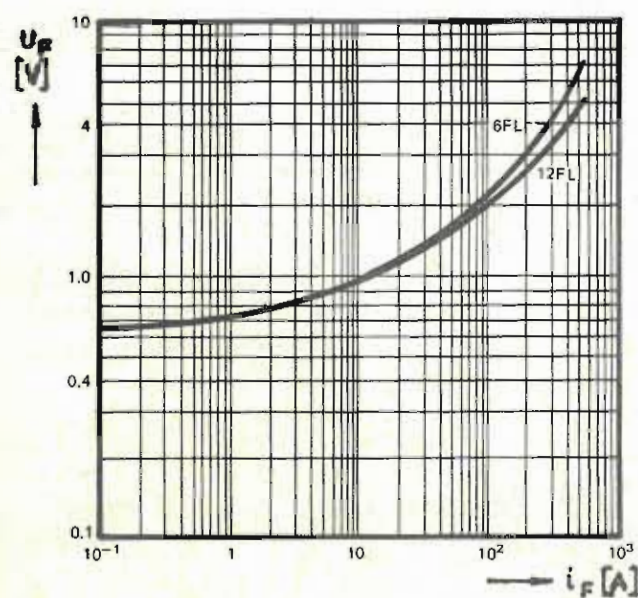
Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet θ_j	150 $^\circ C$	150 $^\circ C$
Üzemi hőm. tartomány	-40...+150 $^\circ C$	
Belső hőellenállás R_{thJC}	3,5 K/W	

Mechanikai adatok

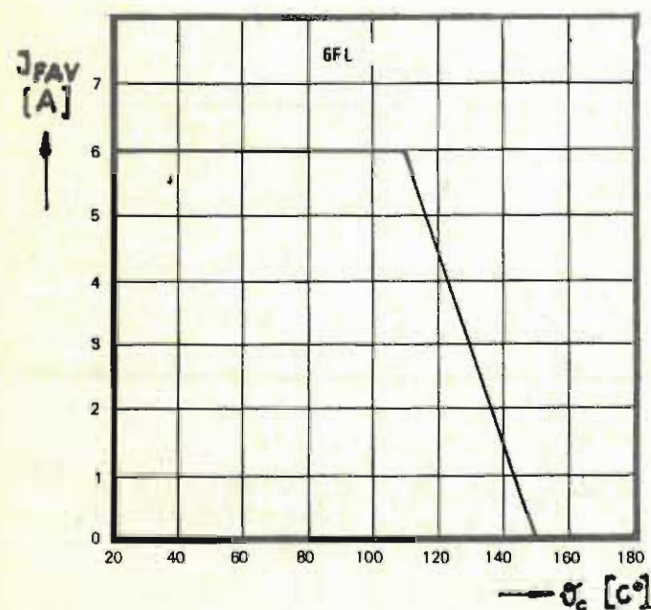
Meghúzási nyomaték M_d	1,2...1,5 Nm (1,0...1,3 Nm)	hűtőtestre szere- lésnél (szerelés anyá val)
Súly G	7,1 g	

* $\theta_j = 150^\circ C$ -nál

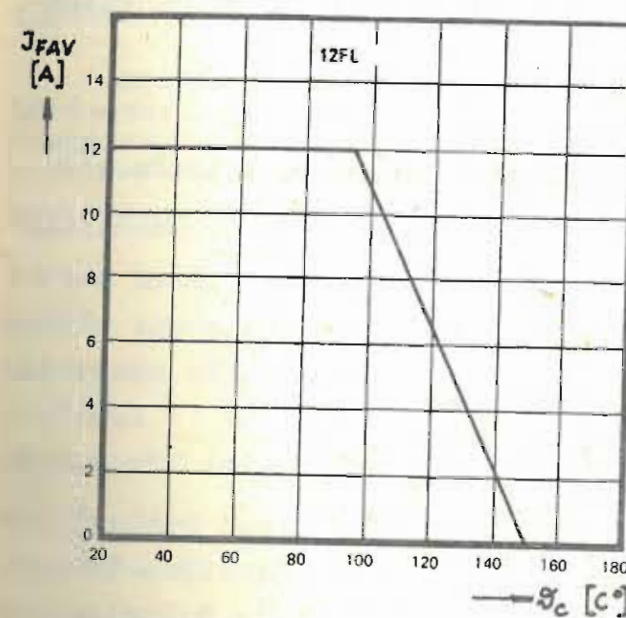
6 FL, 12 FL



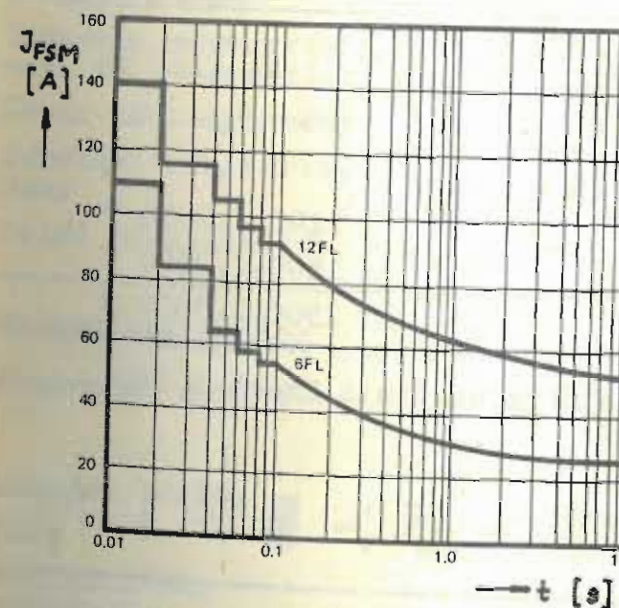
Nyitóirányú jelleggörbék



Tartós határáram a ház-
hőmérséklet (bázistönk
hőmérséklet) függvényé-
ben



Tartós határáram a ház-
hőmérséklet (bázistönk hő-
mérséklet) függvényében



Határáram jelleggörbék
(50 Hz-es, szinuszos áram-
félhullám legnagyobb meg-
engedett csúcsértéke az
idő függvényében)

SSi DO4, SSi DO4 A

Nagy záróképeségű normál és lökőfeszültségálló dióda 650 ...
... 1700 V, 10 A

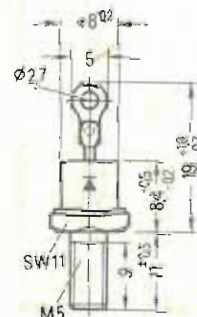
Alkalmazás: hálózati üzemre és nagyfeszültségű egyenirányítókban

Félvezető: diffúziós technológiával szennyezett szilícium

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

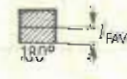
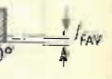
Kivezetések: anód-menetes csap, katód-forrasztható tömör kiv.

Polaritás: ház - anód



Tipus	Periódikus csúcs- zárófesz. U_{RRM}	Nem per.csúcs- zárófesz. U_{RSM}	Letörési fesz. ($i_R = 0,01 \text{ mA}$; $\theta_j = 250^\circ$) U_{BR}
SSi DO440	650 V	750 V	-
0460	1000 V	1100 V	-
0480	1400 V	1500 V	-
04100	1700 V	1900 V	-
0460A	1000 V	-	1100...1850 V
0480A	1400 V	-	1500...2400 V
04100A	1700 V	-	1900...3000 V

I_{FAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ...
1000 Hz)

Hűtőtest tip.	Hűtés	Hűtőközeg hőm. θ_A				
DK 02	S	45 $^\circ\text{C}$	6,5 A	6,9 A	6,2 A	5,0 A
DK 03						

SSi DO4, SSi DO4 A

Záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszáró- feszültség	U_{RRM}	650...1700V	
Záróirányú áram	I_R	1 mA 0,01 mA	$\theta_j = 160^\circ$ $= 25^\circ$ } U_{RRM} -nél
Lökésszerű záróirányú vesztési teljesítm.	P_{RSM}	2500 W	$\theta_j = 160^\circ$, $t_p = 10 \mu\text{s}$

Nyitóirány

Tartós határáram	I_{FAV}	10 A	$\theta_c = 103^\circ$
Tartós egyenáram	I_{Fdc}	12,7 A	$= 103^\circ$
Határáram eff. értéke	I_{FRMS}	19 A	
Lökőáram	I_{FSM}	120 A	$\theta_j = 160^\circ$
Határterh. integrál	$i^2 dt$	50 A ² s	$= 160^\circ$
Nyitóirányú fesz.	U_F	1,15 V(max)	$= 25^\circ$, $I_F = 12 \text{ A}$
Küszöbfeszültség	$U(T0)$	0,84 V	$= 160^\circ$
Helyettesítő ellenál- lás	r_T	26,4 m Ω	$= 160^\circ$

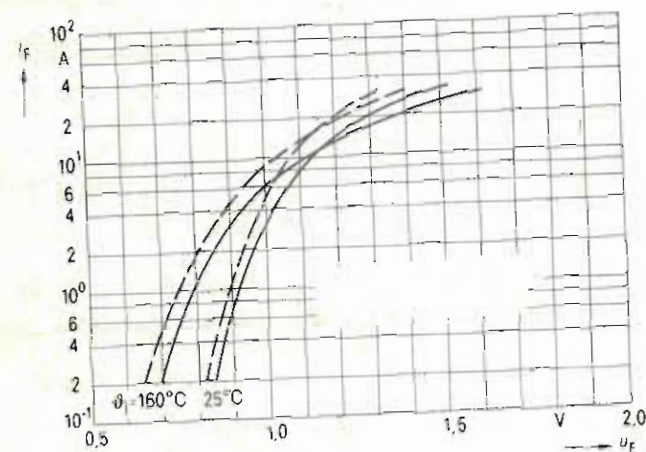
Termikus adatok

Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet	θ_j	160 $^\circ\text{C}$	
Üzemi hőm. tartomány		-40...+160 $^\circ\text{C}$	
Tárolási hőm. tarto- mány	θ_S	-65...+160 $^\circ\text{C}$	
Belső hőellenállás	R_{thJC}	4,5 K/W	felső határérték

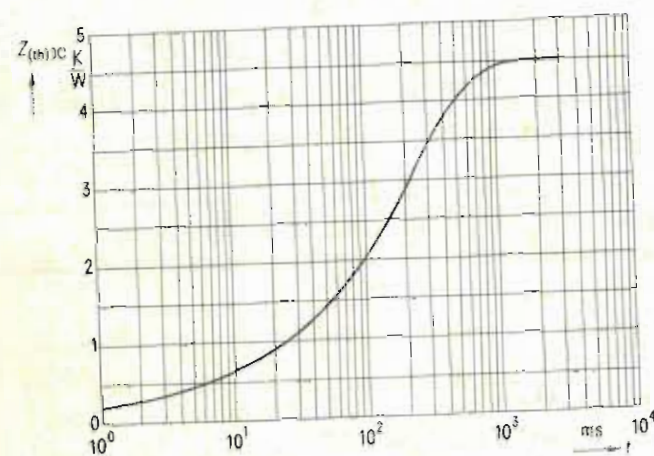
Mechanikai adatok

Meghúzási nyomaték	M_d	1,5 Nm 1,2 Nm	hűtőtestre szerelés- nél (szerelés anyá- val)
Küszöút/légköz		kb. 2 mm	
Súly	G	kb. 5 g	
Rázásállóság		30 m/s ²	30 Hz -nél
Megengedett frekv.	f	40...1000 Hz	

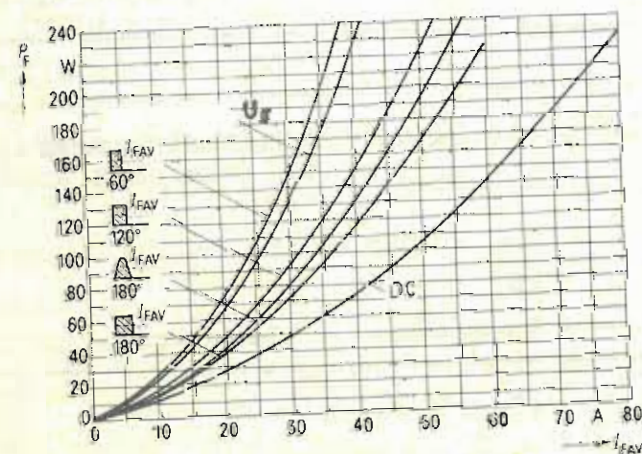
SS1 D04, SS1 D04 A



Nyitóirányú jelleggörbék
 ----; tipikus jelleggörbe
 —; felső határjelleggörbe

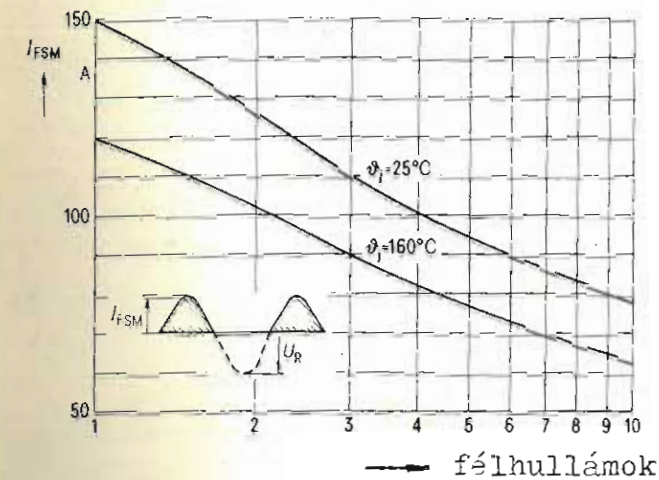


Tranziens belső hőimpedancia

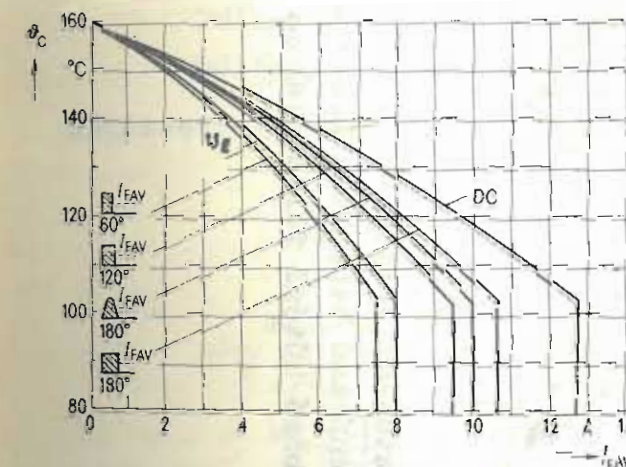


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék (DC: egyenáram)

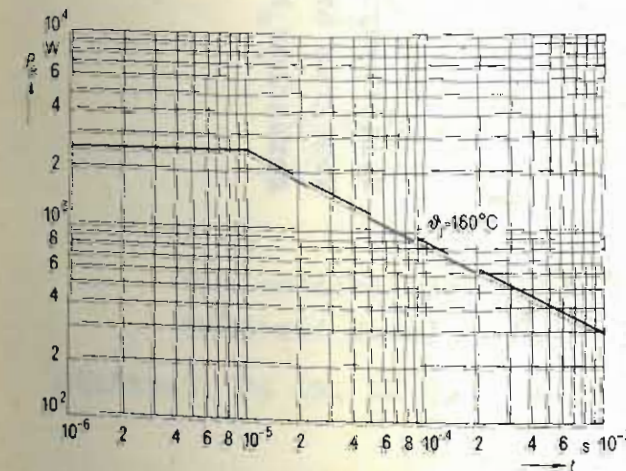
SS1 D04, SS1 D04 A



Határáram jelleggörbék
 ($U_R = 0,8 U_{RRM}$)

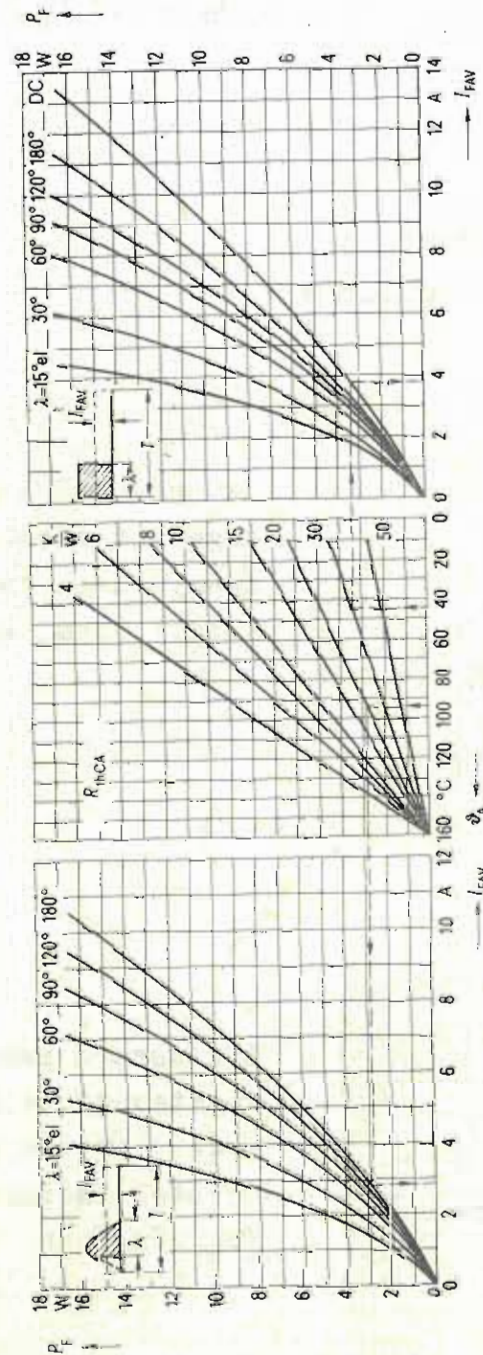


T_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram i_v -ben (hálózati üzem, 40...60 Hz)



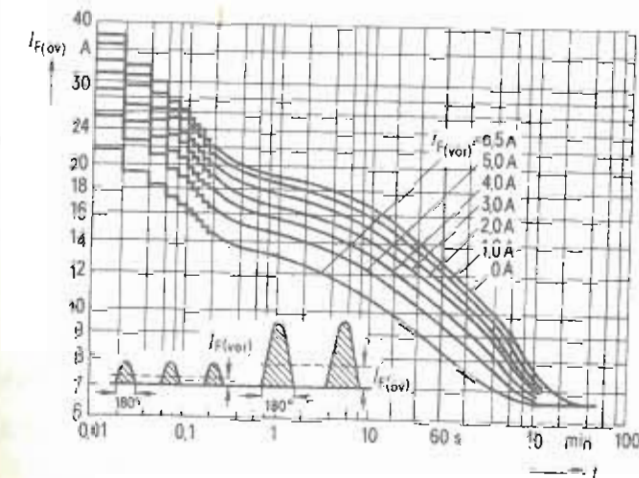
Lökésszerű záróirányú veszteségi telj. megengedett értéke az igénybevétel időtartamának függvényében

SSI D04, SSI D04 A



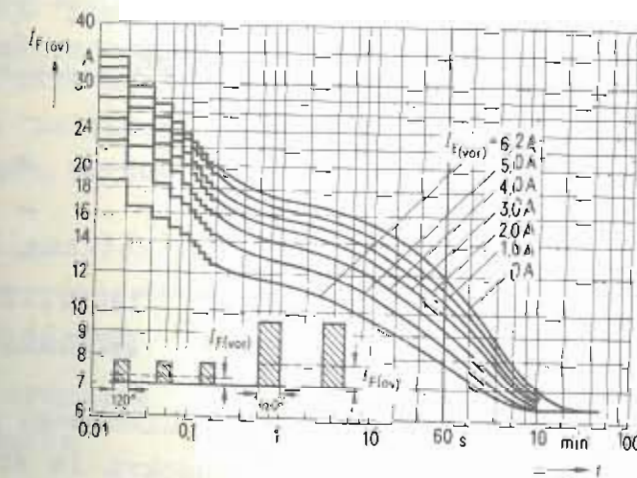
Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék.
 Nomogram az egyenáramú határterhelhetőség meghatá-
 rozásához különböző hűtési feltételeknél

SSI D04, SSI D04 A



Túterhelési jelleggörbék (40...60 Hz,
 hálózati üzem)

Hűtőtest: DK 02, DK 03 Hűtés: (S), $\theta_A = 45^\circ \text{C}$



Túterhelési jelleggörbék (40...60 Hz,
 hálózati üzem)

Hűtőtest: DK 02, DK 03 Hűtés: (S), $\theta_A = 45^\circ \text{C}$

SSi F20, SSi F20 A
(SSi F23, SSi F23 A)*

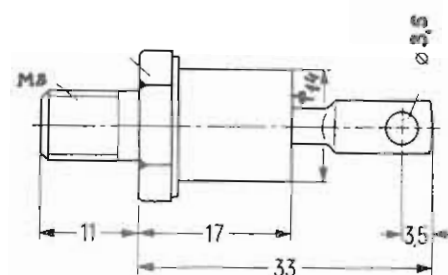
Nagy záróképeségű, normál és lökőfeszültségálló dióda, 300...
...1400 V, 50 A

Alkalmazás: hálózati egyenirányítókban

Félvezető: ötvözeses-diffúziós eljárással készített szilícium,
a lapka rugós leszorítással

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

Polaritás: SSi F20, SSi F20 A: ház - anód
SSi F23, SSi F23 A: ház - katód



Tipus	Periódikus csúcs- zárófesz. U_{RRM}	Nem per.csúcs- zárófesz. U_{RSM}	Letörési fesz. ($i_R =$ $=10 \text{ mA}$; $\vartheta_j = 25^\circ \text{C}$) U_{BR}
SSi F2020	300 V	360 V	-
2040	650 V	750 V	-
2060	1000 V	1100 V	-
2080	1400 V	1500 V	-
2060A	-	-	1200...2000 V
2080A	-	-	1600...2400 V

* A két típus között csak polarításban van különbség. Az SSi
F20-ra megadott jellemzők az SSi F23 típusokra is érvényesek.

I_{FAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ...
60 Hz)

Hűtőtest tip.	Hűtés	Hűtőközeg hőm. ϑ_A	$\lambda = 180^\circ$	180°	120°	60°
FK 06	S	45 $^\circ\text{C}$	31 A	33 A	29 A	23 A

SSi F20, SSi F20 A

Záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszáró- feszültség	U_{RRM}	300...1400V	
Záróirányú áram	I_R	10 mA	$\vartheta_j = 180^\circ \text{C}$, U_{RRM} -nél
Lökésszerű záróirányú vesztési teljesítm.	P_{RSM}	16000 W	$\vartheta_j = 180^\circ \text{C}$, $t_p = 10 \mu\text{s}$

Nyitóirány

Tartós határáram	$I_{FAV(I)}$	50 A	$\vartheta_c = 128^\circ \text{C}$, 40... ...60 Hz
Tartós egyenáram	I_{Fdc}	68 A	$= 128^\circ \text{C}$
Határáram eff. értéke	I_{FRMS}	80 A	
Lökőáram	I_{FSM}	680 A	$\vartheta_j = 180^\circ \text{C}$
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	2400 A ² s	$= 180^\circ \text{C}$
Nyitóirányú fesz.	u_F	1,58V(max)	$= 25^\circ \text{C}$, $i_F = 157 \text{ A}$
Küszöbfeszültség	$u_{(TO)}$	0,74 V	$= 180^\circ \text{C}$
Helyettesítő ellenál- lás	r_T	5,2 mΩ	$= 180^\circ \text{C}$

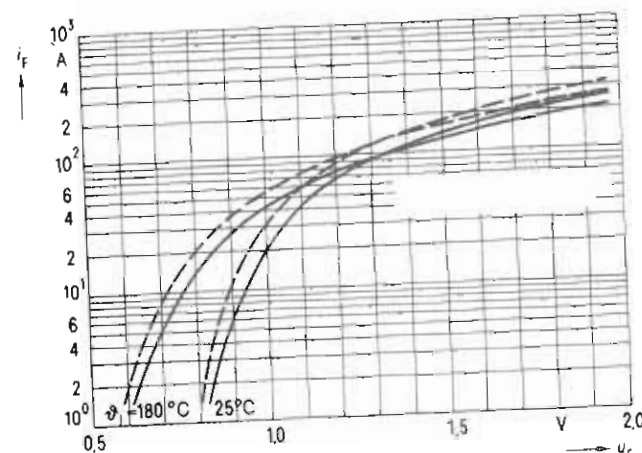
Termikus adatok

Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet	ϑ_j	180 $^\circ\text{C}$
Üzemi hőm. tartomány		-40...+180 $^\circ\text{C}$
Tárolási hőm. tarto- mány	ϑ_S	-65...+180 $^\circ\text{C}$
Belső hőellenállás	R_{thJC}	0,7 K/W

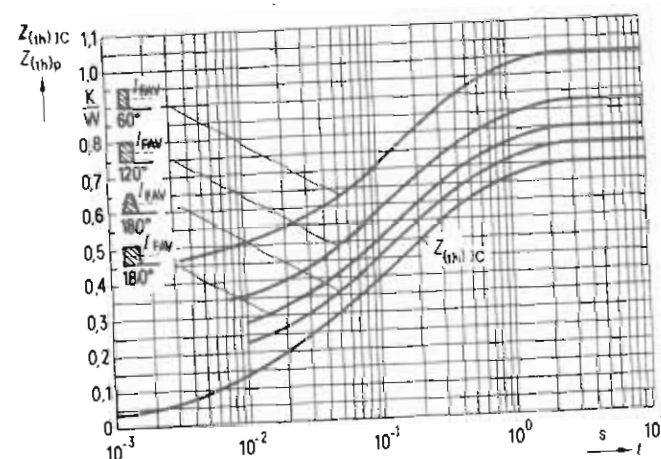
Mechanikai adatok

Meghúzási nyomaték	M_d	7,0 Nm
Küszóút/légköz		3,0 mm
Súly	G	23 g
Rázásállóság		50 m/s ² 50 Hz -nél
Megengedett frekv.	f	40...1000 Hz

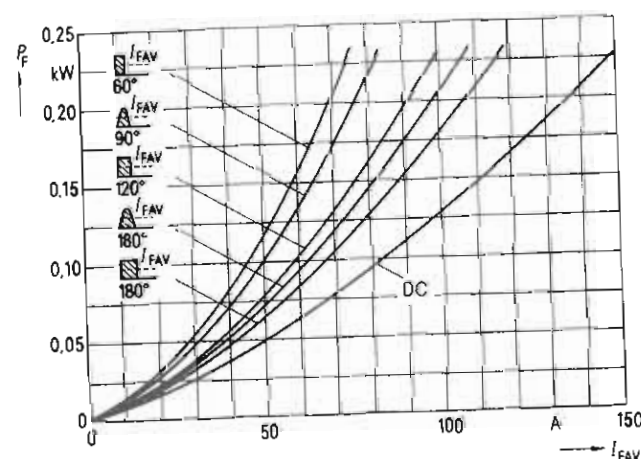
SSI P20, SSI P20 A



Nyitóirányú jelleggörbék
 ----: tipikus jelleggörbe
 —: felső határjelleggörbe

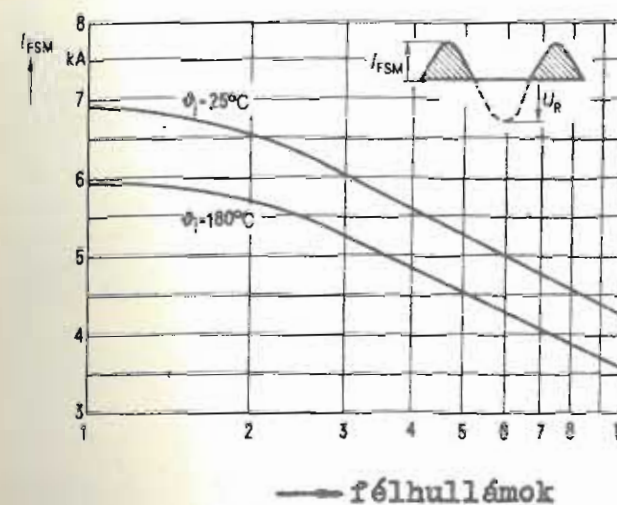


Tranziens belső hőimpedanciák állandó áramra és impulzustüzemre

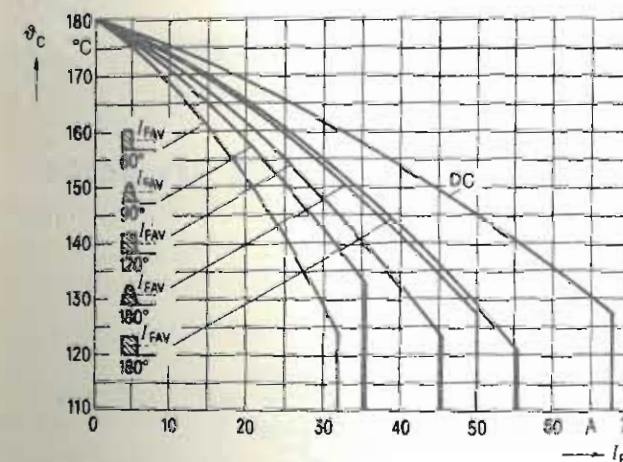


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék (DC: egyenáram)

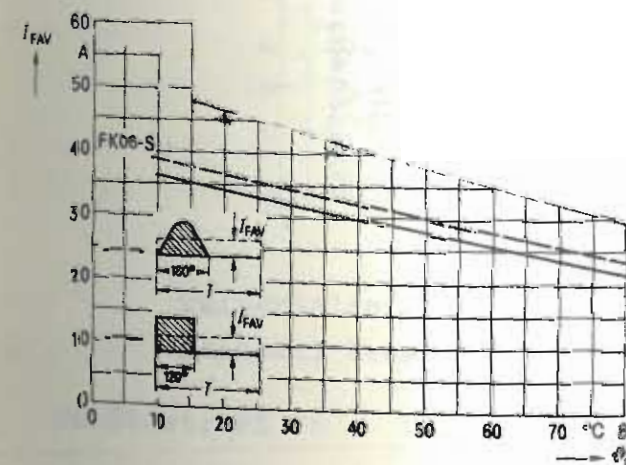
SSI P20, SSI P20 A



Határáram jelleggörbék
 ($U_R \approx U_{RRM}$)

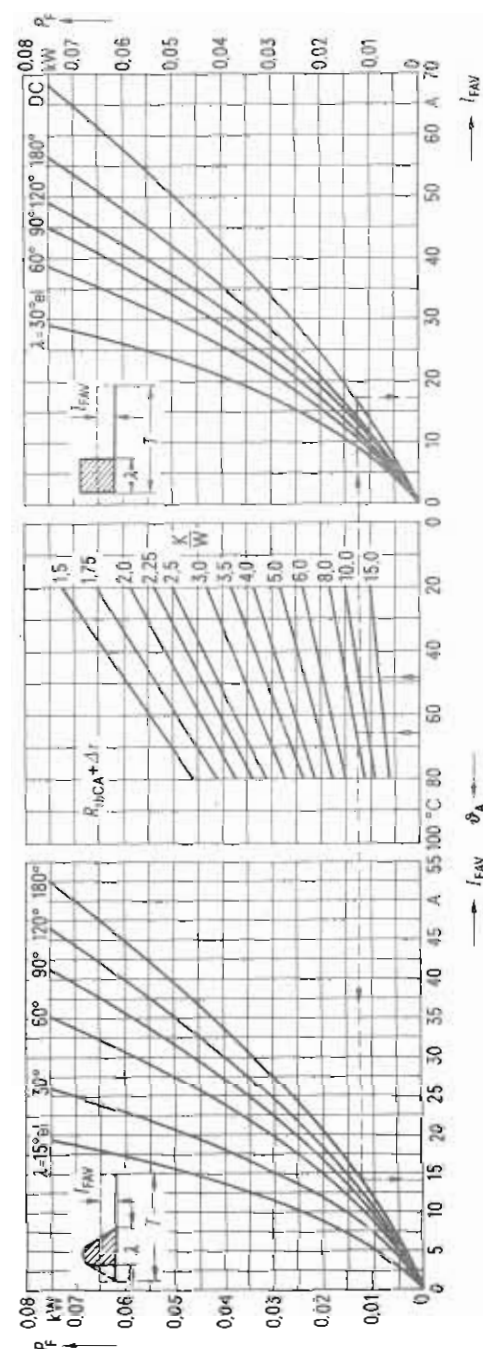


T_C házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram fv-ben (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)



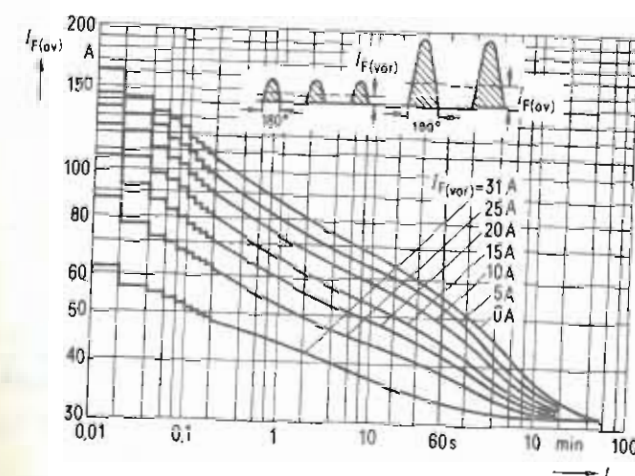
Egyenáramú határterhelhetőség FK 06 tip. hűtőtesttel a hűtőlevegő hőmérsékletének fv-ben (természetes levegőhűtés)

SS1 F20, SS1 F20 A



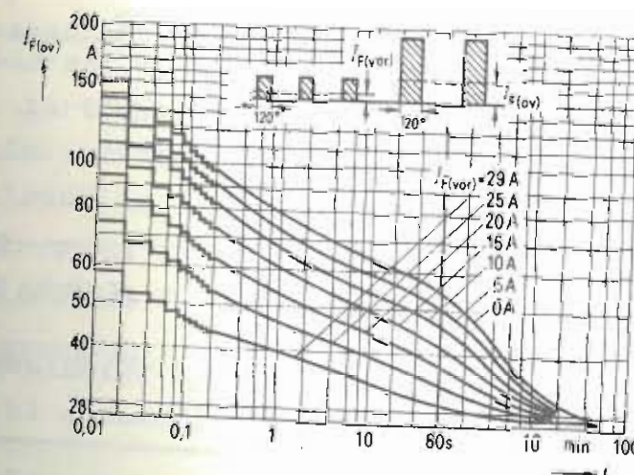
Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék.
 Nomogram az egyenáramú határterhelhetőség meghatározásához különböző hűtési feltételeknél

SS1 F20, SS1 F20 A



Túlterhelési jelleggörbék (40...60 Hz
 hálózati üzem)

Hűtőtest: FK 06 Hűtés: (S), $\vartheta_A = 45^\circ C$



Túlterhelési jelleggörbék (40...60 Hz
 hálózati üzem)

Hűtőtest: FK 06 Hűtés: (S), $\vartheta_A = 45^\circ C$

SSi K21, SSi K21 A
(SSi K23, SSi K23 A)*

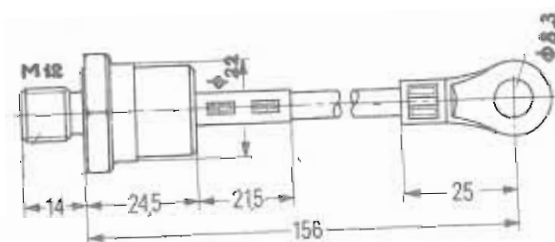
Nagy záróképeségű, normál és lökőfeszültségálló teljesítménydióda; 300...1400 V, 160 A

Alkalmazás: hálózati egyenirányítókban

Félvezető: ötvöztetéses-diffúziós eljárással készített szilícium; a lapka rugós leszorítással

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

Polaritás: SSi K21, SSi K21 A: ház - anód
SSi K23, SSi K23 A: ház - katód



Típus	Periódikus csúcs-zárófesz. U_{RRM}	Nem per.csúcs-zárófesz. U_{RSM}	Letörési fesz. ($i_R = 15mA, \theta_j = 25^\circ C$) U_{BR}
SSi K2120	300 V	360 V	-
2140	650 V	750 V	-
2160	1000 V	1100 V	-
2180	1400 V	1500 V	-
2160A	-	-	1200...2000 V
2180A	-	-	1600...2400 V

* A két típus között csak polaritásban van különbség. Az SSi K21-re megadott jellemzők az SSi K23 típusokra is érvényesek

I_{FAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ... 60 Hz)

Hűtőtest	Hűtőközeg	Légszálítás V_L	$\lambda = 180^\circ$	180°	120°	60°
HK 05 S	45 $^\circ C$	-	76 A	78 A	72 A	60 A
HK 05 F	35 $^\circ C$	25 l/s	144 A	148 A	132 A	103 A

SSi K21, SSi K21 A

Záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszárófeszültség	U_{RRM}	300...1400 V	
Záróirányú áram	I_R	15 mA	$\theta_j = 180^\circ C, U_{RRM}$ -nél
Lökésszerű záróirányú veszteségi teljesítm.	P_{RSM}	16000 W	$\theta_j = 180^\circ C, t_p = 10 \mu s$

Nyitóirány

Tartós határáram	$I_{FAV(I)}$	160 A	$\theta_c = 106^\circ C, 40...60Hz$
Tartós egyenáram	I_{Fdc}	200 A	$= 106^\circ C$
Határáram eff. értéke	I_{FRMS}	255 A	
Lökőáram	I_{FSM}	2360 A	$\theta_j = 180^\circ C$
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	27600 A ² s	$= 180^\circ C, 10 ms$
Nyitóirányú fesz.	u_F	1,45V(max)	$= 25^\circ C, \alpha \times 160 A$
Küszöbfeszültség	$u_{(TO)}$	0,815 V	$= 180^\circ C$
Helyettesítő ellenállás	r_T	1,088 m Ω	$= 180^\circ C$

Termikus adatok

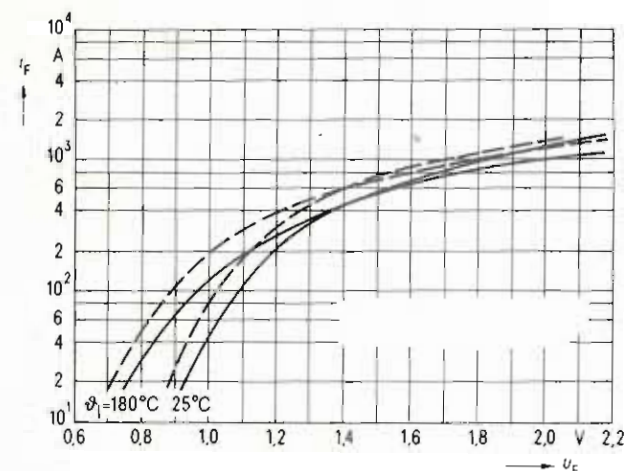
Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet	θ_j	180 $^\circ C$
Üzemi hőm. tartomány		-40...+180 $^\circ C$
Tárolási hőm. tartomány	θ_s	-65...+180 $^\circ C$
Belső hőellenállás	R_{thJC}	0,36 K/W

Mechanikai adatok

Meghúzási nyomaték	M_d	18 Nm
Kúszóút		19 mm
Súly	G	kb. 100 g
Rázásállóság		50 m/s ² 50 Hz -nél

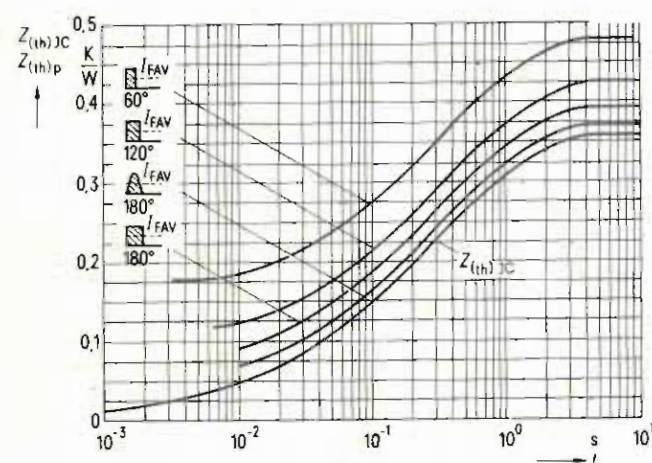
Ajánlott RC védőtag	C	0,33 μF ($u_K = 2...8\%$)
	R	47 Ω , 20 W 125...500 V)

SSi K21, SSi K21 A

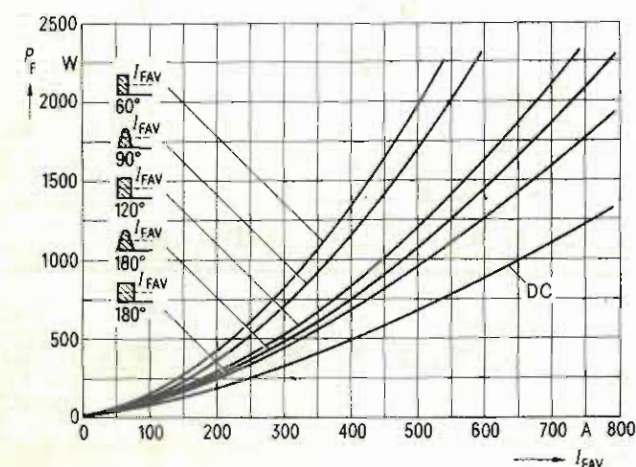


Nyitóirányú jelleggörbék

-----: tipikus jelleggörbe
—: felső határjelleggörbe

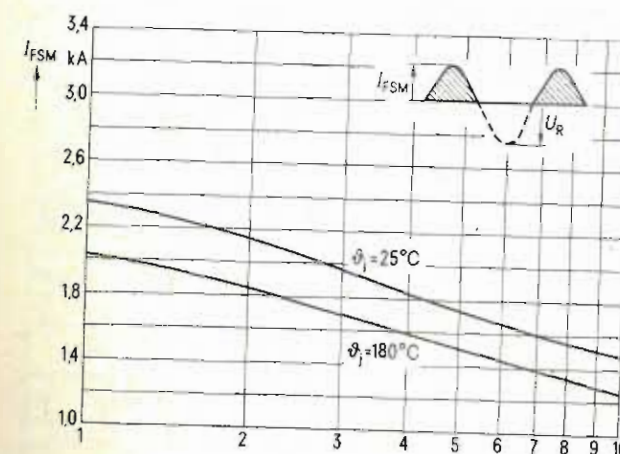


Tranziens belső hőimpedanciák állandó áramra és impulzusüzemre



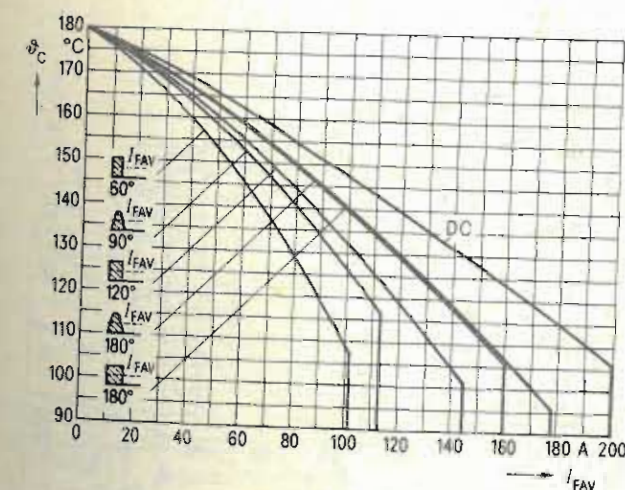
Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék (DC: egyenáram)

SSi K21, SSi K21 A



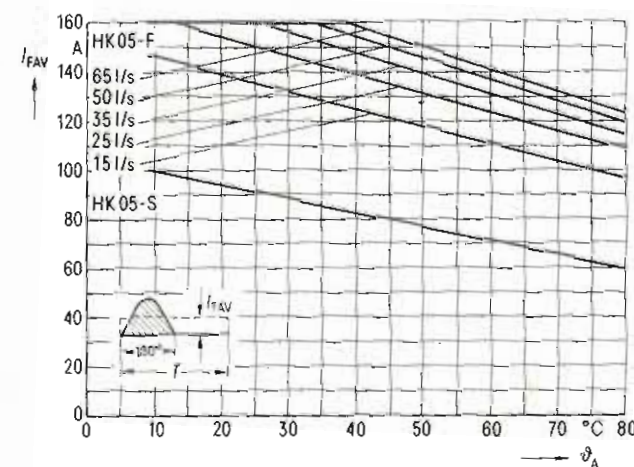
—: félhullámok

Határáram jelleggörbék ($U_R = U_{RRM}$)

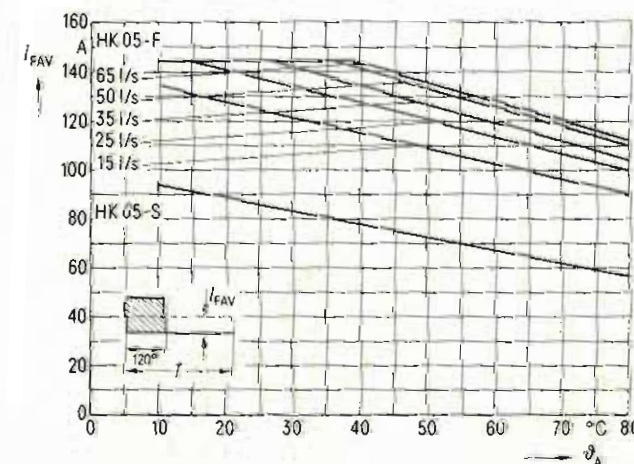


T_J házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)

SSI K21, SSI K21 A

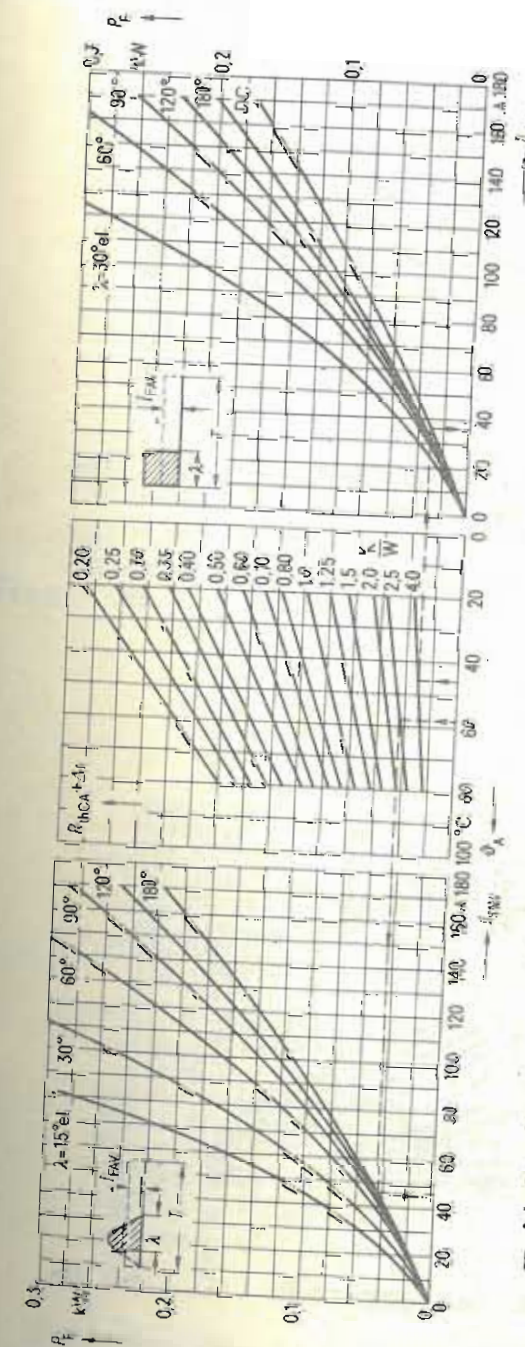


Egyenáramú határterhelhetőség HK 05
tip. hűtőtesttel, a hűtőlevegő hőmér-
sékletének függvényében
(Természetes és mesterséges levegőhű-
tés)



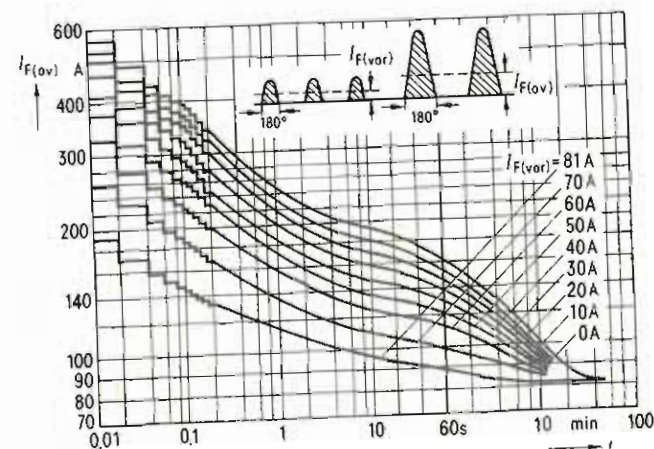
Egyenáramú határterhelhetőség HK 05
tip. hűtőtesttel, a hűtőlevegő hőmér-
sékletének függvényében
(Természetes és mesterséges levegőhű-
tés)

SSI K21, SSI K21 A



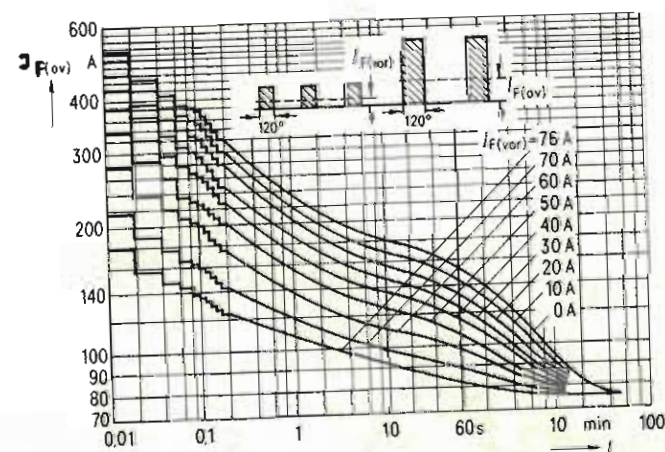
Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék. Nomogram
az egyenáramú határterhelhetőség meghatározásához különböző
hűtési feltételeknél

SSI K21, SSI K21 A



Túterhelési jelleggörbék (40...60 Hz, hálózati üzem)

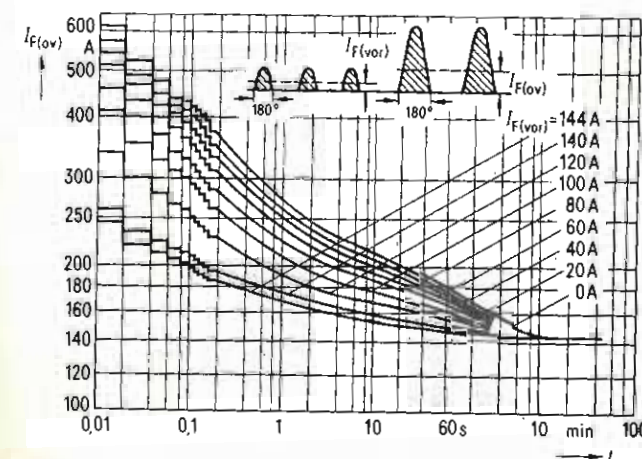
Hűtőtest: HK 05 Hűtés: (S), $\vartheta_A = 45^\circ \text{C}$



Túterhelési jelleggörbék (40...60 Hz, hálózati üzem)

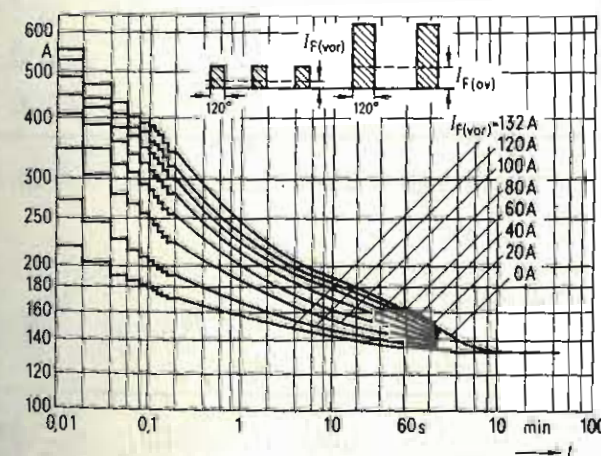
Hűtőtest: HK 05 Hűtés: (S), $\vartheta_A = 45^\circ \text{C}$

SSI K21, SSI K21 A



Túterhelési jelleggörbék (40...60 Hz hálózati üzem)

Hűtőtest: HK 05 Hűtés: (F), $\vartheta_A = 35^\circ \text{C}$, $V_L = 25 \text{ l/s}$



Túterhelési jelleggörbék (40...60 Hz hálózati üzem)

Hűtőtest: HK 05 Hűtés: (F), $\vartheta_A = 35^\circ \text{C}$, $V_L = 25 \text{ l/s}$

SS1 K28

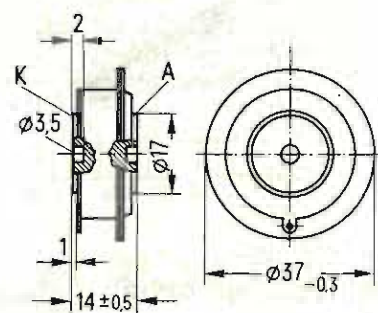
Nagy záróképeségű teljesítménydióda, 200...1500 V, 300 A

Alkalmazás: hálózati egyenirányítókban

Félvezető: diffúziós eljárással szennyezett szilícium, a lapka rugós leszorítással

Tokozás: tárcsás kivitel, ezüstözött érintkezési felülettel

Polaritás: bélyegzett oldal - katód



Tipus	Periódikus csúcszáró-feszültség U_{RRM}	Nem per. csúcszáró-feszültség U_{RSM}
SS1 K2815	200 V	200 V
2825	400 V	400 V
2840	700 V	700 V
2860	1100 V	1100 V
2883	1500 V	1500 V

I_{FAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ... 60 Hz)

Hűtő- test	Hű- tés	Hűtőközeg hőm. ϑ_A	Légszállí- tás V_L	$\lambda=180^\circ$	$\lambda=120^\circ$	$\lambda=60^\circ$
KK 32 S	45 °C	-	128A	132A	119A	95A
KK 32 F	35 °C	35 t/s	269A	279A	238A	179A

SS1 K28

Záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszáró-feszültség	U_{RRM}	200...1500V	
Záróirányú áram	I_R	15 mA	$\vartheta_j = 180^\circ, U_{RRM}$ -nél

Nyitóirány

Tartós határáram	$I_{FAV(I)}$	300 A	$\vartheta_c = 124^\circ, 40... \dots 60 \text{ Hz}$
Tartós egyenáram	I_{Fdc}	340 A	$= 137^\circ$
Határáram eff.értéke	I_{FRMS}	470 A	
Lökőáram	I_{FSM}	3350 A	$\vartheta_j = 180^\circ$
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	56000 A ² s	$= 180^\circ, 10 \text{ ms}$
Nyitóirányú feszültség	u_F	1,81V(max)	$= 25^\circ, \approx 300 \text{ A}$
Kiszöb-feszültség	$u_{(TO)}$	0,79 V	$= 180^\circ$
Helyettesítő ellenállás	r_T	1,033 mΩ	$= 180^\circ$

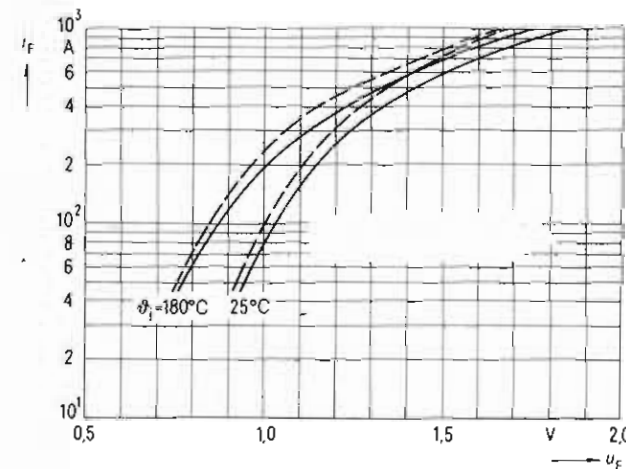
Termikus adatok

Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet	ϑ_j	180 °C	
Üzemi hőm. tartomány		-40...+180 °C	
Tárolási hőm. tartomány	ϑ_S	-65...+180 °C	
Belső hőellenállás	R_{thJC}	0,11 K/W	kétoldali hűtés
		0,21 K/W	anódoldali hűtés
		0,23 K/W	katódoldali hűtés

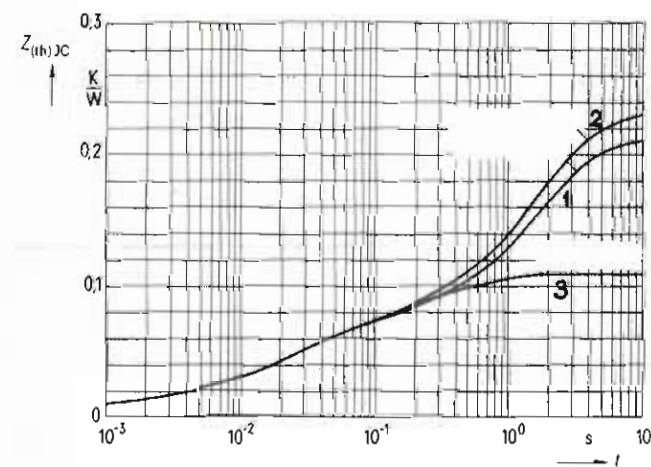
Mechanikai adatok

Szorítóerő	F	3000N, +30%...-10%	
Kúszóút		8,5 mm	
Súly	G	kb. 50 g	
Rázásállóság		50 m/s ²	50 Hz -nél
Ajánlott RC védőtag	C	0,47 μF	$(u_K = 2...8\%,$
	R	33Ω, 20W	125...500 V)

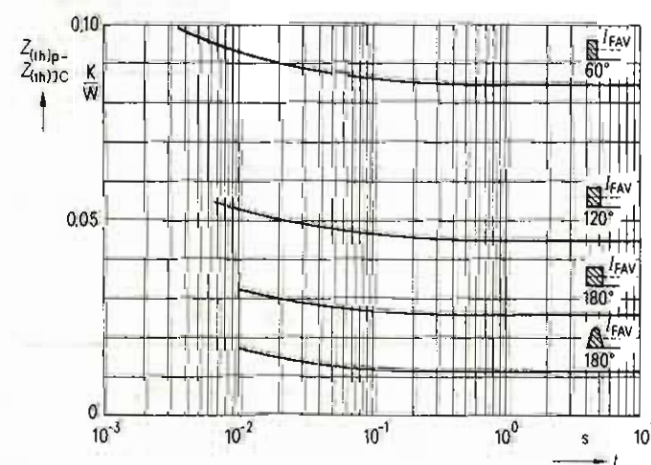
SSI K28



Nyitóirányú jelleggörbék
 ----: tipikus jelleggörbe
 —: felső határjelleggörbe

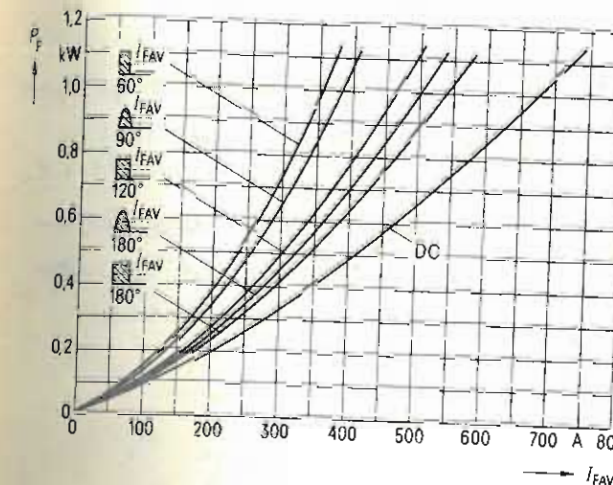


Tranziens belső hőimpedanciák állandó áramra
 1: anódoldali hűtés
 2: katódoldali hűtés
 3: kétoldali hűtés

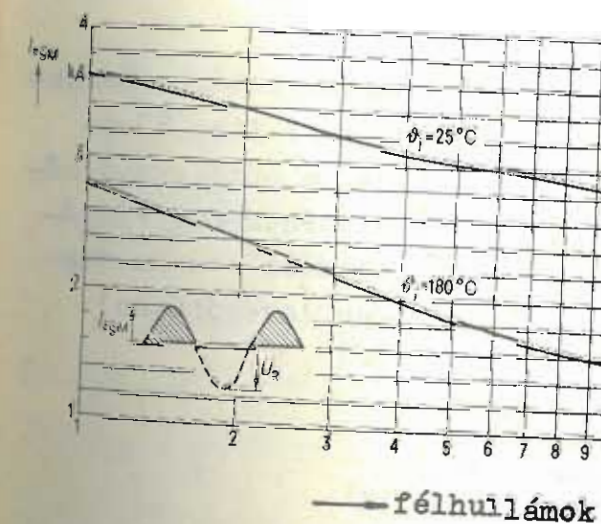


Impulzusüzemre vonatkozó tranziens belső hőimpedanciák és az állandó áramra vonatkozó tranziens belső hőimpedancia különbsége (hálózati üzem, 40...60 Hz)

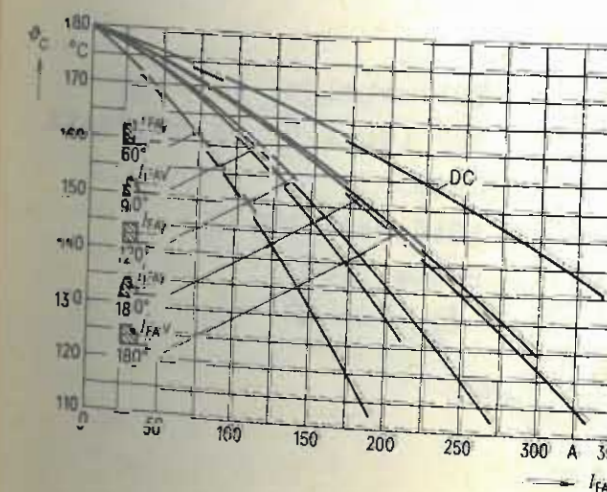
SSI K28



Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék (DC: egyenáram)

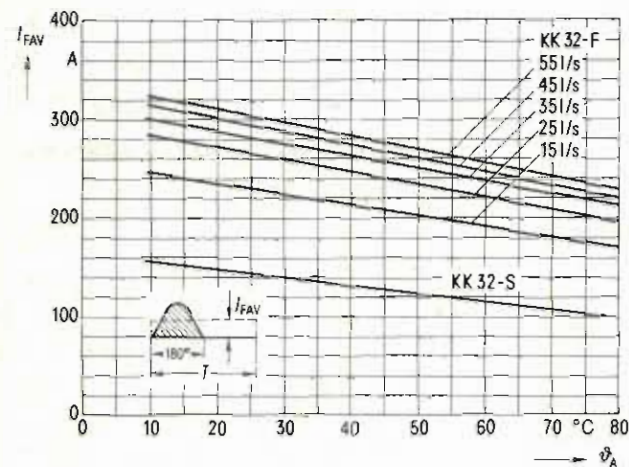


Határáram jelleggörbék ($U_R = U_{RRM}$)

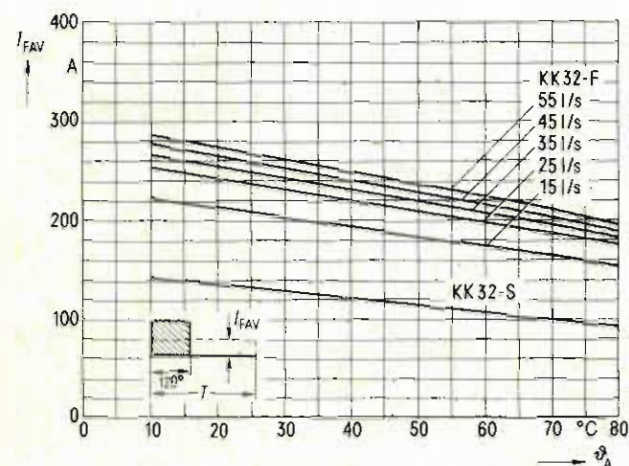


ϑ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében. Kétoldali hűtés. (Hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)

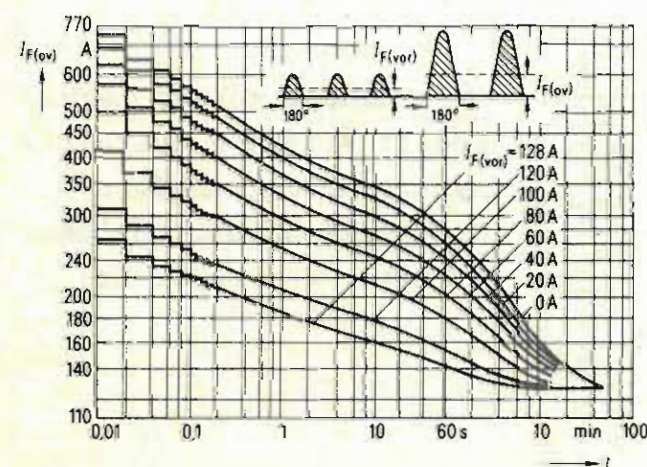
SSI K28



Egyenáramú határterhelhetőség KK 32 tip. hűtőtesttel, a hűtőlevegő hőmérsékletének függvényében (természetes és mesterséges levegőhűtés)



Egyenáramú határterhelhetőség KK 32 tip. hűtőtesttel, a hűtőlevegő hőmérsékletének függvényében (természetes és mesterséges levegőhűtés)



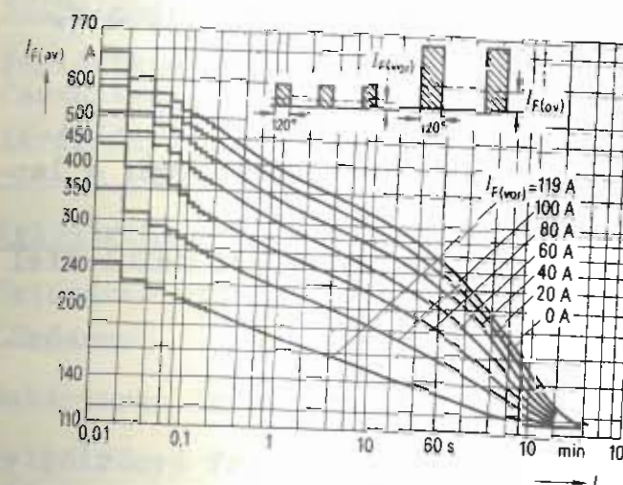
Túlterhelési jelleggörbék (40...60 Hz hálózati üzem)

Hűtőtest: KK 32

Hűtés: (S)

$\theta_A = 45^\circ\text{C}$

SSI K28

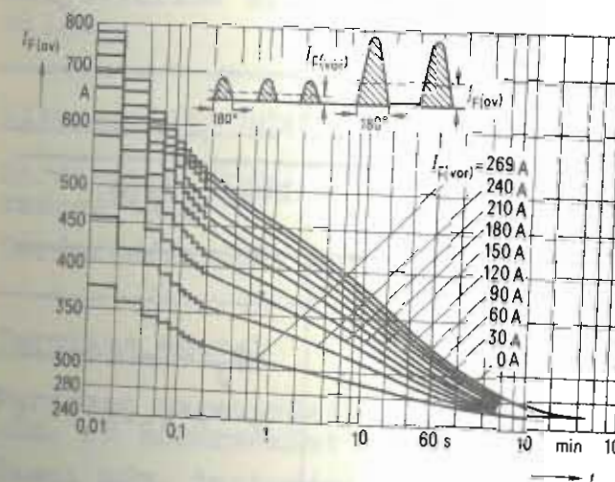


Túlterhelési jelleggörbék (40...60 Hz hálózati üzem)

Hűtőtest: KK 32

Hűtés: (S)

$\theta_A = 45^\circ\text{C}$

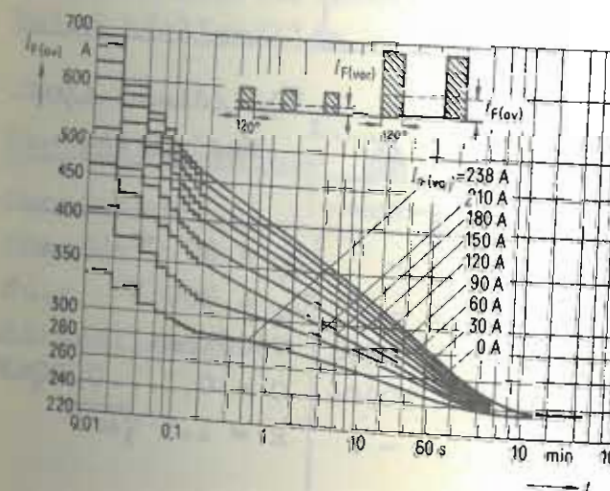


Túlterhelési jelleggörbék (40...60 Hz hálózati üzem)

Hűtőtest: KK 32

Hűtés: (F)

$\theta_A = 35^\circ\text{C}$, $v_L = 25 \text{ l/s}$



Túlterhelési jelleggörbék (40...60 Hz hálózati üzem)

Hűtőtest: KK 32

Hűtés: (F)

$\theta_A = 35^\circ\text{C}$, $v_L = 25 \text{ l/s}$

SSi L40

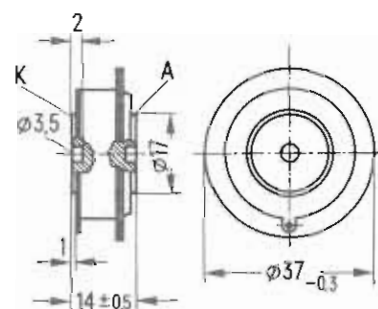
Nagy záróképeségű, gyors teljesítménydióda; 600...1200 V, 700 A

Alkalmazás: nagyfrekvenciás átalakítóknál

Félvezető: diffúziós eljárással szennyezett szilícium; a lapka rugós leszorítással

Tokozás: tárcsás kivitel, nikkelezett érintkezési felülettel

Polaritás: bélyegzett oldal - katód



Typus	Periódikus csúcszárófe-szültség U_{RRM}	Megjegyzés
SSi L4035	600 V	$\vartheta_j = -40 \dots +150 \text{ } ^\circ\text{C}$
4040	700 V	
4045	800 V	
4050	900 V	
4055	1000 V	
4060	1100 V	
4065	1200 V	

Nagyfrekvenciás terhelhetőség

Frekvencia	I_{FM}	I_{FM}	I_{FM}	Megjegyzés
50 Hz	700A	1180A	-	$\vartheta_c = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$ $U_R = 800 \text{ V}$ Védőtag: $C = 0,1 \dots 0,22 \mu\text{F}$ $R = 1,5 \cdot \sqrt{L/C}$
500 Hz	780A	1180A	-	
1000 Hz	790A	1180A	3100A	
5000 Hz	750A	1090A	1090A	
10000 Hz	660A	970A	-	

SSi L40

Záróirány

Periódikus csúcszáró-feszültség

Záróirányú áram

U_{RRM}
 I_R

600...1200V
80 mA

Megjegyzés

$\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ U_{RRM} -nél

Nyitóirány

Határáram eff. értéke

Lökőáram

Határterh. integrál

Nyitóirányú feszültség

Küszöbfeszültség

Helvettesítő ellen-állás

I_{FRMS}
 I_{FSM}
 $\int i^2 dt$
 u_F
 $u_{(TO)}$
 r_T

700 A
3740 A
70000 A²s
1,8V(max)
1,17 V
0,815 mΩ

$\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$, 10 ms
 $\vartheta_j = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$, $i_F = 600 \text{ A}$
 $\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$

Kikapcsolási adatok

Záróirányú áram csúcsértéke

Záróképesési töltés

I_{RRM}
 Q_{rr}

65 A
85 μAs

$\vartheta_j = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$, $I_F = 200 \text{ A}$
 $di/dt = -50 \text{ A}/\mu\text{s}$

Termikus adatok

Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet

Üzemi hőm. tartomány

Tárolási hőm. tartomány

Belső hőellenállás

ϑ_j
 ϑ_s
 R_{thJC}

150 $^\circ\text{C}$
-40...+150 $^\circ\text{C}$
-65...+150 $^\circ\text{C}$
0,09 K/W
0,18 K/W

kétoldali hűtés
egyoldali hűtés

Mechanikai adatok

Szorítóerő

Kúszóút

Súly

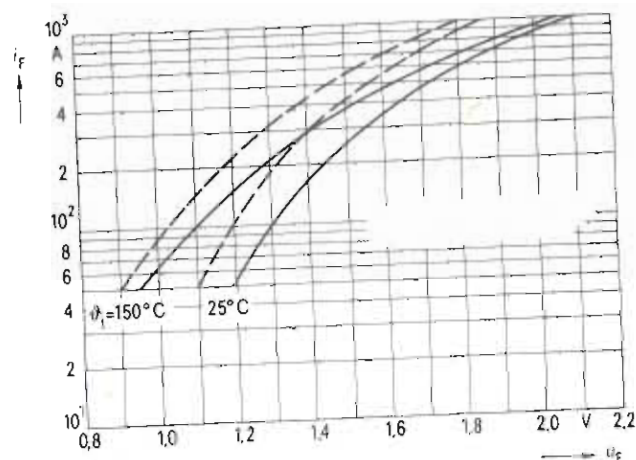
Rázásállóság

F
G

3000N, +30...-10%
8,5 mm
kb. 50 g
50 m/s²

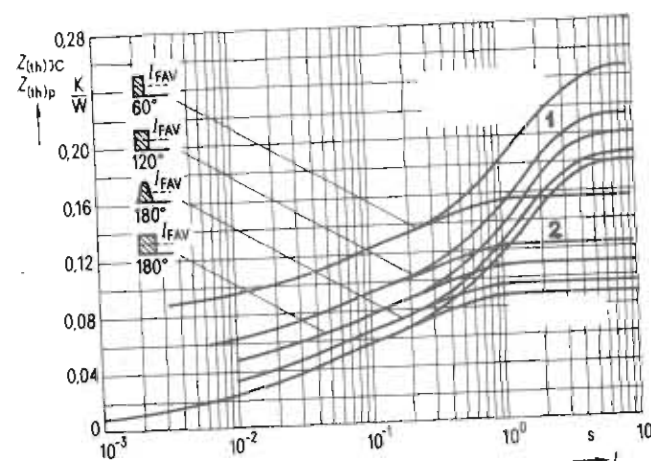
50 Hz -nél

SSI L40



Nyitóirányú jelleggörbék

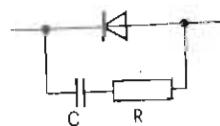
-----: tipikus jelleggörbe
—: felső határjelleggörbe



Tranziens belső hőimpedanciák állandó áramra és hálózati (50 Hz) impulzusüzemre

1 - egyoldali hűtés
2 - kétoldali hűtés

RC védőtag:



Kondenzátor:

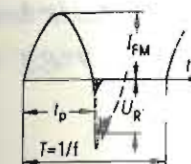
$C = 0,10 \dots 0,22 \mu\text{F}$, ha $di/dt \approx 50 \text{ A}/\mu\text{s}$
 $= 0,22 \dots 0,33 \mu\text{F}$, ha $di/dt \approx 100 \text{ A}/\mu\text{s}$

Ellenállás:

$$R \approx 1,5 \sqrt{L/C}$$

SSI L40

Impulzusüzemi terhelés félszínuszalakú árammal:

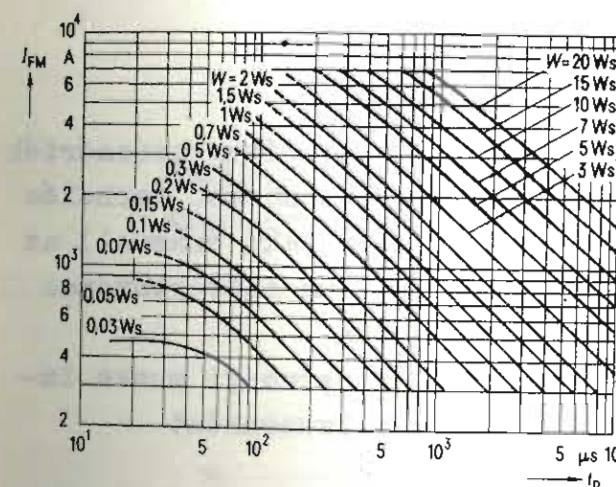


U_R : feszültségugrás a dióda lezárásakor

t_p : impulzus időtartam

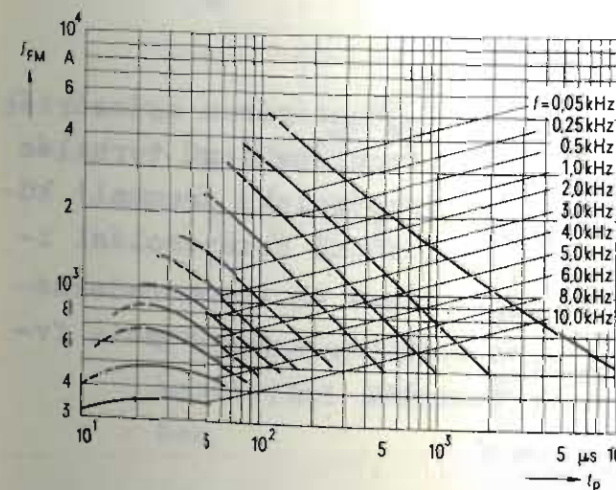
I_{FM} : határáram csúcsérték

f : frekvencia = $1/T$



I_{FM} határáram csúcsérték (impulzusüzemű terhelés félszínuszalakú árammal) az impulzus időtartamának f_v -ben

W : veszteségi munka impulzusonként



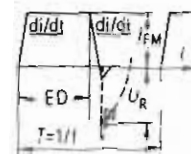
I_{FM} határáram csúcsérték (impulzusüzemű terhelés félszínuszalakú árammal) az impulzus időtartamának f_v -ben

$S_C = 125^\circ\text{C}$, $U_R = 800 \text{ V}$

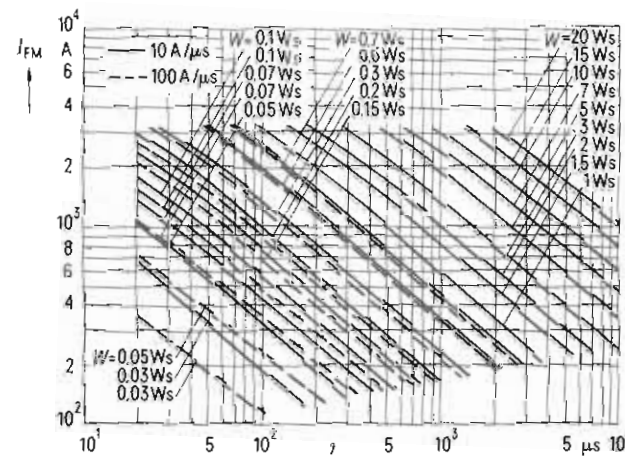
Paraméter: f

SSI L40

Impulzusüzemű terhelés trapézalakú árammal;
(RC védőtag: v.ö. a 68. oldalon lévő adatokkal)

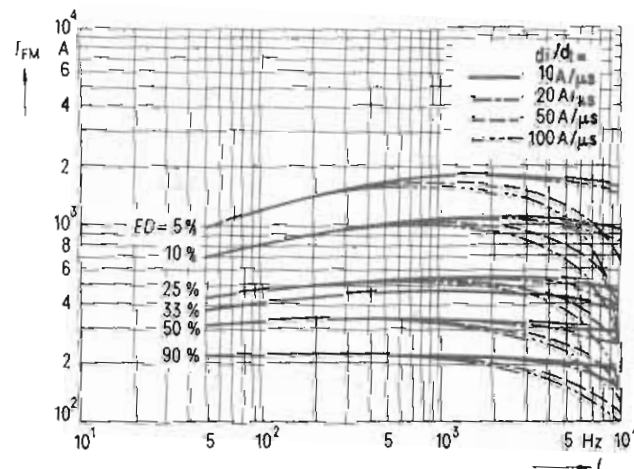


U_R : feszültségugrás a dióda lezárásakor
 ED : bekapcsolási idő μs -ban, vagy a periódusidő %-ában
 f : frekvencia = $1/T$



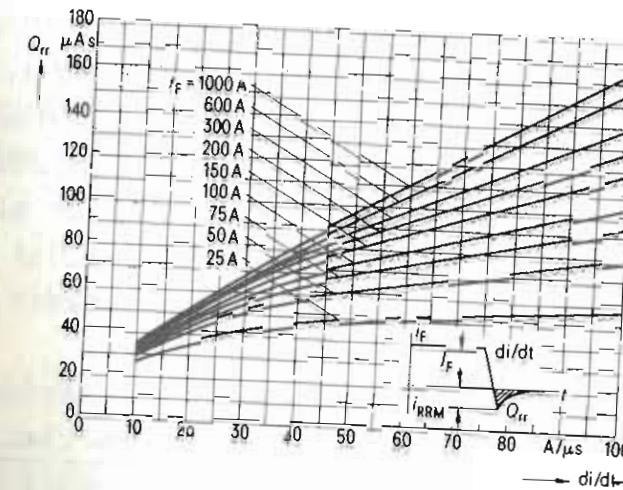
I_{FM} : határáram csúcsérték
(impulzusüzemű terhelés trapézalakú árammal) az impulzus időtartamának fv-ben

W : veszteségi munka impulzusonként

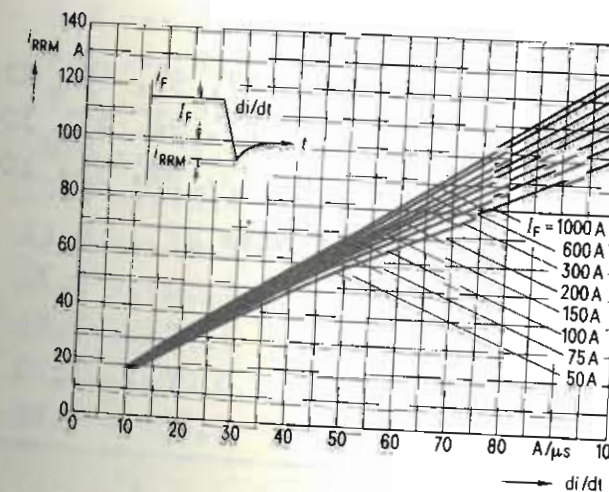


I_{FM} : határáram csúcsérték
(impulzusüzemű terhelés trapézalakú árammal) különböző bekapcsolási időkre és árammeredekségekre, a frekvencia fv-ben

SSI L40



Záráskezései töltés a kikapcsolási árammeredekség függvényében



A záróirányú áram csúcsértéke a kikapcsolási árammeredekség függvényében

Zener-diódák:

A Zener-dióda olyan PN szerkezet, amely a záróirányú jelleggörbe letörési szakaszán - a megengedett veszteségi teljesítmény határig - tartósan üzemeltethető. Jellemzője, hogy ebben a tartományban nagy áramváltozáshoz kis feszültségváltozás tartozik, azaz a Zener-dióda r_z helyettesítő ellenállása kicsi. E legfontosabb jellemzője miatt az eszközt főként feszültségstabilizálásra, illetve referenciaelemként használják.

A normál diódákéhoz hasonlóan a Zener-dióda záróirányú jelleggörbéje is hőmérsékletfüggő. Az α hőmérsékleti együttható $U_z \approx 6$ V-nál a legkisebb, közel nulla. $U_z < 6$ V feszültségű diódák hőmérsékleti együtthatója negatív, azaz a PN hőmérséklet növekedésével a Zener-feszültség csökken. $U_z > 6$ V feszültségű elemek hőmérsékleti együtthatója pozitív, a PN hőmérséklet növekedésével tehát a Zener-feszültség növekszik.

A Zener-diódák - adott mérőáramhoz és hőmérsékletéhez tartozó - névleges feszültségeit a nemzetközi sorok szerint alapítják meg, így az E12 sor szerint (10% tűrés) és az E24 sor szerint (5% tűrés). A sorok értékei:

- E12: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100

- E24: 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91, 100,

illetve ezek tízszerese, vagy tizedrésze.

ZG sorozat, 10% feszültségtűréssel

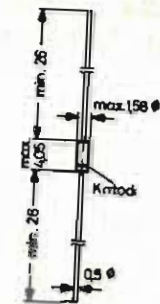
Kisteljesítményű Zener-dióda; 1 ... 33 V, 400 mW

Alkalmazás: nyomtatott áramkörökben

Tokozás: üvegház

Kivezetések: hosszirányban; a legkisebb raszterméret 10 mm

Polaritás: a katódoldalon színes gyűrű



Tipus	Fesz.tartomány [V]	Helyett.ell. r_z [Ω]	$10^{-4}/\alpha$	I_z [mA] 5, 45, 100, 250, 500	
ZG 1	0,65... 0,75	6,5	-26...-23	260	320
ZG 2,7	2,4 ... 3,1	70	- 9...- 5	92	109
ZG 3,3	2,9 ... 3,7	75	- 9...- 4	73	86
ZG 3,9	3,5 ... 4,3	75	- 7...- 3	63	75
ZG 4,7	4,1 ... 5,2	65	- 6... 0	53	63
ZG 5,6	5,0 ... 6,3	35	- 3...+ 4	46	55
ZG 6,8	6,1 ... 7,5	4	- 1...+ 7	40	47
ZG 8,2	7,3 ... 9,2	4	+ 2...+ 7	32	38
ZG 10	8,8 ... 11,0	7	+ 5...+ 8	26	31
ZG 12	10,7 ... 13,4	14	+ 6...+ 9	21	25
ZG 15	13,0 ... 16,5	20	+ 7...+ 9	18	21
ZG 18	16,0 ... 20,0	20	+ 8...+ 9	14	17
ZG 22	19,6 ... 24,4	20	+ 8...+10	12	14
ZG 27	24,1 ... 30,0	30	+ 8...+10	9	10
ZG 33	29,6 ... 36,5	30	+ 8...+10	7	8

$I_z = 5$ mA -nél

ZL sorozat, 10% feszültségtűréssel

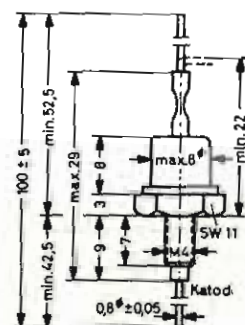
Nagyteljesítményű Zener-dióda; 1 ... 180 V, 1,3 ... 10,5 W

Alkalmazás: önhordóan, vagy hűtőre szerelve, általános célokra

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

Kivezetések: anód - huzalkivezetés, katód - menetes csap

Polaritás: ház - katód



≡ : hűtő nélkül

≡≡ : 125x125x2 mm
Al lemezen

Tipus	Fesz.tarto- mány [V]	Helyett.ell. $r_z [\Omega]$	α $10^{-4}/^\circ\text{C}$	I_z [mA] ≡ ≡≡
ZL 1	0,7... 0,85	1	-40...-25	1000 3200
ZL 3,9	3,5... 4,3	3,8	- 7...+ 2	280 2100
ZL 4,7	4,1... 5,2	3,8	- 7...+ 4	210 1500
ZL 5,6	5,0... 6,2	1	- 3...+ 5	180 1350
ZL 6,8	6,0... 7,5	1	0...+ 7	150 1150
ZL 8,2	7,3... 9,2	1	+ 3...+ 8	130 980
ZL 10	8,8...11,0	2	+ 5...+ 9	105 800
ZL 12	10,7...13,4	4	+ 5...+10	86 620
ZL 15	13,0...16,5	5	+ 5...+10	71 500
ZL 18	16,0...20,0	6	+ 6...+11	60 430
ZL 22	19,6...24,4	6	+ 6...+11	50 375
ZL 27	24,1...30,0	7	+ 6...+11	40 320
ZL 33	29,6...36,5	8	+ 6...+11	33 260
ZL 39	35,0...43,5	21	+ 5...+11	28 210
ZL 47	42,0...52,0	24	+ 7...+12	22 175
ZL 56	50 ...62	25	+ 7...+12	18,5 150
ZL 68	60 ...75	25	+ 8...+13	15,5 125
ZL 82	73 ...92	30	+ 8...+13	12,5 100

ZL sorozat, 10% feszültségtűréssel

Tipus	Fesz.tarto- mány [V]	Helyett.ell. $r_z [\Omega]$	α $10^{-4}/^\circ\text{C}$	I_z [mA] x xx
ZL 100	88 ...110	60	+ 9...+13	10,5 85
ZL 120	107 ...134	80	+ 9...+13	8,6 70
ZL 150	130 ...165	110	+ 9...+13	7 56
ZL 180	160 ...200	150	+ 9...+13	5,7 46

Mérőáram:

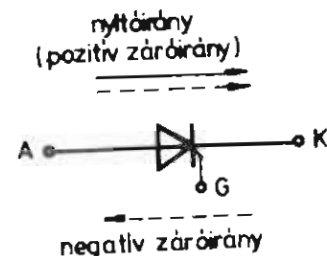
ZL 1 ...	ZL 8,2	: 100 mA
ZL 10 ...	ZL 15	: 50 mA
ZL 18 ...	ZL 33	: 25 mA
ZL 39 ...	ZL 82	: 10 mA
ZL 100 ...	ZL 180	: 5 mA

$\theta_A = 45^\circ\text{C}$

II . TIRISZTOROK

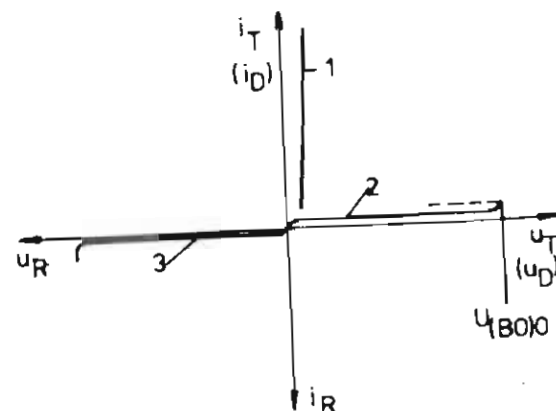
Fogalmak, meghatározások

Jelölés:



- A : anód
K : katód
G : vezérlőelektróda
(gyújtóelektróda)
A-K : főáramkör
G-K : vezérlőkör

Anódfeszültség-anódáram jelleggörbe:



- 1: nyitóirányú jelleggörbe
2: pozitív zárójelleggörbe
3: záróirányú jelleggörbe

Meghatározó jellemzők:

- Mindkét irányú igénybevételnél zárt állapotban van; kis áramot vezet.
- Pozitív anódfeszültségnél a vezérlőelektróda-katód átmeneten indított vezérlőáram hatására bekapcsol. Bekapcsolt állapotában a főelektródák között a feszültségesés kicsi.

Tirisztorok felosztása villamos tulajdonságaik szerint:

- Normál tirisztorok hálózati üzemre
- Gyors (frekvencia) tirisztorok

Kivitel:

- Kisteljesítményű tirisztorok huzalkivezetéssel
- Csavaros tirisztorok
- Sik bázistönkű tirisztorok
- Tárcsatirisztorok

A csavaros és sik bázistönkű tirisztoroknál a bázistönk, illetve a fémház az anód, és a háztól üveg, vagy kerámia átvezetővel elszigetelt kivezetés a katód. A szigetelten kivezetett vezérlőelektróda ugyancsak a katódoldalon lévő átvezető szigetelőn keresztül csatlakozik a tirisztor belső szerkezetéhez.

Tárcsatirisztoroknál a kapcsokat rendszerint festéssel, vagy más eljárással felvitt jelzések alapján lehet megkülönböztetni.

Műszaki jellemzők:

A megadott jellemzők abszolút határértékek, amelyek túllépése a tirisztor tönkremenetelét okozhatja. A villamos jellemzőket meghatározott PN hőmérsékletre adják meg. A gyártók a teljes üzemi hőmérséklettartományban érvényes határadatokat mellett olyan adatokat is közölnek, amelyek a legnagyobb megengedett hőmérsékletre vonatkoznak.

1. Feszültség adatok

1.1 Legnagyobb megengedett pozitív, illetve negatív periódikus csúszárófeszültség U_{DRM} , U_{RRM}

A pozitív, illetve negatív anódfeszültség legnagyobb megengedett pillanatértéke, amely a tirisztor főáramköri kapcsolai között felléphet, beleértve az összes is-

méltódo feszültségcsúcsot is, a nem ismétlődő átmeneti feszültségek kivételével. A megadott értékek a teljes üzemi hőmérséklettartományra érvényesek.

1.2 Legnagyobb megengedett nem ismétlődő negatív csúcszáró-feszültség U_{RSM}

Bármilyen nem ismétlődő negatív anódfeszültség legnagyobb megengedett pillanatértéke, amely a tirisztoron az üzemi hőmérséklettartományban felléphet. Ennél az igénybevételnél feltételezzük, hogy hatása elenyészik, mielőtt a következő ilyen igénybevétel bekövetkezne.

1.3 Nyitóirányú feszültség U_T

A tirisztor bekapcsolt állapotában az anód és katód ki-vezetések között lévő feszültség, amely a tirisztoron átfolyó áram hatására lép fel. Adott áramra - rendszerint a tartós határáram csúcsértékére - és meghatározott PN hőmérsékletre vonatkozó adat.

1.4 Billenési feszültség $U_{(BO)}$

Az a pozitív zárófeszültség, amelynél a tirisztor adott vezérlőáram hatására zárt állapotból vezető állapotba kerül.

1.5 Nulla vezérlőáramhoz tartozó billenési feszültség $U_{(BO)0}$

Az a pozitív zárófeszültség, amelynél a tirisztor vezérlőáram nélkül zárt állapotból vezető állapotba kerül. Az $U_{(BO)0}$ elérése, illetve túllépése a tirisztor nem szándékolt bekapcsolását okozza.

2. Terhelhetőség, áramadatok

A tirisztorok terhelhetőségét, illetve adott terhelésnél állandó üzemben a PN hőmérsékletet a diódákéhoz, tirisztorokéhoz hasonlóan a veszteségi teljesítménnyel és

hőellenállással számíthatjuk. Változó terhelésnél a számításokhoz a tranziens hőimpedancia jelleggörbét, vagy az abból származtatott matematikai hőmodell adatait használjuk.

Adott hűtési viszonyok között a terhelhetőségre a tirisztorban keletkező összes veszteségi teljesítmény a mértékadó. Normál hálózati (40...60 Hz frekvenciájú) üzemben a zárt tirisztor veszteségei, a vezérlési veszteség és a kapcsolási veszteségi teljesítmények a nyitóirányú veszteségi teljesítményhez képest elhanyagolhatók. Ha az árammerekesség és az üzemi frekvencia növekszik, a kapcsolási veszteségek is nőnek.

Az ilyen üzemre alkalmas gyors (frekvencia) tirisztorok bekapcsolási és kikapcsolási veszteségi teljesítményének meghatározásához az adatlapok diagramokat közölnek.

2.1 Tartós határáram $I_{TAV(I)}$

A nyitóirányú áram legnagyobb tartósan megengedett középértéke időben szinuszosan változó áramfélhullámra, 180 el.^o-os vezetési szögénél, 40...60 Hz frekvenciatarományban.

2.2 A határáram effektív értéke $I_{TRM(I)}$

A nyitóirányú áram legnagyobb tartósan megengedett effektív értéke, amely állandó üzemben a legintenzívebb hűtés mellett sem léphető túl.

2.3 Egyenáramú határterhelhetőség I_{TAV} , illetve a tartósan megengedett áram effektív értéke I_{TRMS}

A nyitóirányú áram legnagyobb tartósan megengedett középértéke, illetve effektív értéke, 40...60 Hz frekvenciájú hálózati üzemben, adott hűtési viszonyok között az adatlapokon közölt áramimpulzusokkal való terhelésre.

2.4 Lökőáram határérték $I_{TSM(I)}$

10 ms időtartamú, szinuszalakú nyitóirányú áramfélhullám legnagyobb megengedett csúcsértéke. Ilyen terhelésnél a PN hőmérséklet az állandó üzemre megengedett maximumnál nagyobb hőmérsékletre növekszik, az $I_{TSM(I)}$ értékének teljes kihasználása után ezért néhány sec -ra sem áramterhelés, sem feszültségigénybevétel nem megengedett.

2.5 Határterhelési integrál $\int i^2 dt, i^2 t$

A nyitóirányú áram négyzetének adott időintervallumra vonatkozó integrálja, amely csak túláramnál megengedett. Teljes kihasználása után sem áramterhelés, sem feszültségigénybevétel nem megengedett. 10 ms-ra megadott értéket a lökőáram határértékből számíthatjuk. Rövidebb időtartamokra az $\int i^2 dt$ megengedett értéke főként mechanikai okok miatt csökken.

2.6 Pozitív, illetve negatív záróáram I_D, I_R

Pozitív záróirányban, illetve negatív záróirányban a tirisztoron átfolyó áram.

3. Dinamikus tulajdonságok. Bekapcsolási és kikapcsolási jellemzők

3.1 A tartóáram felső határa I_H

Nyitott vezérlőkörnél a nyitóirányú áramnak az az értéke, aminél az adott tirisztortípus minden példánya még bekapcsolt állapotban marad.

3.2 A dinamikus tartóáram legnagyobb értéke I_{LAT}

A tirisztor bekapcsolásakor a nyitóirányú áramnak az az értéke, aminek elérésekor az adott tirisztortípus minden példánya a vezérlőáram kikapcsolása után is vezető állapotban marad.

3.3 Gyújtáskésési idő t_{gd}

Adott meredekségű vezérlőáram megjelenésétől eltelt idő, ami alatt a pozitív anódfeszültség a kezdeti értékének 90%-ára csökken. A vezérlőáram növelésével a gyújtáskésési idő csökken, és ami különösen a tirisztorok soros, vagy párhuzamos üzemében lényeges, azonos típuson belül a példányok közötti szórás is kisebb.

3.4 Kritikus árammeredekség $(di/dt)_{cr}$

Adott meredekségű vezérlőáram mellett a nyitóirányú áram legnagyobb megengedett növekedési sebessége bekapcsoláskor.

3.5 Periódikusan megengedett bekapcsolási áram

A tirisztor bekapcsolásakor az RC védőtag kondenzátorának nagymeredekségű kisütő áramának periódikusan megengedett csúcsértéke.

3.6 Kritikus feszültségmeredekség $(du/dt)_{cr}$

A pozitív zárófeszültség legnagyobb megengedett növekedési sebessége, aminél a zárt tirisztor vezérlőáram nélkül még nem kapcsol át vezető állapotba. Túllépése a tirisztor nem szándékolt bekapcsolását okozza.

3.7 Szabaddáválási idő t_q

A kikapcsolandó áram nullaátmenetétől számított legkisebb időtartam, amelynek elteltével a tirisztorra pozitív zárófeszültség kapcsolható anélkül, hogy az a tirisztor ismételt bekapcsolását okozná. A szabaddáválási idő a hőmérséklet csökkenésével csökken, lényegesen nő azonban akkor, ha $U_R = 100$ V és a visszatérő pozitív zárófeszültség növekedési sebessége nagy.

4. Vezérlőköri jellemzők

4.1 A gyújtóáram felső határa I_{GT}

A gyújtóáramnak az a gyártási szórás felső határához tartozó értéke, aminek hatására az adott tirisztortípus minden példánya pozitív zárásból vezető állapotba kerül.

4.2 A gyújtófeszültség felső határa U_{GT}

A gyújtófeszültségnek az a gyártási szórás felső határához tartozó értéke, aminek hatására az adott tirisztortípus minden példánya a pozitív zárásból vezető állapotba kerül.

4.3 Nem gyújtó vezérlőáram I_{GD} , illetve vezérlőfeszültség U_{GD}

A vezérlőáramnak, illetve vezérlőfeszültségnek az a legnagyobb értéke, aminek hatására az adott tirisztortípus egyetlen példánya még a megengedett max. PN hőmérsékleten sem kerül pozitív zárásból vezető állapotba.

4.4 Legnagyobb megengedett vezérlőáram I_{GM} , I_{Geff}

A vezérlőáram legnagyobb megengedett csúcserőértéke, illetve effektív értéke.

4.5 Legnagyobb megengedett vezérlési veszteségi teljesítmény P_{GAV}

A vezérlőáram hatására a vezérlőelektróda és a hozzá tartozó főelektróda között keletkező villamos teljesítmény legnagyobb megengedett értéke (középérték).

4.6 Legnagyobb negatív vezérlőfeszültség U_{GRM}

Néhány tirisztorvezérlő áramkör olyan kialakítású, hogy a tirisztor dinamikus tulajdonságainak javítására a vezérlőkörre záróirányú feszültséget is kapcsol. Ez a fe-

szültség az adatlapokon közölt határértéket nem haladhatja meg.

5. Egyéb villamos adatok

Az $u_{(TO)}$ küszöbfeszültség, az r_T helyettesítő ellenállás, a záróirányú áram I_{RRM} csúcserőértéke, a t_{rr} záráskésési idő, valamint a Q_{rr} záráskésési töltés jellemzőket a diódák hasonló jellemzőivel (v.ö. I. fejezet 3. pont adataival) egyezően értelmezzük, jelentésük azokkal egyezik.

6. Hőmérsékleti és mechanikai adatok

A diódák hasonló jellemzőivel (v.ö. I. fejezet 4. és 5. pont adataival) egyezően értelmezzük, jelentésük azokkal egyezik.

7. Jelleggörbék

A jelleggörbék többsége a diódáknál is közölt jellemzők összetartozó értékeit ábrázolja. Ezek olyan jelleggörbék, amelyek mindkét elemre, azaz diódára is és tirisztorra is érvényesek. Különbség csak néhány jelölésben van, pl. I_{FAV} helyett I_{TAV} , stb.. Néhány jelleggörbe csak tirisztorra vonatkozik. Ezeket a következőkben ismertetjük.

7.1 Bemeneti jelleggörbék

A megengedett üzemi hőmérséklettartományban a vezérlőáram vezérlőfeszültség pillanatértékeit adják meg a gyártási szórás határértékei között. A diagramokról a gyújtási tartományok és a vezérlőkörben megengedett állandó veszteségi teljesítmény görbék is leolvashatók.

7.2 Gyújtáskésési idő a vezérlőáram függvényében $t_{gd}(I_G)$

A gyártási szórás középértékére és legnagyobb határérté-

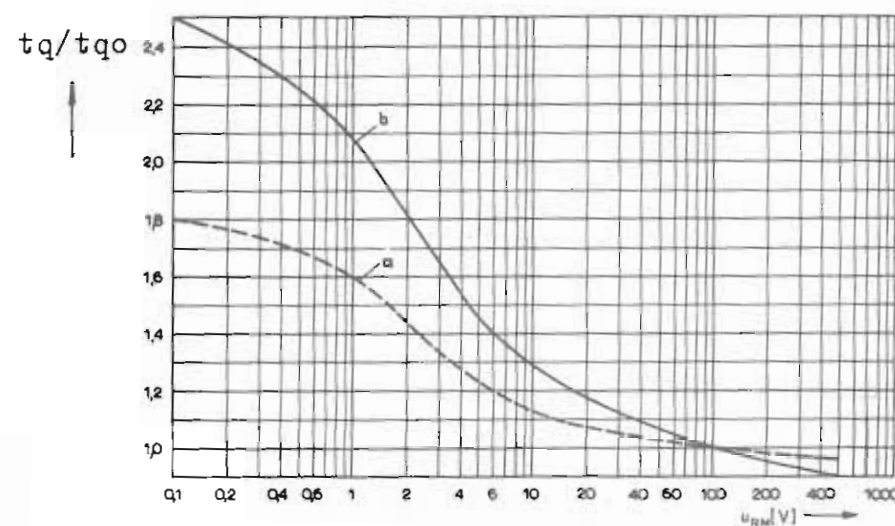
kére vonatkozó jelleggörbék meghatározott PN hőmérsékletnél.

7.3 Jelleggörbék a bekapcsolási és nyitóirányú veszteségi teljesítmény meghatározásához

A jelleggörbék segítségével tetszőleges bekapcsolási áramhullámra grafikus integrálással és átlagolással a tirisztorban a bekapcsolási és szétterjedési idő alatt keletkező bekapcsolási és nyitóirányú veszteségi teljesítmény középértékét határozhatjuk meg. Kényszerkommutációs, illetve nagyfrekvenciás áramkörökben alkalmazott gyors (frekvencia) tirisztoroknál van nagy jelentőségük.

7.4 Szabaddáválási idő a negatív zárófeszültség függvényében

Több tényező közül a szabaddáválási időt legnagyobb mértékben a negatív zárófeszültség befolyásolja:



t_q : tényleges érték
 t_{q0} : az adatlapokon közölt érték
 a : tipikus jelleggörbe
 b : felső határjelleggörbe

7.5 Színuszfélhullám és trapéz alakú áramterhelhetőség legnagyobb megengedett értéke a félhullám időtartam, illetve az árammeredekség függvényében

A jelleggörbéknek gyors (frekvencia) tirisztoroknál van jelentőségük. Különböző frekvenciákra, meghatározott PN hőmérsékletre és feszültségigénybevételre vonatkoznak.

8. A hűtésre vonatkozó adatok

A diódákéval egyezők (v.ö. I. fejezet 7. pontjával).

9. Tirisztorok szerelése és karbantartása

A diódákéhoz hasonló (v.ö. I. fejezet 8. pontjával) azzal a többlettel, amit a gyújtóáramkör végfokozat, továbbá a diódákénál sok esetben összetettebb védőkapcsolás kialakítása jelent.

Jelölések, rövidítések

Pozitív zárás, záróirány, nyitóirány

I_D	mA	pozitív záróáram
I_R	mA	záróirányú áram
i_T	A	nyitóirányú áram (pillanatérték)
$I_{TAV(I)}$	A	tartós határáram
I_{TAV}	A	egyenáram-határ
$I_{T(OV)}$	A	túláram (középtérték)
$I_{TRMS(I)}$	A	határáram effektív érték
I_{TRMS}	A	tartós effektív áram
I_{TSM}	A	lökőáram határérték
$\int i^2 dt$	A ² s	határterhelési integrál
$I_{T(VOR)}$	A	terhelőáram a túláram előtt
u_D	V	pozitív zárófeszültség
U_{DRM}	V	legnagyobb megengedett pozitív periódikus csúcszárófeszültség
U_{RRM}	V	legnagyobb megengedett negatív periódikus csúcszárófeszültség
u_T	V	nyitóirányú feszültség (pillanatérték)
$u_{T(I)}$	V	nyitóirányú feszültség (határérték)
$u_{(TO)}$	V	küszöbfeszültség
r_T	mΩ	helyettesítő ellenállás
P_{tot}	W	összes veszteségi teljesítmény
P_{TAV}	W	nyitóirányú veszteségi teljesítmény (középtérték)

Dinamikus jellemzők. Bekapcsolás, kikapcsolás

I_H	mA	tartóáram felső határ
I_{LAT}	A	dinamikus tartóáram
$(di/dt)_{cr}$	A/μs	kritikus árammeredekség
I_{RRM}	A	záróirányú áramcsúcs
P_{TD}	W	bekapcs. és nyitóirányú veszteségi teljesítmény
t_{gd}	μs	gyújtáskésési idő
t_q	μs	szabaddáválási idő
Q_{rr}	μAs	záráskésési töltés
$(du/dt)_{cr}$	V/μs	kritikus feszültségmeredekség

Vezérlőköri adatok

I_G	A	vezérlőáram
di_G/dt	A/μs	a vezérlőáram meredeksége
I_{GM}	A	legnagyobb vez. áram csúcsérték
I_{Geff}	A	legnagyobb vez. áram effektív érték
I_{GD}	mA	nem gyújtó vezérlőáram
I_{GT}	mA	gyújtóáram felső határ
U_{GD}	V	nem gyújtó vezérlőfeszültség
U_{GT}	V	gyújtófeszültség felső határ
U_{GRM}	V	legnagyobb negatív vezérlőfeszültség
$P_{GAV(I)}$	W	megengedett max. vezérlőköri veszteségi teljesítmény

Termikus adatok

ϑ_A	°C	környezeti (hűtőközeg) hőmérséklet
ϑ_c	°C	házhőmérséklet

ϑ_j	$^{\circ}\text{C}$	PN hőmérséklet
$\vartheta_{j(I)}$	$^{\circ}\text{C}$	PN hőmérséklet, felső határ
ϑ_s	$^{\circ}\text{C}$	tárolási hőmérséklettartomány
R_{th}	K/W	hőellenállás (általában)
R_{thJC}	K/W	belső hőellenállás
R_{thCK}	K/W	átmeneti hőellenállás
R_{thCA}	K/W	hűtőtest hőellenállás (átmeneti hőellenállást is beleértve)
$Z_{(th)}$	K/W	tranziens hőimpedancia (általában)
$Z_{(th)JC}$	K/W	tranziens belső hőimpedancia
$Z_{(th)CA}$	K/W	hűtőtest tranziens hőimpedancia
$Z_{(th)P}$	K/W	tranziens belső hőimpedancia (imp. üzemre)

Egyéb jellemzők

C	μF	kondenzátor
f	Hz	frekvencia
F	N	szorítóerő
(F)	-	mesterséges levegőhűtés
G	g	súly
λ	el. $^{\circ}$	áramvezetési szög
M_d	Nm	meghúzási nyomaték
R	Ω	ellenállás
(S)	-	természetes levegőhűtés
t	s	idő (általában)
T	μs	periódusidő
u_K	%	rövidzárási feszültség

U_{RMS}	V	csatlakozási feszültség (effektív érték)
V_L	l/s	légszállítás
V_W	l/min	folyadékszállítás (víz)
(W)	-	folyadékűtés

BSt 25

Nagy záróképességű normál tirisztor 600 ... 1650 V, 30 A

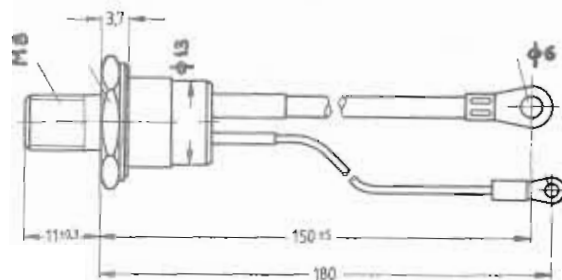
Alkalmazás: hálózatvezetett áramirányítókban (40...60 Hz)

Félvezető: ötvöztetett, diffúziós eljárással szennyezett szilícium

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

Kivezetések: anód-menetes csap, katód és vezérlőelektróda-hajlékony kivezetés

Polaritás: ház - anód



Periódikus pozitív és negatív csúcszárófeszültség U_{DRM}, U_{RRM}	$(du/dt)_{cr}$ 200 V/ μ s	$(du/dt)_{cr}$ 1000 V/ μ s
600 V	BSt 2540 S6	BSt 2540 S10
900 V	2560 S6	2560 S10
1200 V	2580 S6	2580 S10
1650 V	25110 S6	25110 S10

I_{TAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ... 60 Hz)

Hűtőtest	Hűtés	Hűtőközeg hőm.	Légszálítás V_L	λ	I_{TAV}	I_{TAV}	I_{TAV}	I_{TAV}
HK 10	(S)	45 °C	-	23 A	24 A	21 A	16,5 A	
	(F)	35 °C	15 l/s	30 A	33 A	27 A	19 A	

BSt 25

Pozitív és negatív záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszárófeszültség	U_{DRM}, U_{RRM}	600-1650V	
Záróáram	I_D, I_R	6 mA	$\theta_j = 125^\circ C, U_{DRM}, U_{RRM}$

Nyitóirány

Tartós határáram	$I_{TAV(I)}$	30 A	$\theta_c = 90^\circ C$, félszinuszos
Határáram eff. érték	$I_{TRMS(I)}$	47 A	
Lökőáram	$I_{TSM(I)}$	455 A	$\theta_j = 125^\circ C$, félszinuszos
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	630 A ² s	$= 125^\circ C, 2...5 ms$
Nyitóirányú feszültség	$u_T(I)$	1,95 V	$= 25^\circ C, i_T = 90 A$
Kiszöbfeszültség	$u(TO)$	1,04 V	$= 125^\circ C$
Helyettesítő ellenállás	r_T	8,9 m Ω	$= 125^\circ C$

Dinamikus jellemzők, kapcsolási viszonyok

Tartóáram	I_H	100 mA 150 mA 200 mA	$\theta_j = 125^\circ C$ $25^\circ C$ $-40^\circ C$	$u_D = 6 V$ $I_{TM} = I_{LAT}$
Dinamikus tartóáram	I_{LAT}	0,5 A 0,8 A 1,2 A	$\theta_j = 125^\circ C$ $25^\circ C$ $-40^\circ C$	$u_D = 18 V$ $I_G = 1 A$ $- 1 A/\mu s$
Gyűjtáskésési idő	tgd	2,5 μ s	$\theta_j = 25^\circ C$ $- 1 A/\mu s, u_D = 200V$	

Kritikus árammerekedtség

$(di/dt)_{cr}$ 50 A/ μ s $\theta_j = 125^\circ C, f = 50 Hz$
 $u_D = (2/3) U_{DRM}, I_{TM} = 90 A$; RC tag által okozott bek. áramcsúcs $I_{TM(RC)} = 80 A$
 $I_G = 1 A, di_G/dt = 1 A/\mu s$

BSt 25

Kritikus feszültség- meredekség	(du/dt) _{cr}	Megjegyzés
BSt F25...S6	200 V/μs	$U_D = 0,67 U_{DRM}$
	1000 V/μs	$= 0,33 U_{DRM}$
BSt F25...S10	1000 V/μs	$U_D = 0,67 U_{DRM}$
	3000 V/μs	$= 0,33 U_{DRM}$
($\vartheta_j = 125^\circ\text{C}$, feszültségnövekedés exponenciális, nyitott vezérlőkör)		
Szabaddáválási idő	t_q	150 μs (tip) $\vartheta_j = 125^\circ\text{C}$; $-di/dt = 10 \text{ A}/\mu\text{s}$ $u_D = u_R = 0,67 U_{DRM}$ $= 0,67 U_{RRM}$ $I_{TM} = 30 \text{ A}$

Vezérlőköri adatok

Gyújtóáram felső határ	I_{GT}	100 mA	$\vartheta_j = 125^\circ\text{C}$
		200 mA	$= 25^\circ\text{C}$, $u_D = 2 \text{ V}$
		300 mA	$= -40^\circ\text{C}$
Gyújtófeszültség felső határ	U_{GT}	1,5 V	$\vartheta_j = 125^\circ\text{C}$
		2,0 V	$= 25^\circ\text{C}$, $u_D = 2 \text{ V}$
		2,4 V	$= -40^\circ\text{C}$
Nem gyújtó vezérlőáram	I_{GD}	10 mA	$u_D = 2 \text{ V}$, $\vartheta_j = 125^\circ\text{C}$
		5 mA	$u_D = 0,5 U_{DRM}$
Nem gyújtó vezérlőfeszültség	U_{GD}	0,2 V	$u_D = 0,5 U_{DRM}$, $\vartheta_j = 125^\circ\text{C}$
Megengedett max. vezérlőáram	I_{GM}	5 A	csúcsérték
	I_{Geff}	2 A	effektív érték
Megengedett max. vezérlőköri vesz. telj.	$P_{GAV(I)}$	5 W	határérték
Legnagyobb negatív vezérlőfeszültség	U_{GRM}	10 V	csúcsérték

BSt 25

Termikus adatok

Megjegyzés
Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet
$\vartheta_j(I)$ 125 $^\circ\text{C}$
Üzemi hőm. tartomány
-40...+125 $^\circ\text{C}$
Tárolási hőm. tartomány
ϑ_s -40...+150 $^\circ\text{C}$
Belső hőellenállás
R_{thJC} 0,63 K/W

Mechanikai adatok

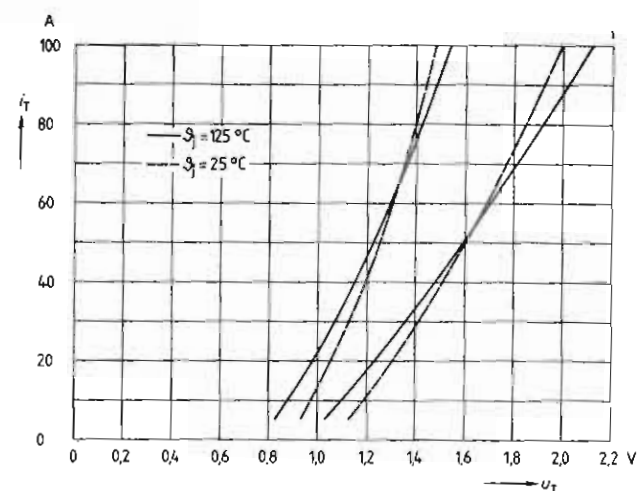
Meghúzási nyomaték	M_d	7 Nm	hűtőtestre szerelés
Súly	G	30g	
Kúszóút/légköz		7 mm	anód-vez. elektróda
Rázásállóság		50 m/s ²	50 Hz, hűtőtest nélkül

Ajánlott RC védőtagok*

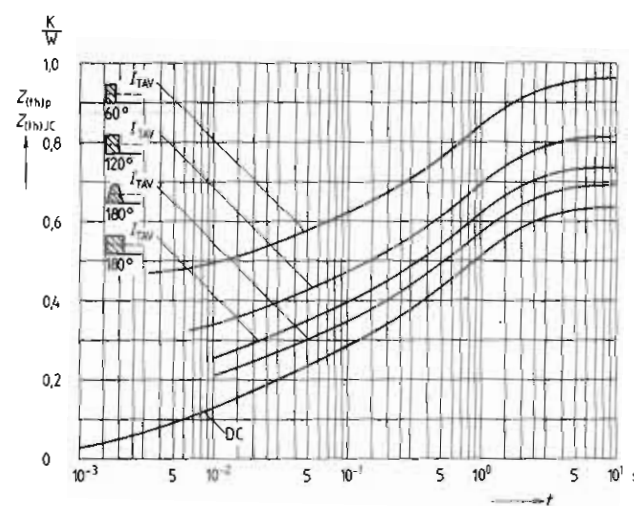
U_{RMS} [V]	R [Ω]	C [μF]
250	68/6 W	0,22
380	150/6 W	0,10
500	220/10W	0,10

* (Hálózati üzem, 40...60 Hz; $u_K = 5\%$; feszültségbiztonsági tényező $G=2,3$; RC tag tűrése $\pm 10\%$)

BSt 25

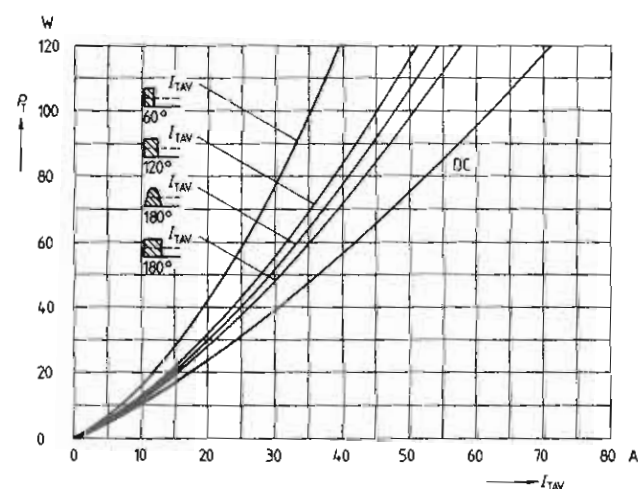


Nyitóirányú jelleggörbék
(alsó és felső határjel-
leggörbék)



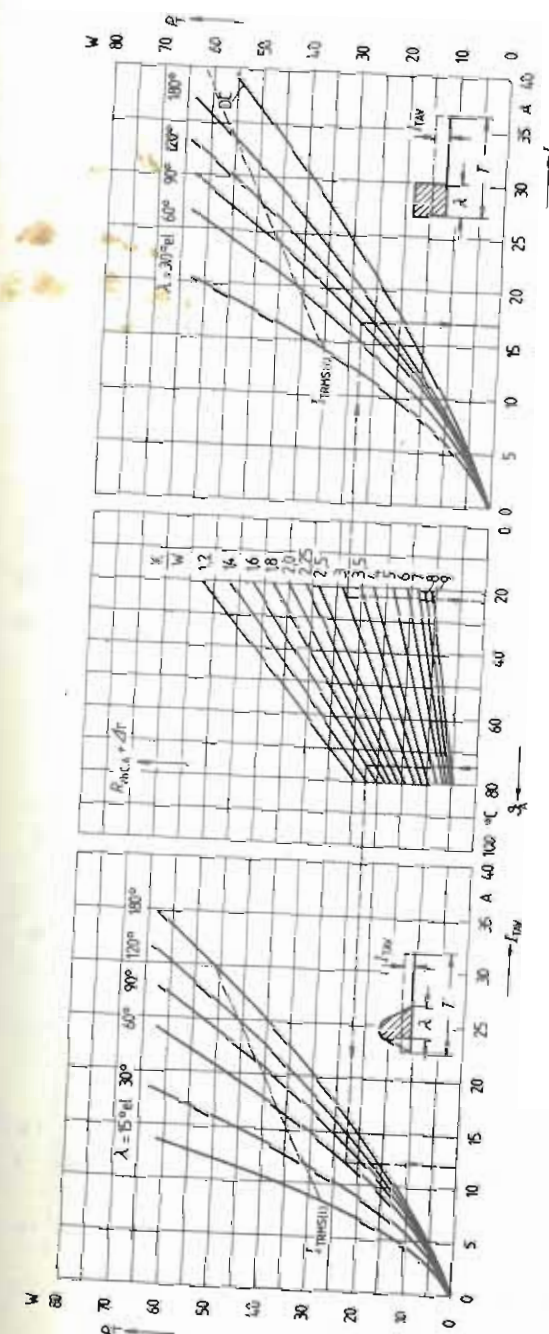
Tranziens belső hőimpe-
danciák

i	R_{thi} [K/W]	τ_i [s]
1	0,288	1,09
2	0,107	0,267
3	0,154	0,03
4	0,056	0,0032
5	0,025	0,0012



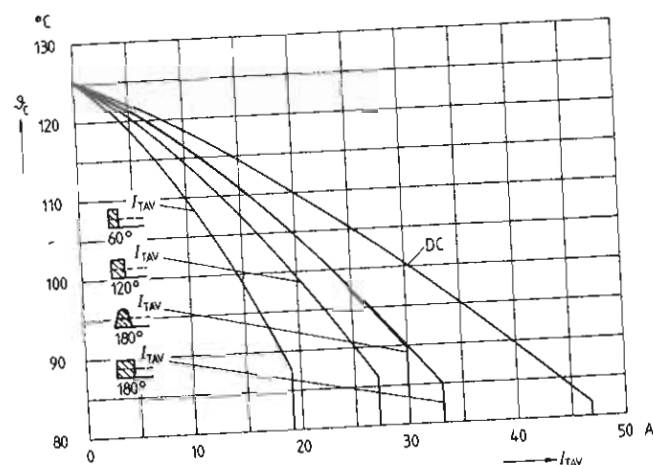
Nyitóirányú veszteségi
teljesítmény jelleggör-
bék (DC: egyenáram)

BSt 25

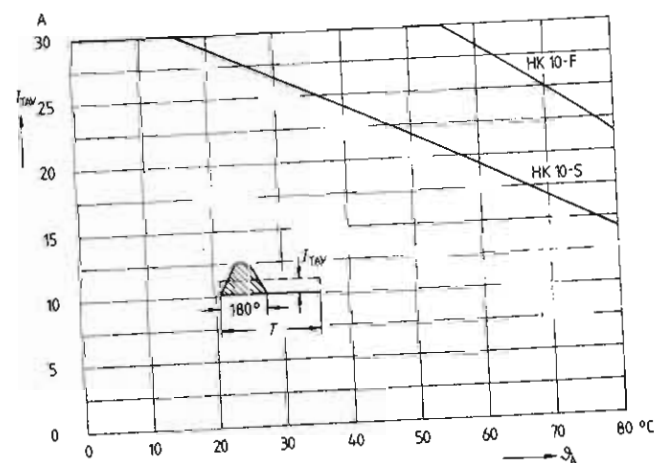


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék. Nomogram
az egyenáramú határterhelhetőség meghatározásához különböző
hűtési feltételeknél

BSt 25

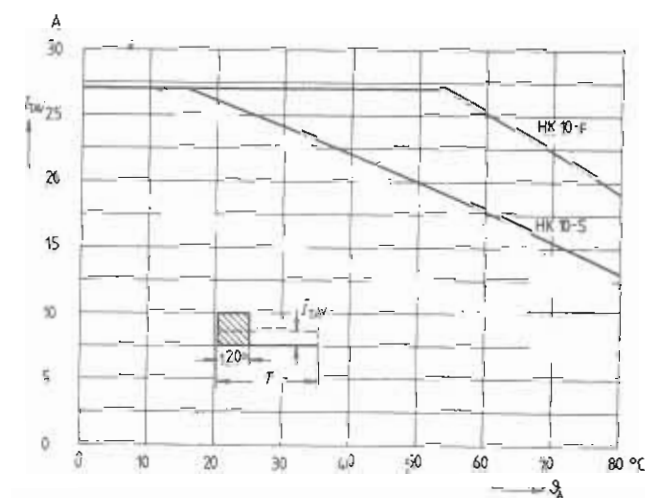


θ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40...60 Hz)

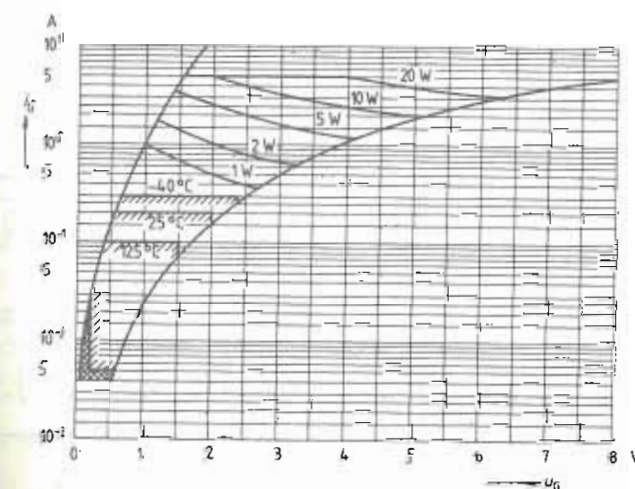


Egyenáramú határterhelhetőség a környezeti (hűtőközeg) hőmérséklet függvényében (hálózati üzem, 40...60 Hz)

BSt 25



Egyenáramú határterhelhetőség a környezeti (hűtőközeg) hőmérséklet függvényében (hálózati üzem, 40...60 Hz)



Bemeneti jelleggörbék

T71N

Vezérlőköri adatok

Gyújtóáram felső határ	I_{GT}	150 mA	$\vartheta_j = 25^\circ C, u_D = 6 V$
Gyújtófeszültség felső határ	U_{GT}	1,4 V	$\vartheta_j = 25^\circ C, u_D = 6 V$
Nem gyújtó vezérlő-áram	I_{GD}	$\approx 5 mA$	$\vartheta_j = 125^\circ C$
Nem gyújtó vezérlő-feszültség	U_{GD}	$\approx 0,2 V$	$\vartheta_j = 125^\circ C$

Megjegyzés

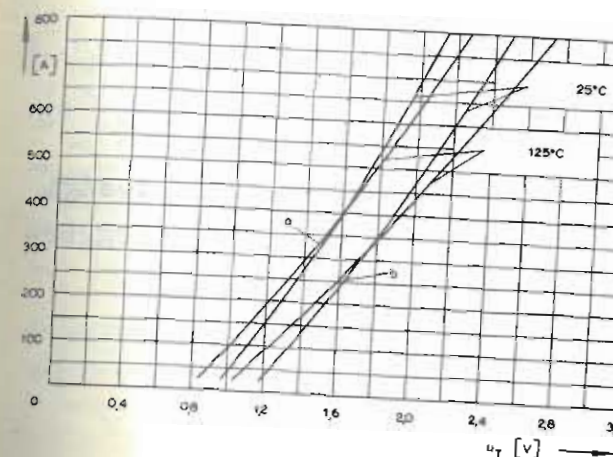
Termikus adatok

Tartósan megengedett PN hőmérséklet	$\vartheta_j(I)$	$125^\circ C$
Üzemi hőm. tartomány		$-40...+125^\circ C$
Tárolási hőm. tartomány	ϑ_s	$-40...+150^\circ C$
Belső hőellenállás	R_{thJC}	$0,36 K/W$

Mechanikai adatok

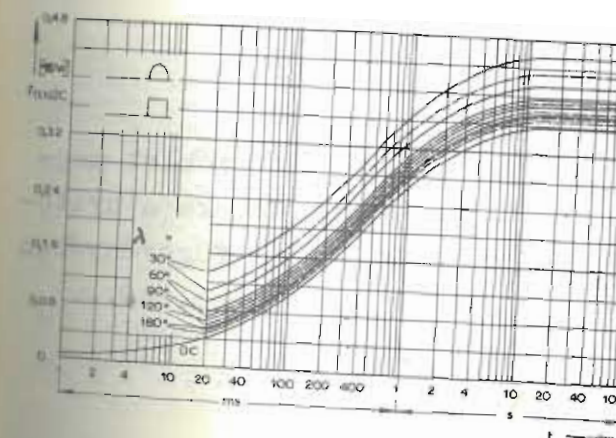
Meghúzási nyomaték	M_d	20 Nm
Súly	G	150 g
Kúszóút		14 mm

T71N

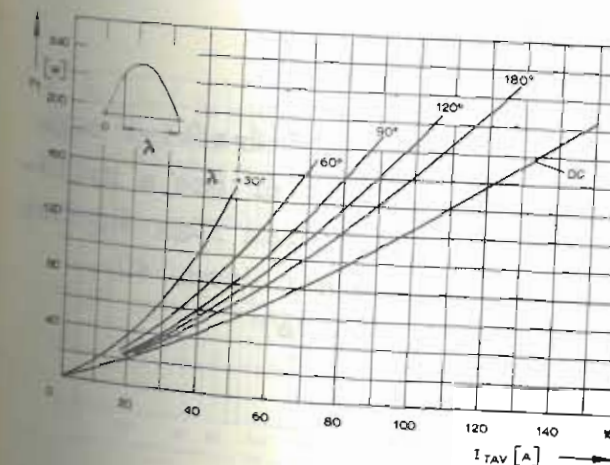


Nyitóirányú jelleggörbék

a: tipikus jelleggörbék
b: határjelleggörbék

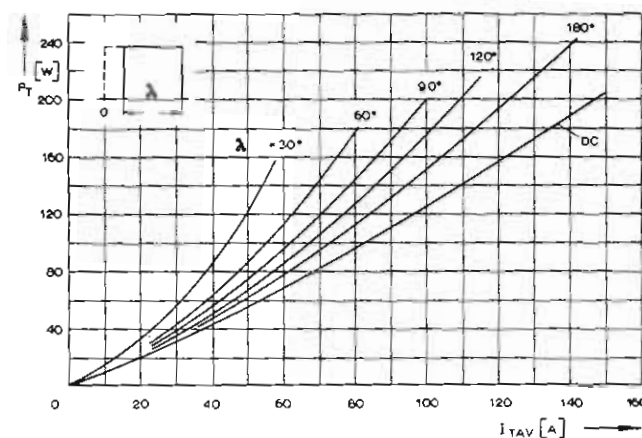


Tranziens belső hőimpedanciák

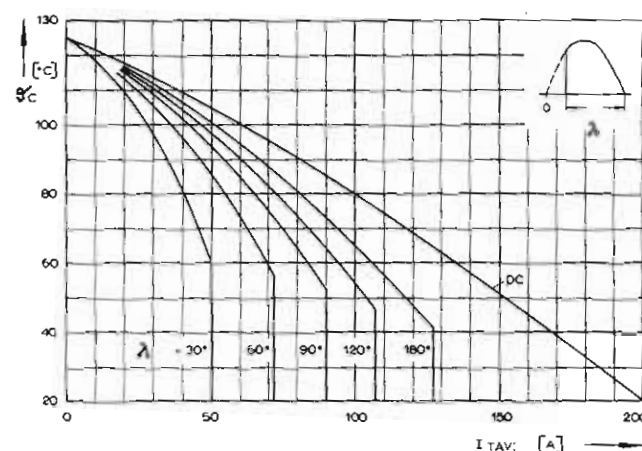


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék

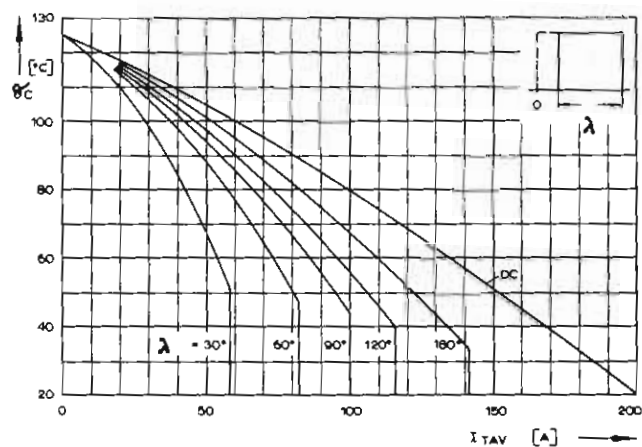
T71N



Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék

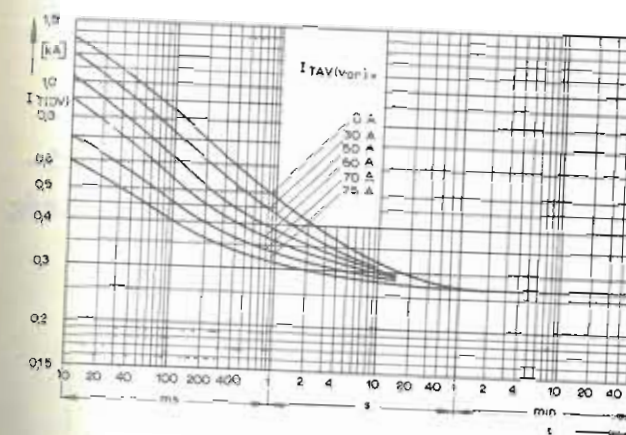


θ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40... 60 Hz)

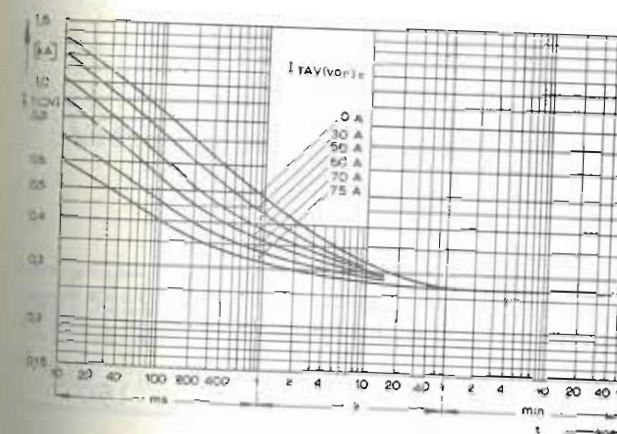


θ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40... 60 Hz)

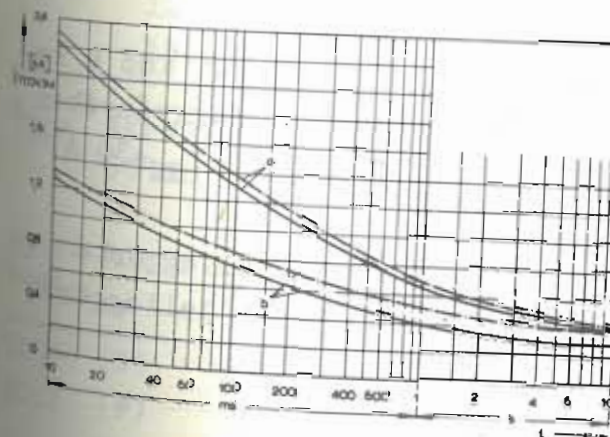
T71N



Túlterhelési jelleggörbék
Természetes levegőhűtés: (S)
Hűtőtest: Kl,1 $\theta_A = 45^\circ \text{C}$



Túlterhelési jelleggörbék
Mesterséges levegőhűtés: (F)
Hűtőtest: Kl,1 $\theta_A = 35^\circ \text{C}$

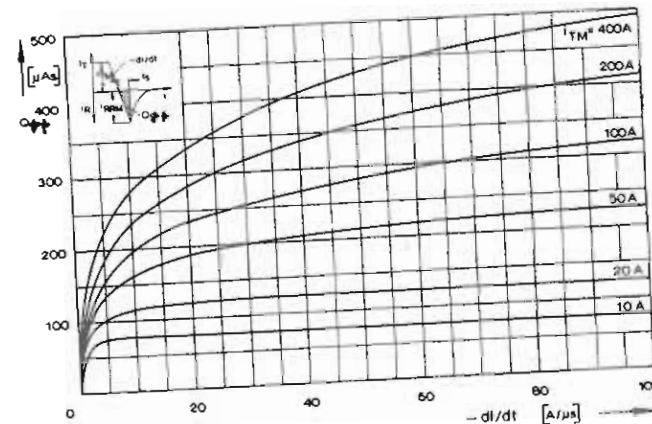


Határáram jelleggörbék
($u_R = 0,8 U_{RRM}$)

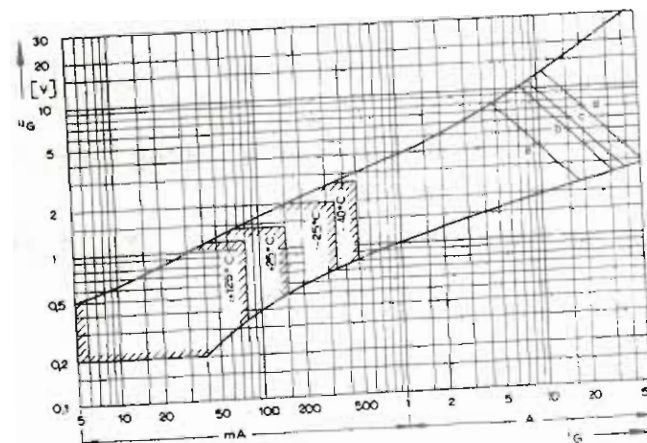
a: előterhelés nélkül
b: tartós határáram előterh. után

—: Kl,1 (S), $\theta_A = 45^\circ \text{C}$
---: Kl,1 (F), $\theta_A = 35^\circ \text{C}$

T71N

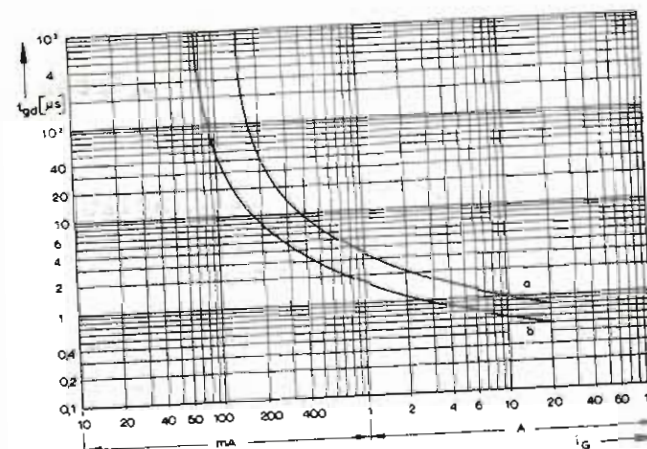


Záráskésési töltés a ki-
kapcsolási árammeredekség
függvényében



Bemeneti jelleggörbék
($U_D = 6$ V)

Imp.idő [ms]:	10	1	0,5	0,1
$P_{GAV(I)}$ [W]:	40	80	100	150
	a	b	c	d

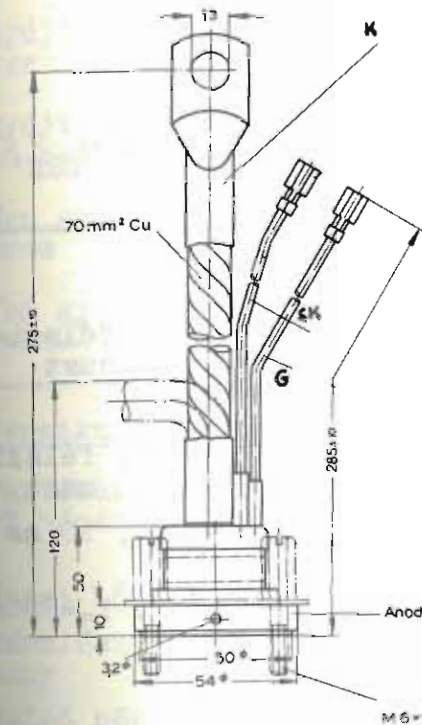


Gyűjtáskésési idő a ve-
zérlőáram függvényében
($\theta_J = 25$ C°, $i_{TM} = 30$ A)

a: határjelleggörbe
b: tipikus jelleggörbe

T221N

Nagy záróképeségű normál tirisztor 600...1500 V, 220 A



Alkalmazás: hálózatvezetett áram-
irányítóknak (40...
...60 Hz)

Tokozás: fémház, sík bázistönk-
kel

Kivezetések: anód-bázistönk
katód, segédkatód és
vezérlőelektróda-
hajlékony kivezetés

Polaritás: anód - ház

Periódikus pozitív és nega- tív csúcszárófeszültség U_{DRM} , U_{RRM}	$(du/dt)_{cr}$ 50 V/μs	$(du/dt)_{cr}$ 1000 V/μs
600 V	T221N 600 EoB	T221N 600 EoF
800 V	800 EoB	800 EoF
1000 V	1000 EoB	1000 EoF
1200 V	1200 EoB	1200 EoF
1500 V	1500 EoB	1500 EoF

I_{TAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40...
60 Hz)

Hűtő- test	Hűtés	Hűtőköz- hőm. θ_A	Légszál- lítás V_L	$\lambda = 180^\circ$	$\lambda = 120^\circ$	$\lambda = 90^\circ$
KO55 (S)	45 C°	-	94 A	96 A	89 A	76 A
KO55 (F)	35 C°	15 l/s	220 A	224 A	200 A	155 A

T221N

Pozitív és negatív

záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszáró-feszültség	U_{DRM}, U_{RRM}	600-1500V	$\vartheta_j = 125^\circ C; U_{DRM}, U_{RRM}$
Záróáram	I_D, I_R	50 mA	

Nyitóirány

Tartós határáram	$I_{TAV(I)}$	220 A	$\vartheta_c = 85^\circ C, \text{fél-szi-nusz}$
Határáram eff.érték	$I_{TRMS(I)}$	450 A	$\vartheta_j = 125^\circ C, \text{fél-szi-nusz}$
Lököáram	I_{TSM}	5700 A	
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	163000A ² s	$= 125^\circ C, 10 \text{ ms}$
Nyitóirányú feszültség	$u_T(I)$	1,75 V	$= 25^\circ C, i_T = 800A$
Küszöbfeszültség	$u_{(TO)}$	1,1 V	
Helyettesítő ellenállás	r_T	0,75 mΩ	

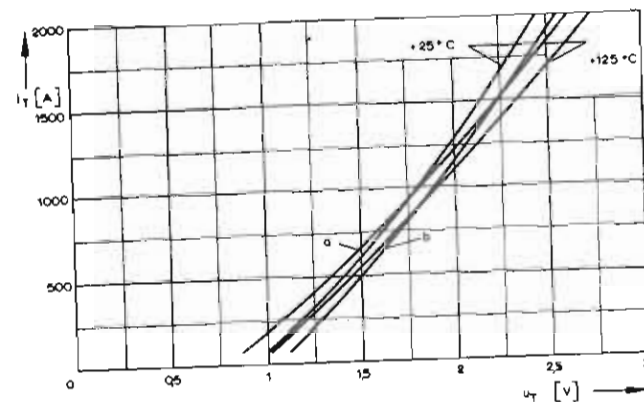
Dinamikus jellemzők

Tartóáram	I_H	300 mA	$\vartheta_j = 25^\circ C, u_D = 6 \text{ V}$ $i_{TM} = 1,2 \text{ A}$
Dinamikus tartóáram	I_{LAT}	1,2 A	
Gyújtáskésési idő	t_{gd}	4 μs	
Kritikus fesz.mere-dekség	$(du/dt)_{cr}$	50 V/μs 1000 V/μs	
T221N...B			
T221N...F			
Kritikus árammere-dekség	$(di/dt)_{cr}$	150 A/μs	$i_{TM} = 800 \text{ A}$
Szabaddáválási idő	t_q	100... ...200 μs	tipikus érték, $u_D = u_R = 0,67 U_{DRM}$

T221N

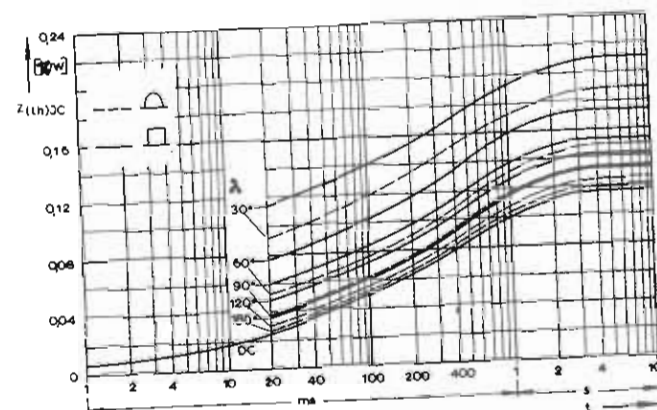
<u>Vezérlőköri adatok</u>		<u>Megjegyzés</u>	
Gyújtóáram felső ha-tár	I_{GT}	200 mA	$\vartheta_j = 25^\circ C, u_D = 6 \text{ V}$
Gyújtófeszültség fel-ső határ	U_{GT}	2 V	$\vartheta_j = 25^\circ C, u_D = 6 \text{ V}$
Nem gyújtó vezérlő-áram	I_{GD}	10 mA	$\vartheta_j = 125^\circ C$
Nem gyújtó vezérlő-feszültség	U_{GD}	0,2 V	$\vartheta_j = 125^\circ C$
<u>Termikus adatok</u>		<u>Megjegyzés</u>	
Tartósan megengedett PN hőmérséklet	$\vartheta_j(I)$	125 $^\circ C$	
Üzemi hőm. tartomány		-40...+125 $^\circ C$	
Tárolási hőm. tarto-mány	ϑ_S	-40...+150 $^\circ C$	
Belső hőellenállás	R_{thJC}	0,116 K/W	
<u>Mechanikai adatok</u>		<u>Megjegyzés</u>	
Szorítóerő	F	5500 N	
Súly	G	620 g	
Küszóút		20 mm	

T221N

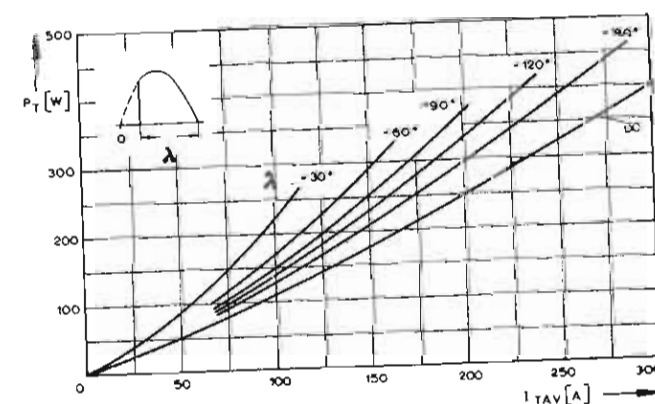


Nyitóirányú jelleggörbék

a: tipikus jelleggörbék
b: határjelleggörbék

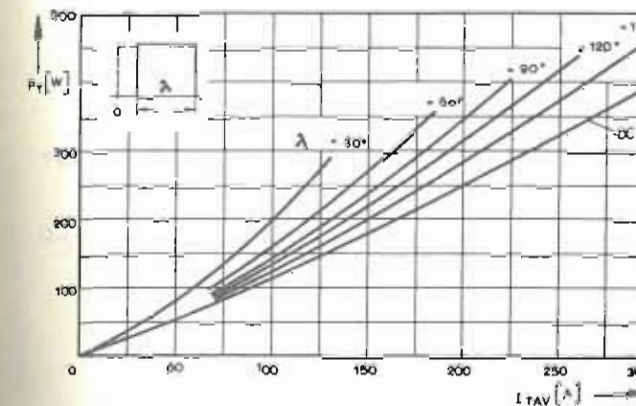


Tranziens belső hőimpedanciák

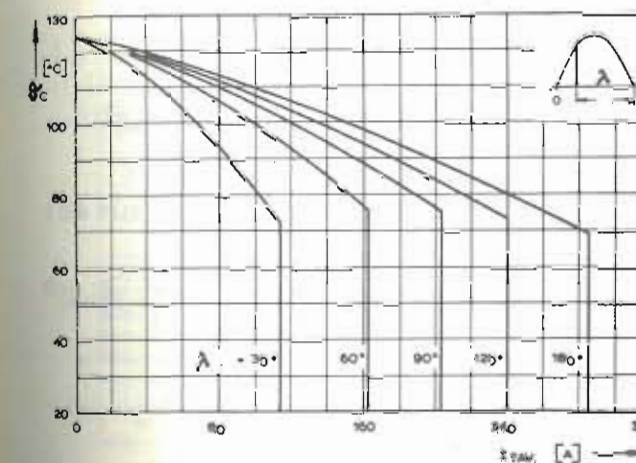


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék

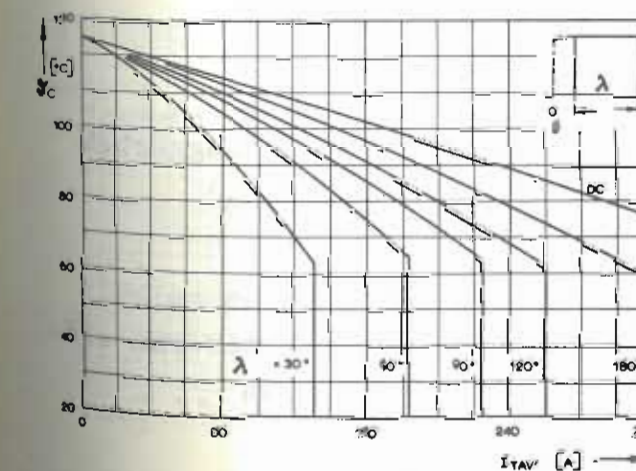
T221N



Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék

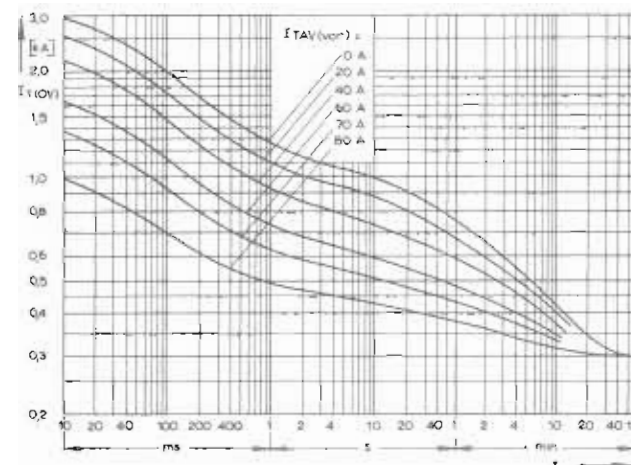


θ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)



θ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)

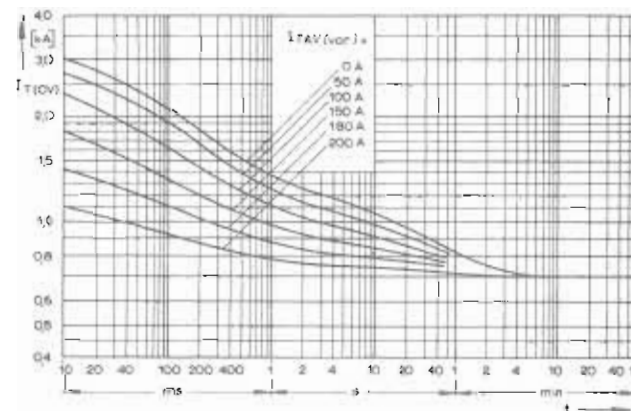
T221N



Túterhelési jelleggörbék

Természetes levegőhűtés:
(S)

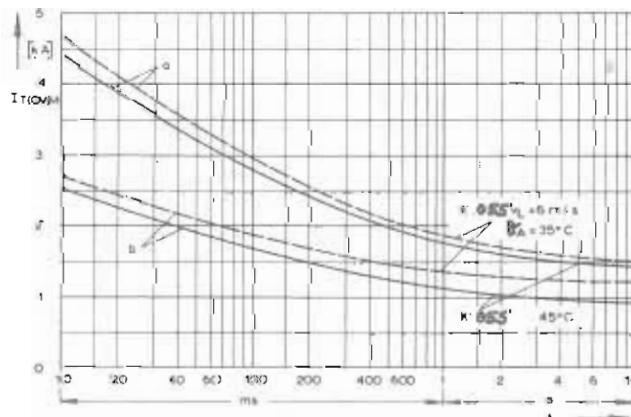
Hűtőtest K055 $\vartheta_A = 45^\circ \text{C}$



Túterhelési jelleggörbék

Mesterséges levegőhűtés:
(F)

Hűtőtest K055 $\vartheta_A = 35^\circ \text{C}$

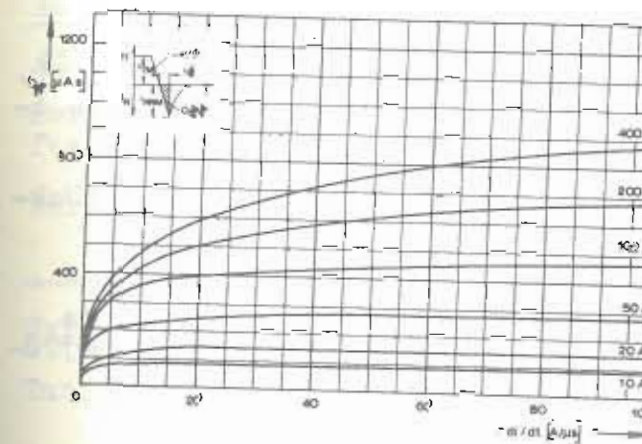


Határáram jelleggörbék
($u_R = 0,8 U_{RRM}$)

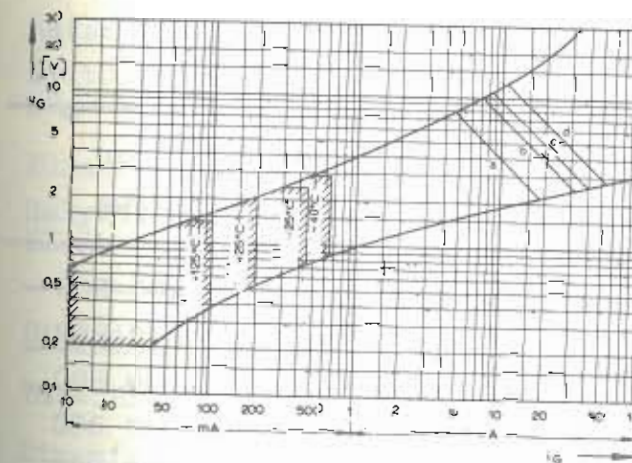
a: előterhelés nélkül

b: tartós határáram elő-
terh. után

T221N



Záráskésési töltés a ki-
kapcsolási árammeredek-
ség függvényében



Bemeneti jelleggörbék
($u_D = 6 \text{ V}$)

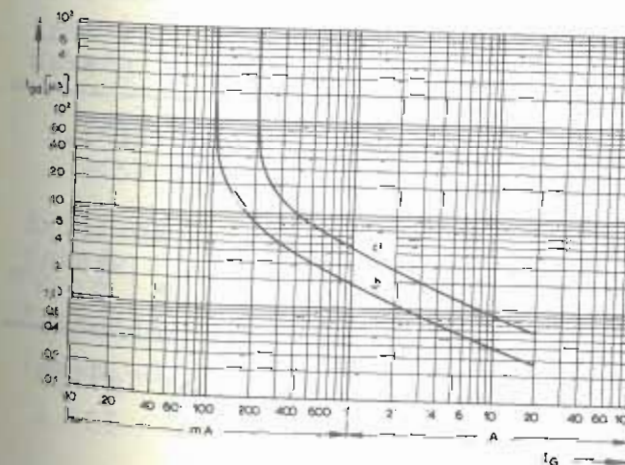
Imp.idő [ms]:

10 1 0,5 0,1

$P_{GAV(I)}$ [W]:

40 80 100 150

a b c d



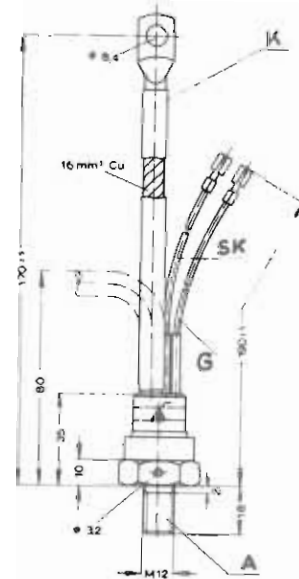
Gyújtáskésési idő a ve-
zérlőáram függvényében
($\vartheta_j = 25^\circ \text{C}$, $i_{TM} = 100 \text{ A}$)

a: határjelleggörbe

b: tipikus jelleggörbe

T45F

Nagy záróképeségű gyorsstirizstor 400 ... 1200 V, 45 A



Alkalmazás: kényszerkommutációs, illetve nagyfrekvenciás áramirányítókban

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

Kivezetések: anód-bázistönk, katód, segédkatód és vezérlőelektróda-hajlékony kivezetés

Polaritás: anód - ház

Periódikus pozitív és negatív csúcszárófeszültség U_{DRM}, U_{RRM}	$(du/dt)_{cr}$ 50 V/ μ s	$(du/dt)_{cr}$ 400 V/ μ s
400 V	T45F 400 BGB	T45F 400 BGC
600 V	600 BGB	600 BGC
800 V	800 BGB	800 BGC
1000 V	1000 BGB	1000 BGC
1200 V	1200 BGB	1200 BGC

* Betűjel: G F E D
tq [μ s]: 30 25 20 15

I_{TAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ... 60 Hz)

Hűtőtest	Hűtés	Hűtőköz. hőm. θ_A	Légszállítás V_L	$\lambda = 100^\circ$	$\lambda = 150^\circ$	$\lambda = 180^\circ$	$\lambda = 200^\circ$
K1,1 (S)	45 $^\circ$ C	-	28,5 A	27 A	24,5 A	21,5 A	
K1,1 (F)	35 $^\circ$ C	15 l/s	51 A	55 A	46 A	33 A	

T45F

Pozitív és negatív záróirány

Megjegyzés

Periódikus csúcszárófeszültség

U_{DRM}, U_{RRM} 400-1200V

Záróáram

I_D, I_R 25 mA $\theta_j = 125^\circ, U_{DRM}, U_{RRM}$

Nyitóirány

Tartós határáram

$I_{TAV(I)}$ 45 A

$\theta_c = 85^\circ$, fél-színusz

Határáram eff. érték

$I_{TRMS(I)}$ 80 A

Lökőáram

I_{TSM} 1200 A

$\theta_j = 125^\circ$, fél-színusz

Határterh. integrál
Nyitóirányú feszültség

$\int i^2 dt$ 7200 A²s

$= 125^\circ, 10$ ms

Küszöbfeszültség

$u_T(I)$ 2,2 V

$= 25^\circ, i_T = 150$ A

Helyettesítő ellenállás

$u_{(TO)}$ 1,3 V

r_T 5,1 m Ω

Dinamikus jellemzők

Tartóáram

I_H 250 mA

$\theta_j = 25^\circ, u_D = 6$ V

Dinamikus tartóáram

I_{LAT} 1,1 A

$\theta_j = 25^\circ, u_D = 6$ V

Gyújtáskésési idő

tgd 4,5 μ s

Kritikus fesz. meredekség

$(du/dt)_{cr}$

$u_D = 0,67 U_{DRM}$

T45F...B

T45F...C

50 V/ μ s

400 V/ μ s

Kritikus árammeredekség

$(di/dt)_{cr}$ 120 A/ μ s

$i_{TM} = 250$ A

Szabadáválási idő

tq 15...30 μ s

tipustól függ
(v.ö. a 112. oldal táblázatával)

($u_D = u_R = 0,67 U_{DRM}$)

T45F

Vezérlőköri adatok

Gyújtóáram felső határ	I_{GT}	150 mA	$\vartheta_j = 25^\circ\text{C}$, $u_D = 6\text{ V}$
Gyújtófeszültség felső határ	U_{GT}	1,4 V	$= 25^\circ\text{C}$, $u_D = 6\text{ V}$
Nem gyújtó vezérlőáram	I_{GD}	5 mA	$\vartheta_j = 125^\circ\text{C}$
Nem gyújtó vezérlőfeszültség	U_{GD}	0,2 V	$= 125^\circ\text{C}$

Megjegyzés

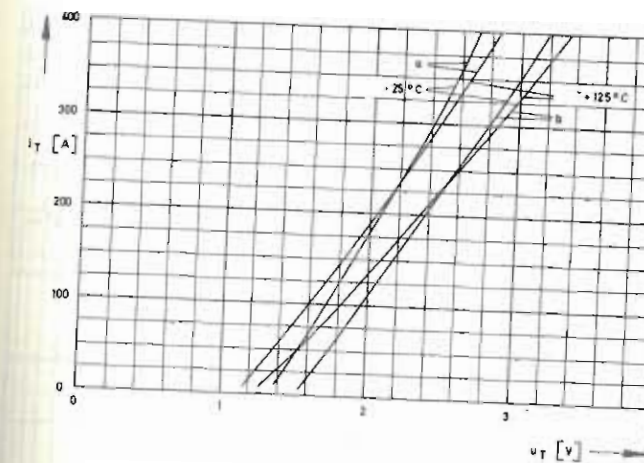
Termikus adatok

Tartósan megengedett PN hőmérséklet	$\vartheta_{j(I)}$	125 $^\circ\text{C}$
Üzemi hőmérséklet tartomány		-40...+125 $^\circ\text{C}$
Tárolási hőmérséklet tartomány	ϑ_S	-40...+150 $^\circ\text{C}$
Belső hőellenállás	R_{thJC}	0,467 K/W

Mechanikai adatok

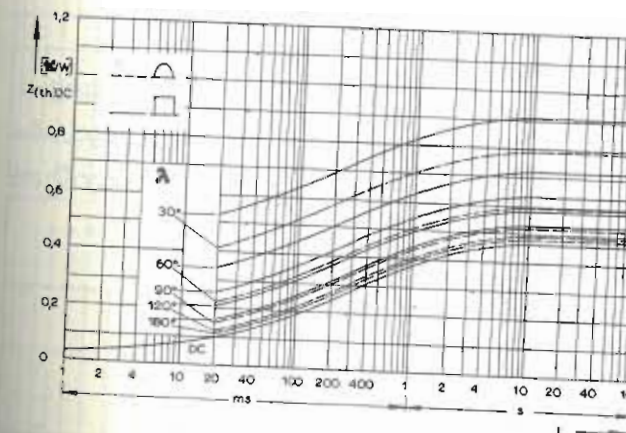
Meghúzási nyomaték	M_d	10 Nm
Súly	G	150 g
Kúszóút		14 mm

T45F

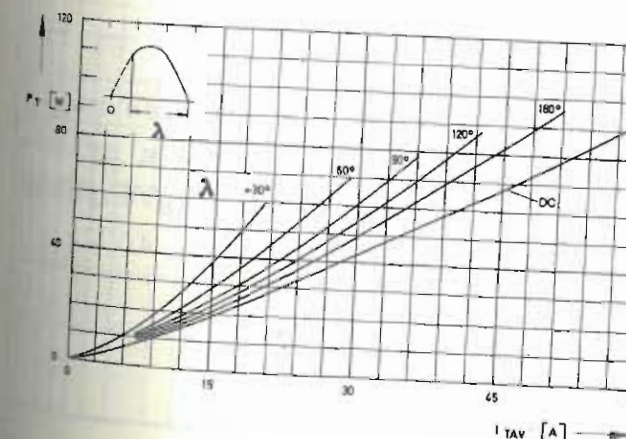


Nyitóirányú jelleggörbék

a: tipikus jelleggörbék
b: határjelleggörbék

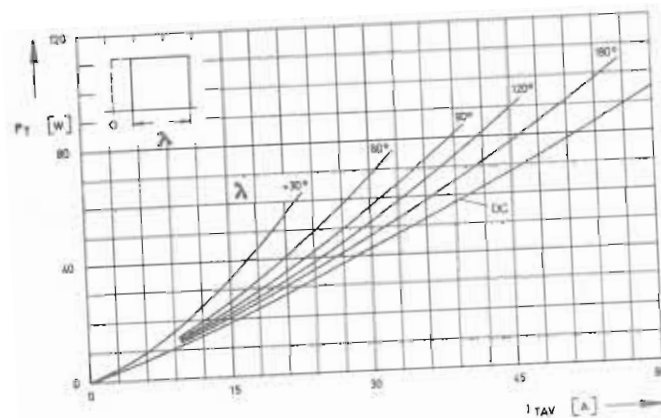


Tranziens belső hőimpedanciák

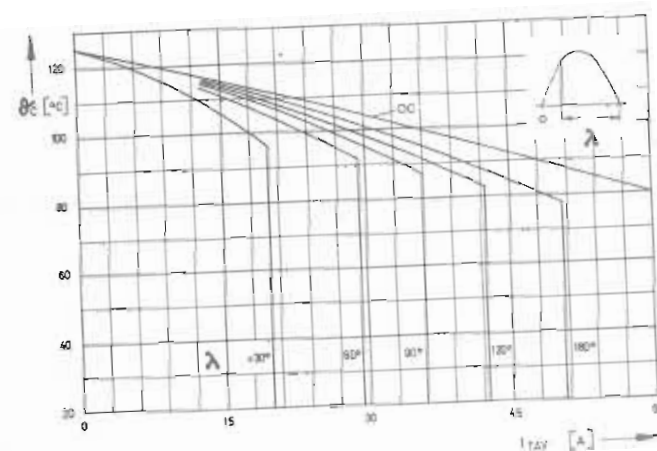


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék

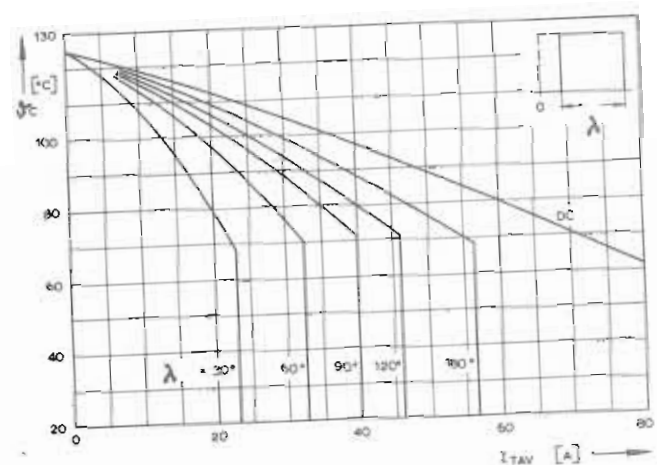
T45F



Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék



θ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)



θ_c házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)

T45F

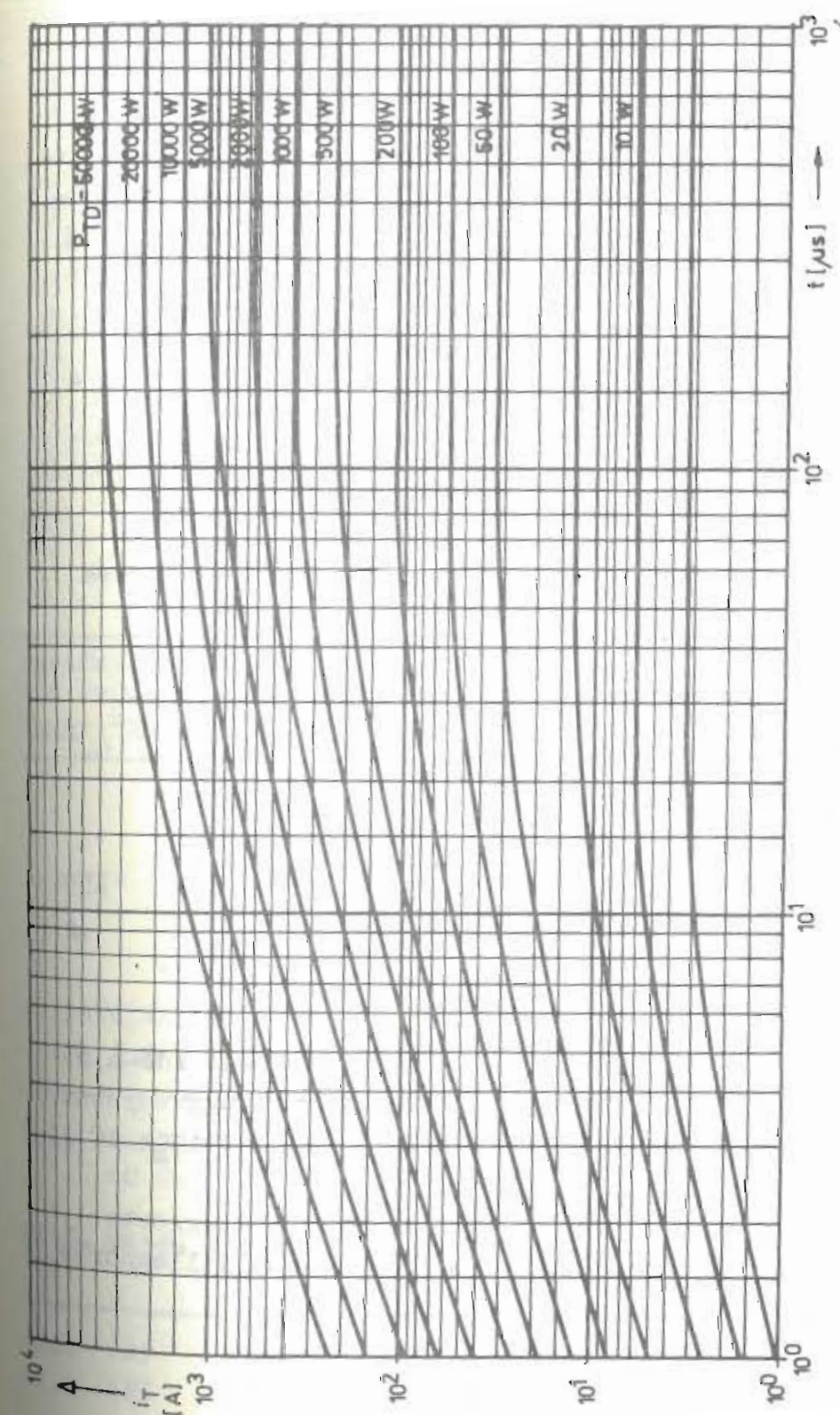
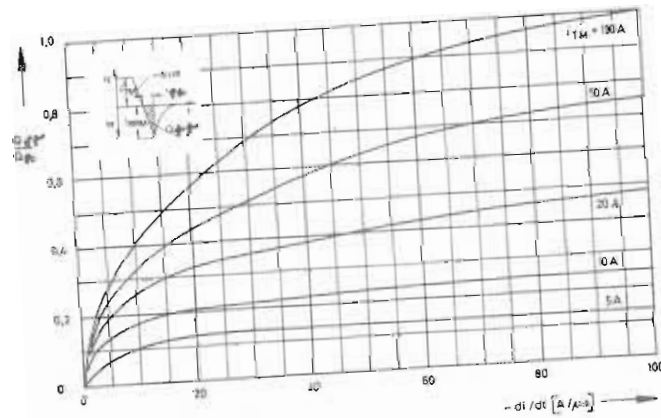


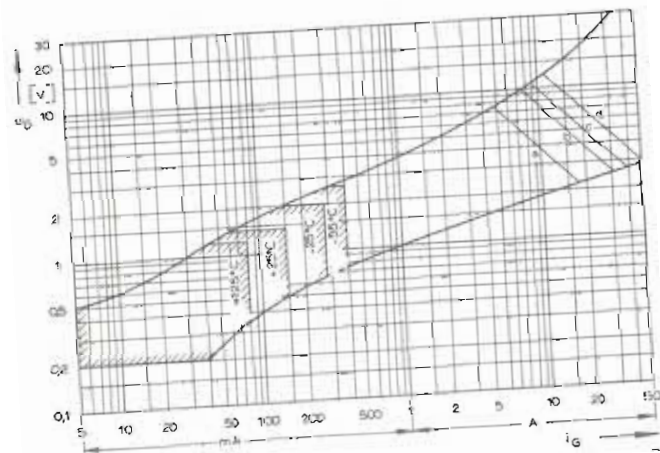
Diagram a bekapcsolási és nyitóirányú veszteségi teljesítmény meghatározásához

T45F



Záráskezési töltés a ki-
kapcsolási árammeredek-
ség függvényében

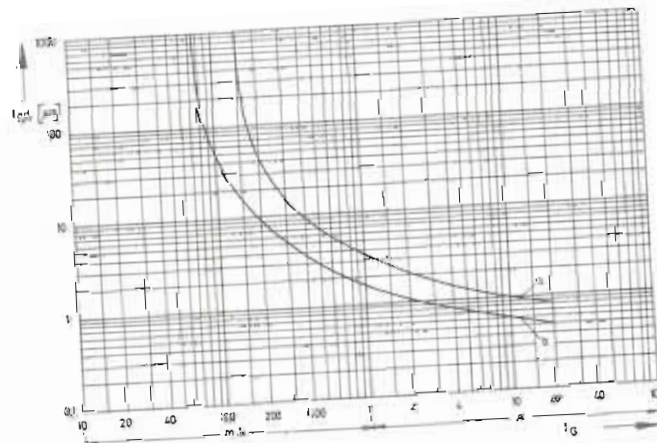
t_{q0} [μs]	D	E	F	G
	49	52	55	58



Bemeneti jelleggörbék
($U_D \approx 6$ V)

Imp.idő [ms]:
10 1 0,5 0,1

$P_{GAV}(I)$ [W]:
40 80 100 150
a b c d

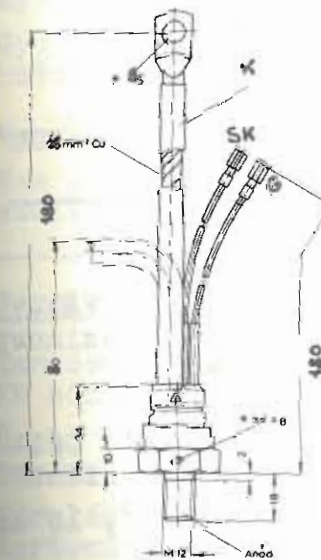


Gyújtáskezési idő a ve-
zérőáram függvényében
($\theta_J = 25^\circ$, $i_{TM} = 10$ A)

a: határjelleggörbe
b: tipikus jelleggörbe

T71F

Nagy záróképességű gyorsstirizstor 400 ... 1200 V, 70 A



Alkalmazás: kényszerkommutációs, il-
letve nagyfrekvenciás
áramirányítókban

Tokozás: fémház, csavaros bázistönk-
kel

Kivezetések: anód-bázistönk,
katód, segédkatód és
vezérlőelektróda-haj-
lékony kivezetés

Polaritás: anód - ház

Periódikus pozitív és nega- tív csúcszárófeszültség U_{DRM} , U_{RRM}	$(du/dt)_{cr}$ 50 V/μs	$(du/dt)_{cr}$ 400 V/μs
---	---------------------------	----------------------------

	T71F 400 BGB	T71F 400 BGC
400 V	600 BGB	600 BGC
600 V	800 BGB	800 BGC
800 V	1000 BGB	1000 BGC
1000 V	1200 BGB	1200 BGC
1200 V		

Betűjel: G F E D
 t_q [μs]: 30 25 20 15

I_{TAV} egyenáramú határterhelhetőség hálózati üzemben (40 ...
60 Hz)

Hűtő- test	Hűtés hőm. θ_A	Hűtőköz. lítás V_L	Légszál- lítás V_L	I_{TAV}	I_{TAV}	I_{TAV}	I_{TAV}
KL,1 (S)	45 $^\circ$ C	-	36 A	37 A	34 A	28 A	
KL,1 (F)	35 $^\circ$ C	15 l/s	74 A	75 A	68 A	54 A	

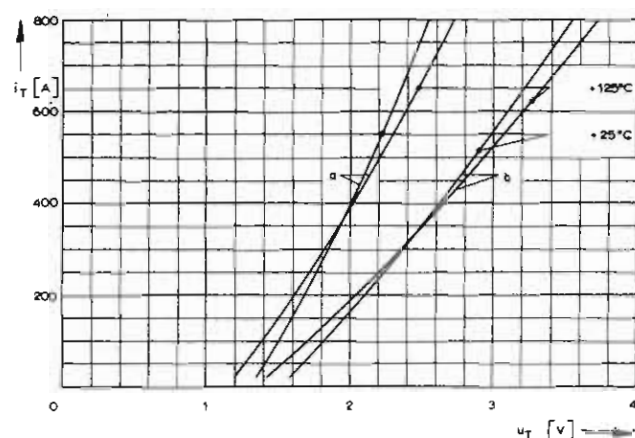
T71F

<u>Pozitív és negatív záróirány</u>			<u>Megjegyzés</u>
Periódikus csúcszáró-feszültség	U_{DRM}, U_{RRM}	400-1200V	
Záróáram	I_D, I_R	30 mA	$\theta_j = 125^\circ, U_{DRM}, U_{RRM}$
<u>Nyitóirány</u>			
Tartós határáram	$I_{TAV(I)}$	70 A	$\theta_c = 85^\circ$, fél-színusz
Határáram eff. érték	$I_{TRMS(I)}$	200 A	
Lökőáram	I_{TSM}	2050 A	$\theta_j = 125^\circ$, fél-színusz
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	21000 A ² s	$= 125^\circ, 10 \text{ ms}$
Nyitóirányú feszültség	$u_{T(I)}$	2,6 V	$= 25^\circ, i_T = 400 \text{ A}$
Küszöbfeszültség	$u_{(TO)}$	1,5 V	
Helyettesítő ellenállás	r_T	2,8 m Ω	
<u>Dinamikus jellemzők</u>			
Tartóáram	I_H	250 mA	$\theta_j = 25^\circ, u_D = 6 \text{ V}$
Dinamikus tartóáram	I_{LAT}	1,1 A	$\theta_j = 25^\circ, u_D = 6 \text{ V}$
Gyújtáskésési idő	t_{gd}	4,5 μ s	
Kritikus feszültség meredekség	$(du/dt)_{cr}$		$u_D = 0,67 U_{DRM}$
		50 V/ μ s	
		400 V/ μ s	
Kritikus árammerekedség	$(di/dt)_{cr}$	120 A/ μ s	$i_{TM} = 400 \text{ A}$
Szabaddáválási idő	t_q	15...30 μ s	tipustól függ
$(u_D = u_R = 0,67 U_{DRM})$			(v.ö. a 119. oldal táblázatával)

T71F

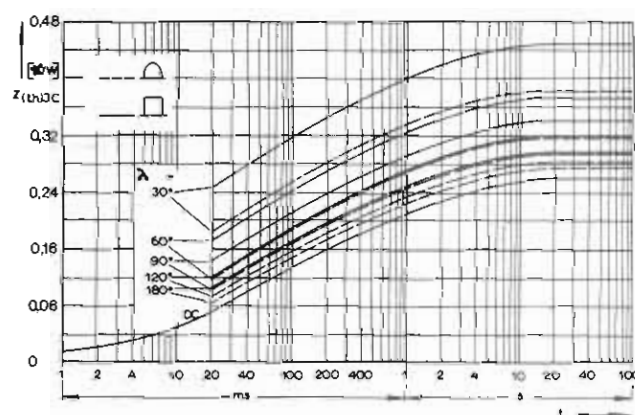
<u>Vezérlőkör adatok</u>			<u>Megjegyzés</u>
Gyújtóáram felső határ	I_{GT}	150 mA	$\theta_j = 25^\circ, u_D = 6 \text{ V}$
Gyújtófeszültség felső határ	U_{GT}	1,4 V	$= 25^\circ, u_D = 6 \text{ V}$
Nem gyújtó vezérlőáram	I_{GD}	5 mA	$\theta_j = 125^\circ$
Nem gyújtó vezérlőfeszültség	U_{GD}	0,2 V	$= 125^\circ$
<u>Termikus adatok</u>			
Tartósan megengedett PN hőmérséklet	$\theta_j(I)$	125 $^\circ$	
Üzemi hőmérséklet tartomány			$-40...+125^\circ$
Tárolási hőmérséklet tartomány	θ_S		$-40...+150^\circ$
Belső hőellenállás	R_{thJC}	0,261 K/W	
<u>Mechanikai adatok</u>			
Meghúzási nyomaték	M_d	20 Nm	
Súly	G	150 g	
Kúszóút		14 mm	

T71F

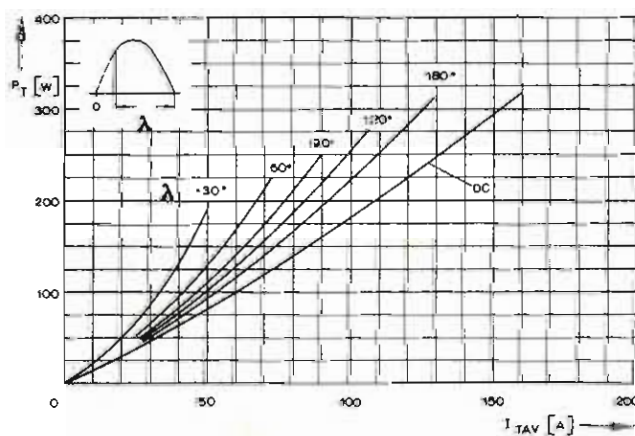


Nyitóirányú jelleggörbék

a: tipikus jelleggörbék
b: határjelleggörbék

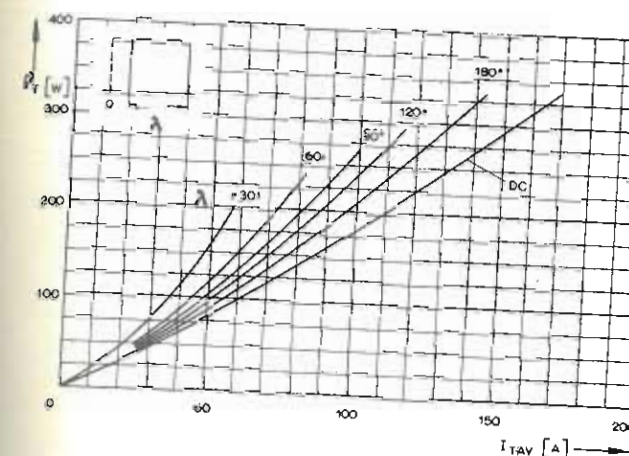


Tranziens belső hőimpedanciák

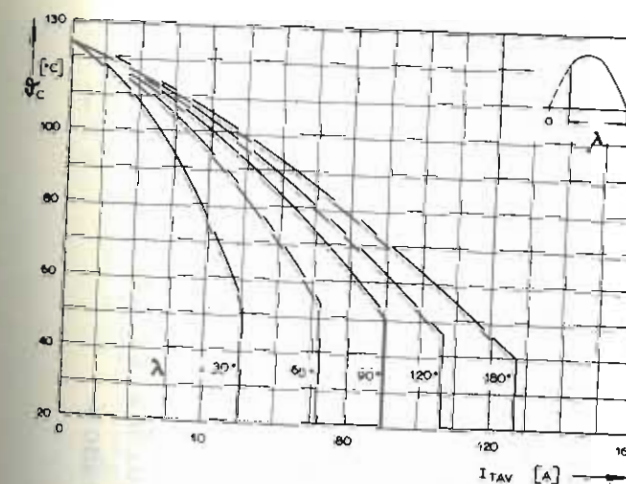


Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék

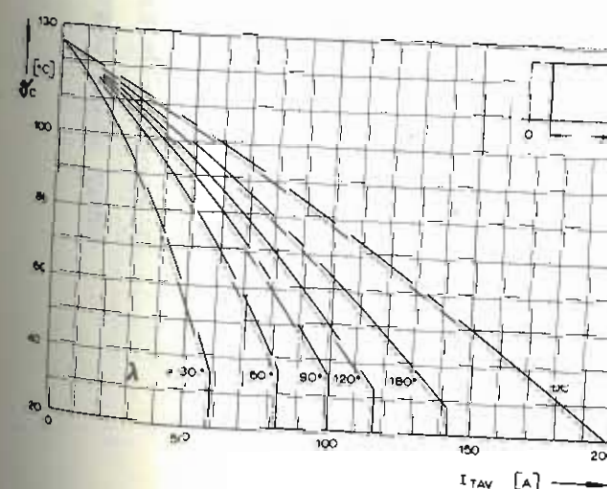
T71F



Nyitóirányú veszteségi teljesítmény jelleggörbék



T_{JC} házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)



T_{JC} házhőmérséklet megengedett értéke a nyitóirányú áram függvényében (hálózati üzem, 40 ... 60 Hz)

T71F

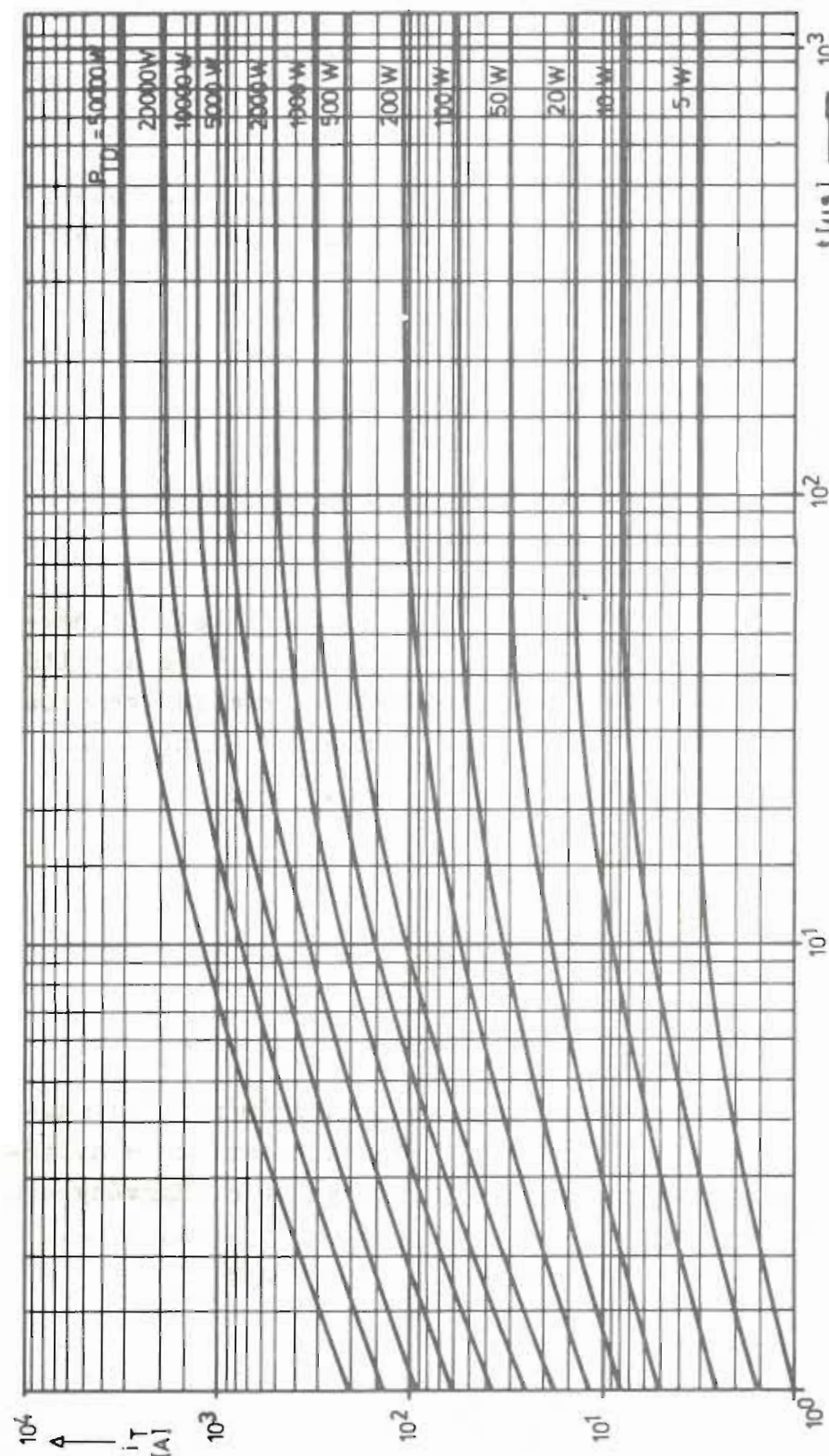
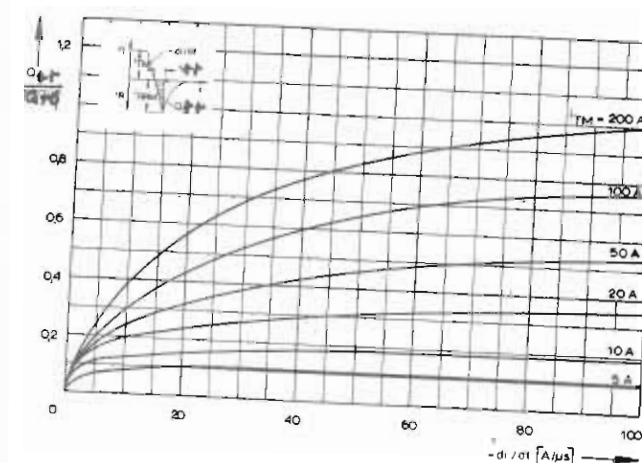


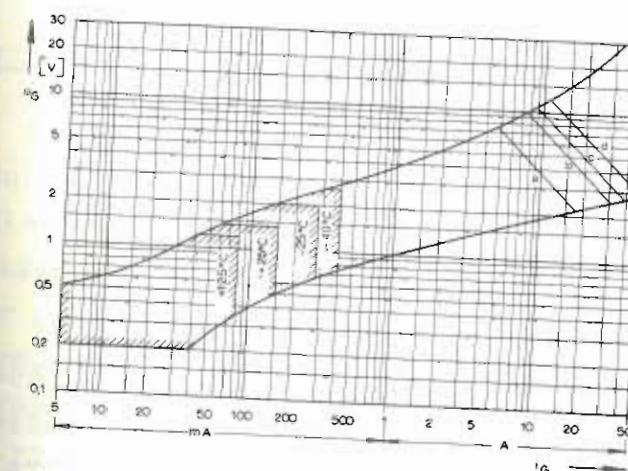
Diagram a bekapcsolási és nyitóirányú veszteségi teljesítmény meghatározásához

T71F



Záráskésési töltés a ki-kapcsolási árammeredekség függvényében

(I_c) I_{c0} [A]	D	E	F	G
	110	135	170	195



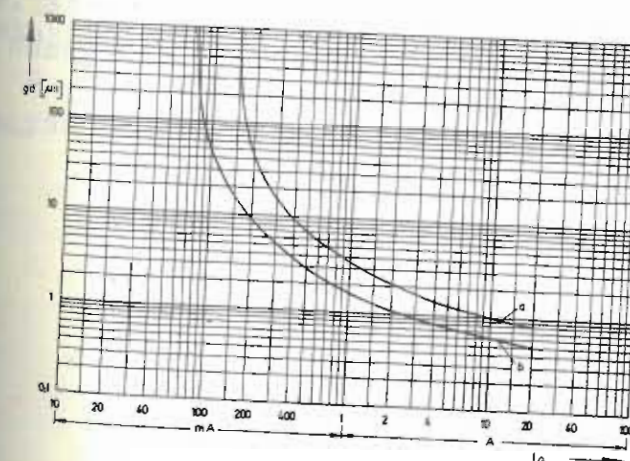
Bemeneti jelleggörbék
($U_D = 6$ V)

Imp. idő [ms]:

a	b	c	d
10	1	0,5	0,1

$P_{GAV(I)}$ [W]:

40	80	100	150
----	----	-----	-----



Gyújtáskésési idő a vezérlőáram függvényében
($\theta_j = 25$ °C, $i_{TM} = 30$ A)

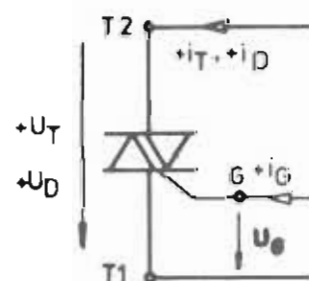
a: határjelleggörbe

b: tipikus jelleggörbe

III. TRIAKOK (kétirányú tirisztorok)

Áramköri szerepe alapján a triak két, ellenpárhuzamosan kapcsolt tirisztornak felel meg. Legtöbb jellemzőjét a tirisztorra megadott jellemzőkhöz hasonlóan értelmezzük, a következőkben ezért csak az eltéréseket ismertetjük:

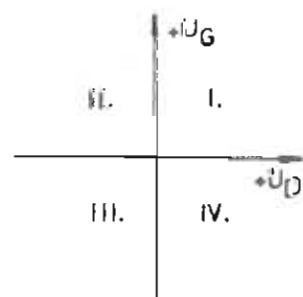
Jelölések, polaritások:



T1, T2: főáramköri kapcsok
G : vezérlőelektroda (gyújtóelektroda)

Gyújtás:

A T2 főáramköri kapocs és a G vezérlőelektroda - T1 főáramköri kapocshoz viszonyított - feszültségének polaritásától függően általában négyféle gyújtás lehetséges. Az ábra szerinti gyújtási negyedekben a gyújtáshoz szükséges vezérlési teljesítmények azonban egymástól különböznek. Legnagyobb



teljesítmény a II. negyedben szükséges, vannak továbbá olyan típusok is, amelyeknél a II. negyed feltételei között a gyújtás be sem következik. A triakvezérlő áramkörök kialakításánál ezt a jellegzetességet feltétlenül figyelembe kell venni.

A határáram effektív értéke I_{TRMS}

Az 50 Hz-es szinuszalakú vezetési (nyitóirányú) áram legnagyobb tartósan megengedett értéke, amely állandó üzemben a legintenzívebb hűtés mellett sem léphető túl.

Határáram jelleggörbe

Üzemzavar esetén az 50 Hz-es szinuszalakú vezetési áram legnagyobb megengedett csúcserké az idő függvényében.

Kritikus feszültségmeredekség $(du/dt)_{cr}$

Az egyik irányú vezetésből zárásba átmenetkor a félvezetőben megnövekedett töltéssűrűség miatt az áram irányt vált és ellentétes irányban folyik mindaddig, amíg a félvezető szerkezetben a záróréteg fel nem épül. Az ellentétes irányú áram ekkor nagy sebességgel a zárt állapothoz tartozó statikus értékre csökken. A gyors áramváltozás az áramkörben lévő induktivitásokban olyan nagymeredekségű feszültséget hozhat létre, amelynek polaritása a félvezető ellentétes vezetési iránya szempontjából pozitív. A gyors feszültségváltozás az eszköz bekapcsolását okozhatja.

A triak kritikus feszültségmeredeksége a tirisztorénál nagyságrendekkel kisebb.

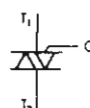
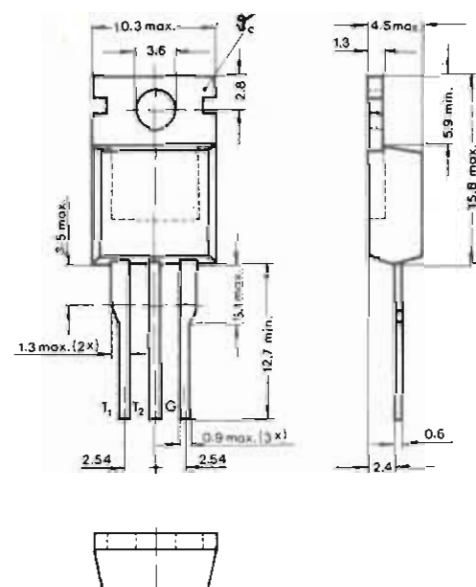
SKU 10

Kisteljesítményű triak 500 ... 600 V, 10 A

Alkalmazás: általános célokra, kisteljesítményű fogyasztók kapcsolására, illetve teljesítményvezérlésre

Tokozás: műanyag ház fém bázistönkkel

Kivezetések: fémzásló; csatlakozás forrasztással



Tipus	Periódikus csúcs- zárófeszültség U_{DRM}	Nem per. csúcszáró- feszültség U_{DSM}	$(du/dt)_{cr}^*$
SKU 10/05	500 V	500 V	4 V/ μ s
10/06	600 V	600 V	4 V/ μ s

I_{TRMS} határterhelhetőség: 10 A (teljes szinuszhullám, házműmérséklet $\theta_c = 99,5^\circ C$)

* előzetes áramvezetés után

SKU 10

Megjegyzés

Zárási jellemzők

Per. csúcszárófesz.	U_{DRM}	500...600V	
Nem per. csúcszáró- feszültség	U_{DSM}	500...600V	
Záróáram	I_D	0,5 mA	$\theta_j = 85^\circ C, u_D = 400 V$

Vezetési jellemzők

Határáram eff. érték	I_{TRMS}	10 A	$\theta_c = 99,5^\circ C$
Lökőáram	I_{TSM}	90 A	$\theta_j = 110^\circ C$
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	40 A ² s	$= 110^\circ C$
Nyitóirányú fesz.	u_T	1,65 V	$= 25^\circ C, i_T = 15 A$
Küszöbfeszültség	$u_{(TO)}$	1,00 V	$= 110^\circ C$
Helyettesítő ellen- állás	R_T	35 m Ω	$= 110^\circ C$

Dinamikus jellemzők,
kapcsolási viszonyok

Tartóáram	I_H	50 mA	$\theta_j = 25^\circ C$
Dinamikus határáram	I_{LAT}	60 mA	$= 25^\circ C$
Kritikus árammerek- ség	$(di/dt)_{cr}$	30 A/ μ s	$(f = 50 Hz)$
Kritikus feszültség- merektség	$(du/dt)_{cr}$	50 V/ μ s	előzetes áramveze- tés nélkül

Vezérlőköri adatok

Gyújtóáram felső határ	I_{GT}		
I., III. és IV. negyed		35 mA	$\theta_j = 25^\circ C$
II. negyed		50 mA	$= 25^\circ C$
Gyújtófesz. felső határ	U_{GT}		
I., III. és IV. negyed		1,5 V	$\theta_j = 25^\circ C$
II. negyed		1,5 V	$= 25^\circ C$
Megeng. max. vezérlő- köri veszteségi tel- jesítmény	$P_{(GAV)}$	0,5 W	középérték
	P_{GM}	5 W	csúcsérték

SKU 10

Termikus adatok

Tartósan megengedett
max. PN hőmérséklet

$\theta_j(I)$ 110 °C

Üzemi hőm. tartomány

-40...+110 °C

Tárolási hőm. tartomány

θ_s -40...+125 °C

Belső hőellenállás

R_{thJC} 0,75 K/W

Ház-hűtőtest átmene-
ti hőellenállás

R_{thCK}

hővezető pasztával

0,3 K/W

hővezető paszta nélkül

1,4 K/W

Hőellenállás a PN szer-
kezet és a környezet
között

R_{thJA}

60 K/W

50 Hz-es szinusz
áram

Megjegyzés

NYÁK lemezre,
szabad beépítés-
nél

Mechanikai adatok

Súly

G

2 g

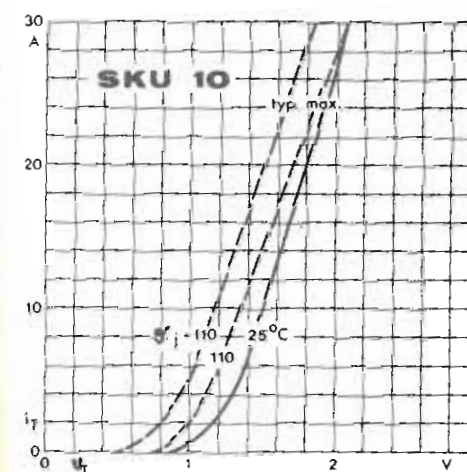
Kúszóút

kb. 1,2 mm

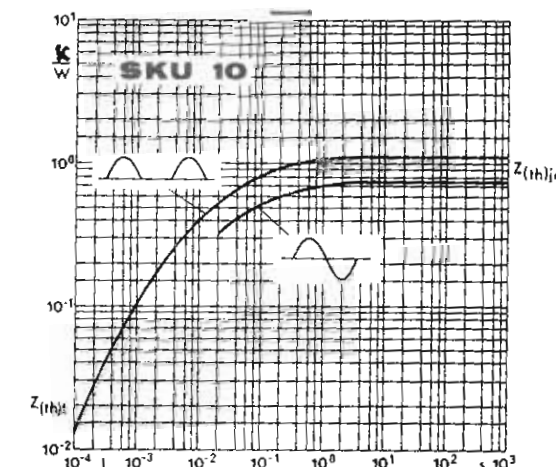
Rázásállóság

50 m/s²

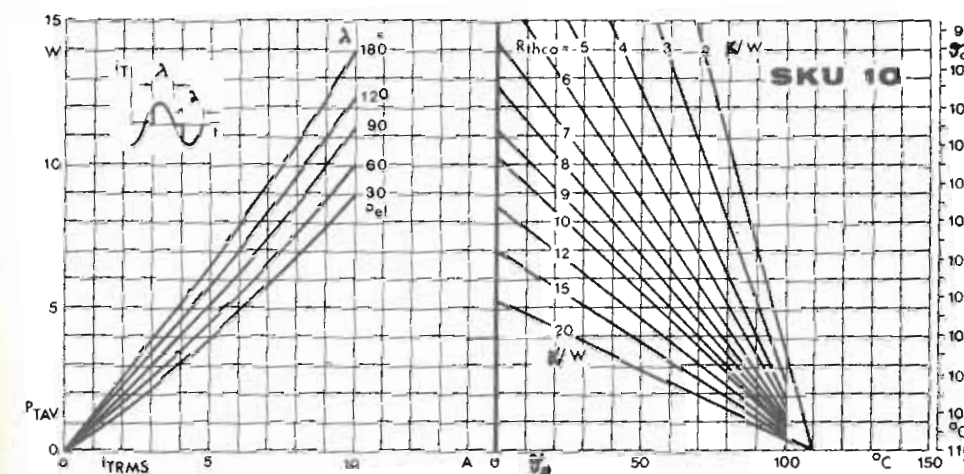
SKU 10



Nyitóirányú (vezetési)
jelleggörbék

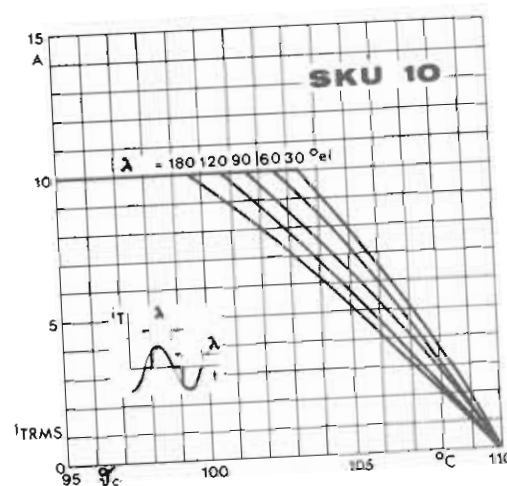


Tranziens belső hőimpedanciák
félszinusz és szinuszalakú á-
ramra

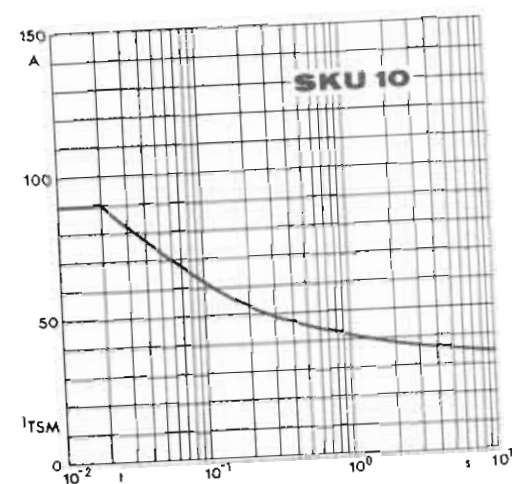


Nyitóirányú (vezetési) veszteségi teljesítmény jelleggör-
bék. Nomogram a terhelhetőség meghatározásához különböző
hűtési feltételeknél

SKU 10



A határáram effektív értéke a házhőmérséklet függvényében, különböző áramvezetési szögeknel



I_{TSM} lököáram határérték az idő függvényében (θ_j kezdeti értéke 125 °C). A jellegző görbe a szinuszalakú áram csúcsértékére vonatkozik

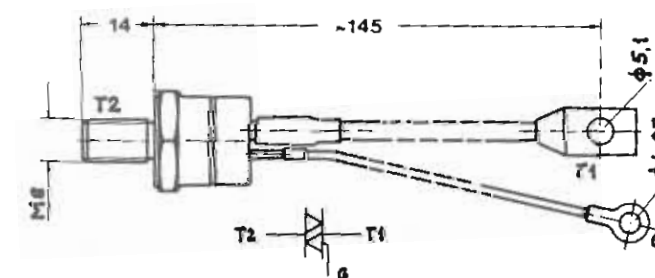
SKU 45

Nagyteljesítményű triak 600...1400 V, 45 A

Alkalmazás: általános célokra, közepes teljesítményű fogyasztók kapcsolására, illetve teljesítményvezérlésére

Tokozás: fémház, csavaros bázistönkkel

Kivezetések: T1 és G - hajlékony kivezetés
T2 - bázistönk



Tipus	Periódikus csúcs- zárófesz. U_{DRM}	Nem per. csúcszáró- feszültség U_{DSM}	$(du/dt)^*_{cr}$
SKU 45/06	600 V	600 V	10 V/ μ s
45/08	800 V	800 V	
45/12	1200 V	1200 V	
45/14	1400 V	1400 V	

I_{TRMS} határterhelhetőség: 45 A (teljes szinuszhullám, házhőmérséklet $\theta_c = 85$ °C)

12 A - K5 hűtőtesttel
17 A - K3 hűtőtesttel
30 A - K1.1 hűtőtesttel

Körny.hőm.:
 $\theta_A = 45$ °C

* előzetes áramvezetés után

SKU 45

Zárási jellemzők

Megjegyzés

Per. csúcszárófesz.	U_{DRM}	600-1400 V	
Nem per. csúcszárófe- szültség	U_{DSM}	600-1400 V	
Záróáram	I_D	20 mA	$\theta_j = 125^\circ C, u_D = U_{DRM}$

Vezetési jellemzők

Határáram eff. érték	I_{TRMS}	45 A	$\theta_c = 85^\circ C$
Lökőáram	I_{TSM}	400 A	$\theta_j = 125^\circ C$
Határterh. integrál	$\int i^2 dt$	800 A ² s	$= 125^\circ C$
Nyitóirányú fesz.	u_T	2,1 V	$= 25^\circ C, i_T = 100A$
Küszöbfeszültség	$u_{(TO)}$	1,6 V	$= 125^\circ C$
Helyettesítő ellen- állás	r_T	6 m Ω	$= 125^\circ C$

Dinamikus jellemzők,
kapcsolási viszonyok

Tartóáram	I_H	200 mA	$\theta_j = 25^\circ C$
Dinamikus tartóáram	I_{LAT}	500 mA	$= 25^\circ C$
Kritikus árammeredek- ség	$(di/dt)_{cr}$	50 A/ μ s	50 Hz
Kritikus feszültség- meredekség	$(du/dt)_{cr}$	200 V/ μ s	előzetes áramve- zetés nélkül

Vezérlőköri adatok

Gyújtóáram felső határ	I_{GT}		
I., III. és IV. negyed		200 mA	$\theta_j = 25^\circ C$
II. negyed		-	
Gyújtófesz. felső határ	U_{GT}		
I., III. és IV. negyed		2,5 V	$\theta_j = 25^\circ C$
II. negyed		-	
Megeng. max. vezérlő- köri veszteségi tel- jesítmény	$P_{(GAV)}$	2 W	középérték
	P_{GM}	10 W	csúcsérték

SKU 45

Termikus adatok

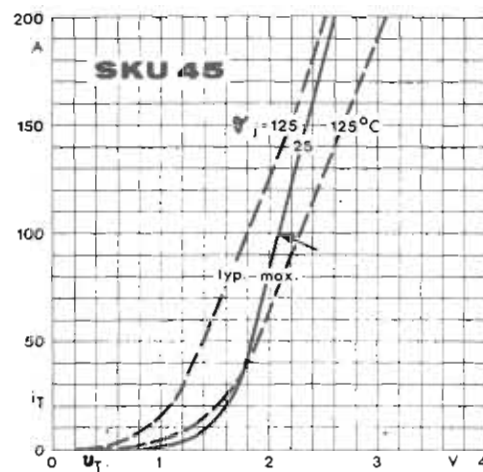
Megjegyzés

Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet	$\theta_{j(I)}$	125 $^\circ C$	
Üzemi hőm. tartomány		-40...+125 $^\circ C$	
Tárolási hőm. tarto- mány	θ_s	-55...+125 $^\circ C$	
Belső hőellenállás	R_{thJC}	0,6 K/W	50 Hz-es szinu- szos áram
Ház-hűtőtest átmeneti hőellenállás	R_{thCK}	0,2 K/W	(M_d nyomatékkal meghúzva)

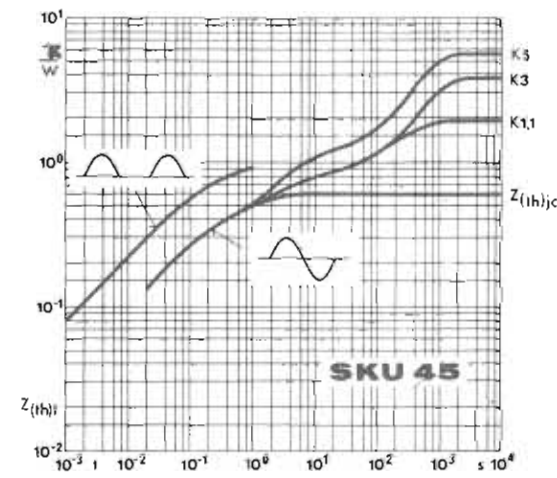
Mechanikai adatok

Meghúzási nyomaték	M_d	4...6 Nm
Súly	G	45 g
Kúszóút		~8 mm
Rázásállóság		50 m/s ²

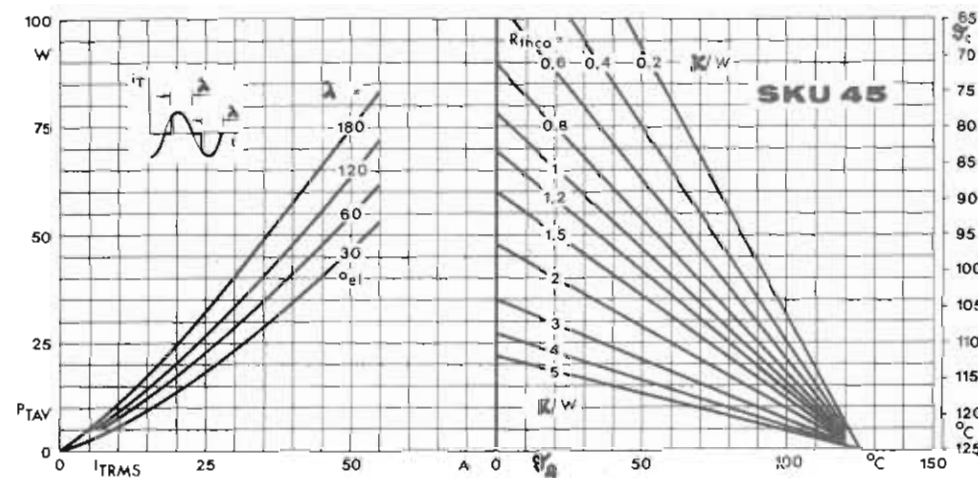
SKU 45



Nyitóirányú (vezetési) jelleggörbék

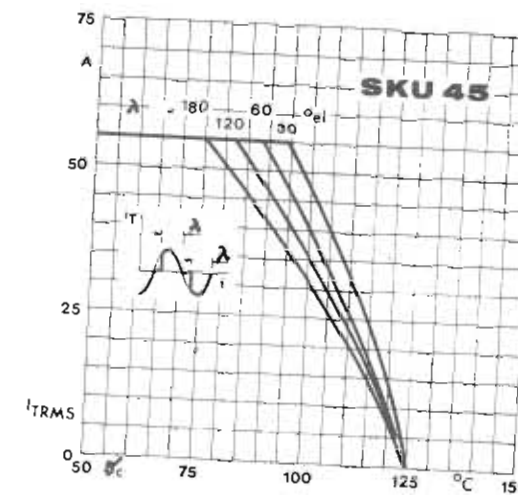


Tranziens hőimpedanciák

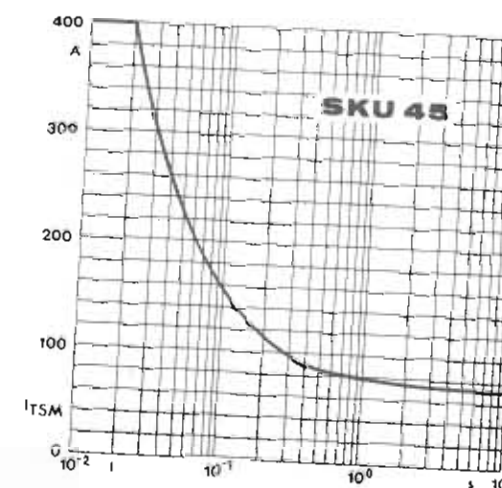


Nyitóirányú (vezetési) veszteségi teljesítmény jelleggörbék. Nomogram a terhelhetőség meghatározásához különböző hűtési feltételeknél

SKU 45



A határáram effektív értéke a házhőmérséklet függvényében, különböző áramvezetési szögeknel



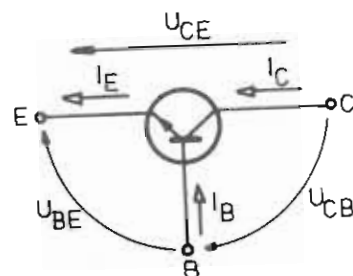
I_{TSM} lököáram határérték az idő függvényében (θ_j kezdeti értéke 125 °C). A jelleggörbe a szinuszalakú áram csúcsértékére vonatkozik.

IV. TELJESÍTMÉNYTRANZISZTOROK

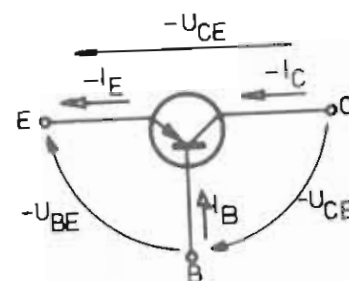
Fogalmak, meghatározások

Jelölés:

NPN szerkezet:



PNP szerkezet:



B: bázis

C: kollektor

E: emitter

Az áramjelölések indexei egybetűsek, vagy hárombetűsek. Egybetűs az index, ha az adott kivezetésen átfolyó áramot jelöljük (pl. I_C : kollektoráram). Hárombetűs indexnél az első két betű azt a két kivezetést jelöli, amelyek között az áram folyik (pl. I_{CB} : kollektor és bázis között folyó áram), a harmadik betű pedig a második betűvel jelölt kivezetés és a harmadik, nem megnevezett kivezetés között lévő kapcsolatra utal. Harmadik betűk:

- O : a nem megnevezett, harmadik kivezetés szabadon van (pl. I_{CEO} : kollektor-emitter maradékáram nyitott bázisnál; $I_B = 0$)
- R : a második betűvel jelölt és a nem megnevezett, harmadik kivezetés között ohmos ellenállás van (pl. I_{CER} : kollektor-emitter maradékáram; az emitter és bázis között R ellenállás van)
- S : a második betűvel jelölt és a nem megnevezett, harmadik kivezetés között rövidzár van (pl. I_{CES} : kollektor-

-emitter maradékáram rövidrezárt bázis-emitter átmenetnél)

V : a második betűvel jelölt és a nem megnevezett, harmadik kivezetés között zárófeszültség van (pl. I_{CEV} : kollektor-emitter maradékáram záróirányú feszültséggel igénybevett bázis-emitter átmenetnél)

A feszültségjelölések indexei kétbetűsek, vagy hárombetűsek. Kétbetűs index azt a két kapcsolatot jelöli, amelyek között lévő feszültségre a jelölés vonatkozik (pl. U_{CB} : kollektor-bázis feszültség). Hárombetűs indexnél - az áramjelölések indexeihez hasonlóan - a harmadik betű a második betűvel jelölt kivezetés és a nem megnevezett kivezetés között lévő kapcsolatra utal (pl. U_{CES} : kollektor-emitter feszültség rövidrezárt bázis-emitter átmenetnél).

Meghatározó jellemzők:

Az áramirányítókban kapcsolóként alkalmazott tranzisztorok kizárólag szilícium alapanyagból készülnek és főként közös emitterű kapcsolásban működnek. Ha az átkapcsolási folyamatoktól eltekintünk, két szélső állapotuk van. A tranzisztor

- szabadon hagyott, vagy ellenállással, illetve záróirányú feszültséggel lezárt bázis-emitter átmenetnél zárt állapotban van, a kollektor-emitter kapcsok között kis áramot vezet,
- a bázis-emitter átmeneten indított, megfelelő nagyságú vezérlőáram hatására bekapcsol, nagy áramot vezet, a kollektor-emitter kapcsok között a feszültségesés kicsi.

Az áramirányítótechnikában teljesítménytranzisztornak azokat a kapcsolótranzisztorokat nevezik, amelyek kapcsolási teljesítménye 500 VA-nél, megengedett U_{CE} kollektor-emitter feszültsége 100 V-nál és tartósan megengedett I_C kollektorárama 5...10 A-nél nagyobb. Éles határokat természetesen nem lehet kijelölni, az adatok csak tájékoztató jellegűek. A teljesítménytranzisztorok közé tartoznak a különösen nagy feszültségű, monolitikus kivitelű Darlington-tranzisztorok is.

A PNP és NPN szerkezetek külső működése (áramköri szerepe) között elvileg nincs különbség. 100 V-nál kisebb feszültségekre mindkét változatot gyártják. (A csaknem egyező jellemzőkkel kialakított PNP-NPN párokat komplementer pároknak nevezik.) A feszültségtűrés növelésével azonban a PNP szerkezetek gyártása nehéz és nem gazdaságos. Nagyobb, néhányszor 100 V feszültségekre ezért csaknem kizárólag NPN szerkezetek állnak a felhasználók rendelkezésére.

Kivitel:

Teljesítménytranzisztorokban a félvezető kristályt nagyszilárdságú fém alaplapra - rendszerint forrasztással - erősítik. Az alaplap a kollektor kivezetéssel fémes kapcsolatban van. Maga a tranzisztor ház (tokozás), illetve az alaplap a jobb hőátadás érdekében rézből, vagy rezeztett acélból készül. A bázis és emitter kis ellenállású kivezetései az alaplap furatain, üveg vagy kerámia átvezető szigetelőkön keresztül csatlakoznak a félvezetőhöz. Felerősítésük rendszerint forrasztással történik. Az ilyen szerkezetű tranzisztorok különböző hűtőtestekre könnyen szerelhetők, a bennük hővé alakuló veszteség kis hőellenálláson keresztül vezethető a környezethez.

A tranzisztortechnikában szokatlanul nagy áramok vezetésére alkalmas változatok kivitele a csavaros, illetve sík bázis-tönkű, vagy a tárcsaszerkezetű diódákéhoz, tirisztorokéhoz hasonló.

Műszaki jellemzők:

A megadott jellemzők egy része abszolút határérték, amelynek túllépése a tranzisztor tönkremenetelét okozhatja. A villamos jellemzőket egyébként meghatározott PN hőmérsékletre adják meg. A gyártók a teljes üzemi hőmérséklettartományban érvényes adatok mellett olyan adatokat is közölnek, amelyek a legnagyobb megengedett hőmérsékletre vonatkoznak.

1. Feszültség adatok

1.1 Legnagyobb megengedett kollektor-emitter feszültség $U_{CE...}$

A tranzisztorban a bázis-emitter és a kollektor-bázis átmenet viszonyai nem függetlenek egymástól. A tranzisztor feszültségtűrése több tényezőtől, főként a bázis-emitter átmenet állapotától, valamint a kollektoráram nagyságától és változásának irányától függ.

Nyitott bázisnál a tranzisztorra U_{CEO} feszültség kapcsolható, amelyet a bázis és az emitter közé kapcsolt ellenállással U_{CER} , illetve a bázis-emitter átmenet rövidrezárásával U_{CES} értékig növelhetünk. Ha a bázis-emitter átmenetre kapcsolt $-U_{BE}$ záróirányú feszültséggel az emitteráramot csökkentjük, a feszültséget U_{CEV} , határesetben U_{CBO} értékig (közel a kollektor-bázis átmenet letörési feszültségéig) növelhetjük.

A feszültséghatárok túllépése - üzemállapottól fügően - másodlagos letörést, azaz a tranzisztor tönkremenetelét, vagy elsődleges letörést okozhat. Ez utóbbi visszafordítható, önmagában nem okoz károsodást.

1.2 Legnagyobb megengedett bázis-emitter zárófeszültség $-U_{BE}$

A bázis-emitter átmenetre kapcsolható záróirányú feszültség legnagyobb megengedett pillanatértéke.

1.3 Kollektor-emitter maradék (telítési) feszültség $U_{CE(sat.)}$

A tranzisztor bekapcsolt állapotában a kollektor és emitter kivezetések között lévő feszültség. Adott bázisáramra és kollektoráramra, meghatározott PN hőmérsékletre vonatkozó adat.

1.4 Bázis-emitter maradék (telítési) feszültség $U_{BE(sat.)}$

A tranzisztor bekapcsolt állapotában a bázis és emitter kivezetések között lévő feszültség. Adott bázisáramra és kollektoráramra, meghatározott PN hőmérsékletre vonatkozó adat.

2. Áram határértékek

A kollektoráram legnagyobb megengedett értéke részben az áramerősítéstől, részben az emitter oldal, a fémes kivezetések és a ház kialakításától függ. A legnagyobb megengedett I_{CM} kollektoráramot határáramnak nevezzük. Értéke folyamatos üzetre (egyenáramra), impulzusüzemre, vagy egyetlen impulzusra vonatkozik.

A gyártók a bázisáramra, esetleg az emitteráramra vonatkozó határadatokat is közlik.

A határáramok olyan abszolút határértékek, amelyeket a legintenzívebb hűtésnél sem szabad túllépni.

3. Egyéb villamos adatok

3.1 Maradékáramok I_{CEO} , I_{CBO} , I_{EBO}

A teljes üzemi hőmérséklettartományban az indexben jelölt kapcsok között folyó áram legnagyobb értéke. Meghatározott feszültségre vonatkozó adat. A harmadik, az indexben nem jelölt kapocs szabadon van.

3.2 Áramerősítési tényező B, β

Adott munkapontban, meghatározott PN hőmérsékleten a nagyjelű (egyenáramú) és kisjelű áramerősítési tényező, azaz a kollektoráram és a bázisáram hányadosa, illetve adott frekvencián a kollektoráram és a bázisáram változásának hányadosa.

3.3 Átviteli (tranzit) frekvencia f_T

A frekvenciának az a határértéke, amelynél közös

emitterű kapcsolásban a kisjelű áramerősítésegységre csökken ($\beta = 1$). A tranzisztorok kapcsolási tulajdonságaira vonatkozóan csak tájékoztató adat.

3.4 Kapcsolási idők t_d , t_r , t_s , t_f

Adott vezérlési feltételek mellett, adott kollektoráram (terhelés) kapcsolásakor, meghatározott PN hőmérsékleten a késleltetési idő (t_d), a felfutási vagy átkapcsolási idő (t_r), a tárolási idő (t_s) és az esési vagy lefutási idő (t_f) értéke.

3.5 Legnagyobb, tartósan megengedett veszteségi teljesítmény P_T

A tranzisztorban keletkező veszteségi teljesítmény tartósan megengedett értéke, meghatározott kollektor-emitter feszültségnél és házhőmérsékletnél.

4. Hőmérsékleti adatok

4.1 Üzemi hőmérséklettartomány

A PN hőmérséklet megengedett tartománya, amelyen belül a tranzisztor üzemeltethető.

4.2 Raktározási, tárolási hőmérséklettartomány θ_s

Az a hőmérséklettartomány, amelyen belül a tranzisztor villamos igénybevitel nélkül raktározható, tárolható, vagy szállítható.

4.3 Belső hőellenállás R_{thJC}

A PN hőmérséklet és a tranzisztorház hűtőtesttel érintkező felületének - többnyire a gyártó által megjelölt referenciapontjának - hőmérséklete közötti különbség osztva a tranzisztorban egyenáram hatására keletkező veszteségi teljesítménnyel.

5. Mechanikai adatok

Méretekre, súlyra, szorítóerőre, rázásállóságra vonatkozó jellemzők.

6. Jelleggörbék

6.1 Veszteségi teljesítmény jelleggörbe $P_T = f(I_C)$, $U_{CE} = \text{áll.}$

A veszteségi teljesítmény tartósan megengedett legnagyobb értéke a házhőmérséklet függvényében, különböző kollektor-emitter feszültségeknél.

6.2 Tranziens belső hőimpedancia $Z_{thJC} = f(t)$

A görbesereg τ ismétlődési idejű, t_p időtartamú impulzusterhelésre, különböző t_p/τ bekapcsolási arányokra adja meg a tranzisztor impulzusüzemre vonatkozó Z_{thJCp} tranziens hőimpedancia-idő függvényeit. A $t_p/\tau = 0$ értékhez tartozó jelleggörbe az egyetlen impulzusra (egyenáramra) vonatkozó Z_{thJC} tranziens hőimpedancia.

6.3 Megengedett működési tartomány

A tartományt $U_{CE} - I_C$ koordinátarendszerben a tranzisztorjellemzők határértékei jelölik ki. Határain belül a tranzisztor károsodása nélkül tetszőleges kollektoráram és kollektor-emitter feszültség engedhető meg, ezért a biztos üzem tartományának is nevezik. A tartományt a kollektoráram, a kollektor-emitter feszültség, az állandó veszteségi teljesítmény legnagyobb megengedett értéke, továbbá a másodlagos letörés határolja. Meghatározott - rendszerint 25°C és egy nagyobb, $80...125^\circ\text{C}$ - házhőmérsékletre vonatkozik.

6.4 Áramerősítési jelleggörbe $B = f(I_C)$

A nagyjelű (egyenáramú) áramerősítési tényező, a kollektoráram függvényében. A görbe meghatározott kol-

lektor-emitter feszültségre és házhőmérsékletre vonatkozik.

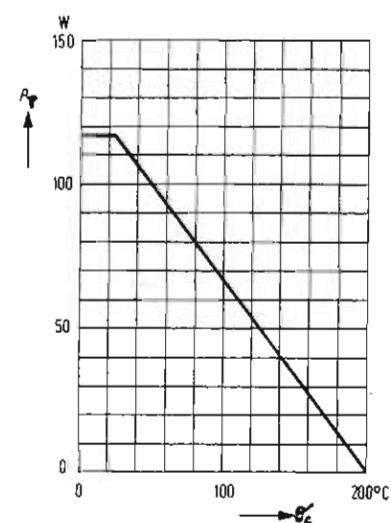
6.5 Maradék (telítési) feszültség jelleggörbék $U_{CE(sat)} = f(I_C)$, $U_{BE(sat)} = f(I_C)$

Meghatározott házhőmérsékletnél a kollektor-emitter, illetve a bázis-emitter kapcsolatok közötti maradékfeszültség a kollektoráram függvényében. Rendszerint a gyártási szórás középértékének és felső határértékének megfelelő jelleggörbék adják meg.

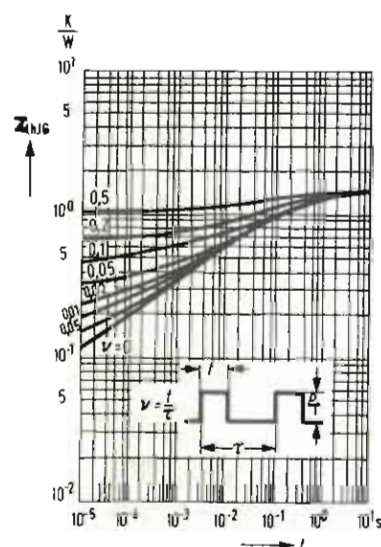
6.6 Kapcsolási időkre vonatkozó jelleggörbék

Adott vezérlési feltételek, adott tápfeszültség mellett, adott - rendszerint tisztán ohmos, illetve a működtetés periódusidejéhez képest nagy időállandójú ohmos-induktív - terhelés kapcsolásakor, meghatározott házhőmérsékletnél, a t_d késleltetési idő, a t_r átkapcsolási idő, a t_s tárolási idő és a t_f esési idő a kollektoráram függvényében. A görbék rendszerint a gyártási szórás középértékének megfelelő elemre vonatkoznak, azaz tipikus jelleggörbék.

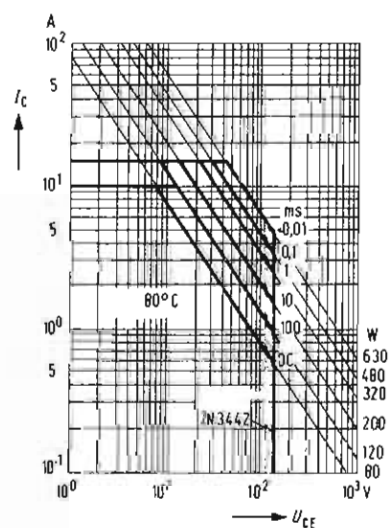
2 N 3442



Megengedett összes veszteségi teljesítmény a házhőmérséklet függvényében ($U_{CE} \leq 5 \text{ V}$)

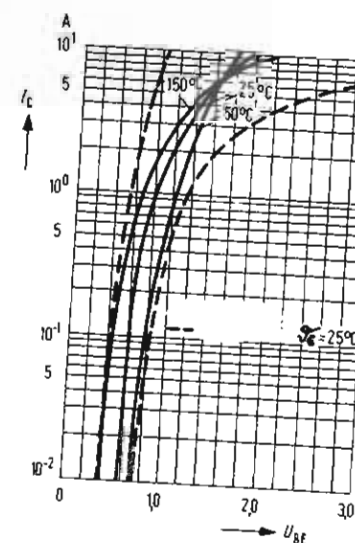


Tranziens hőimpedanciák



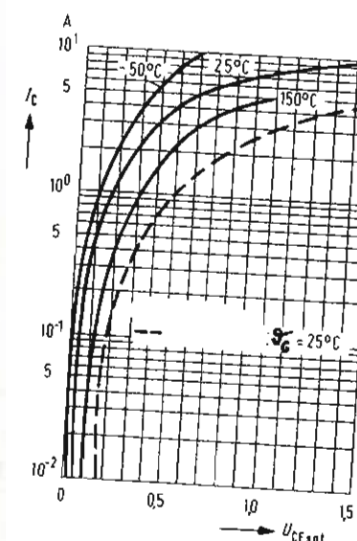
Megengedett működési tartomány
 $\theta_C = 80 \text{ }^\circ\text{C}^\circ, \quad \nu = 0,01$

2 N 3442



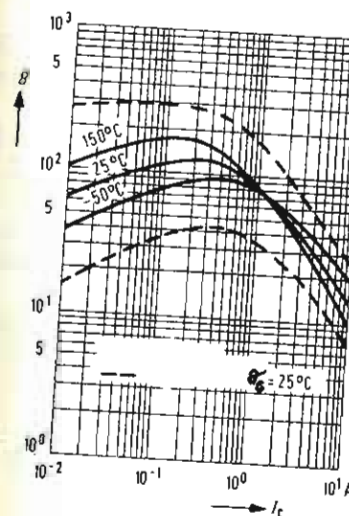
Maradékfeszültség jelleggörbék

—: tipikus jelleggörbék
---: felső határjelleggörbe



Maradékfeszültség jelleggörbék

—: tipikus jelleggörbék
---: felső határjelleggörbe



Nagyjelű áramerősítés a kollektoráram függvényében

—: tipikus jelleggörbék
---: határjelleggörbék

IR 506

Háromszorosan diffundált, NPN szilícium, monolitikus
Darlington teljesítménytranzisztorok 600-1000 V, 15 A

Alkalmazás: nagyfeszültségű frekvenciaátalakítóknak, egyenáramú és váltakozóáramú hajtásokban, nagyfeszültségű kapcsolóüzemű tápegységekben

Tokozás: fémház

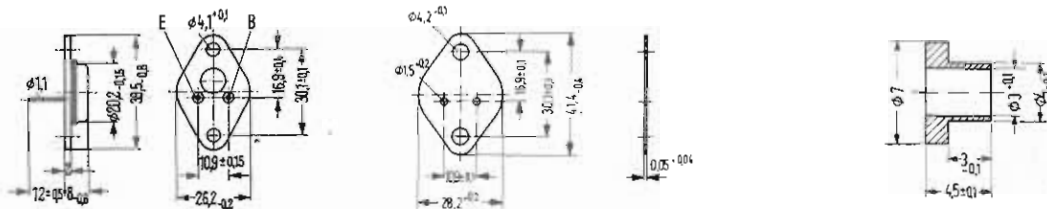
Kivezetések: kollektor - fémház; bázis és emitter merev, forrasztható huzalkivezetés

Szerelés: hűtőtesthez, vagy hűtőlemezhez csavarkötéssel. Szigetelt szerelés csillám, vagy alumíniumoxid szigetelőlappal és átvezető szigetelőkkel.

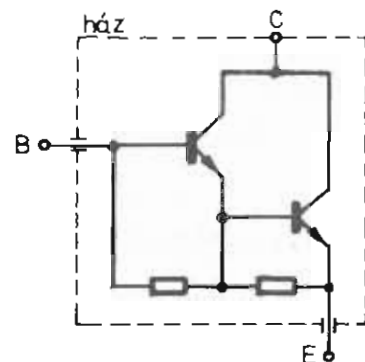
Tranzisztor:

Szigetelőlap:

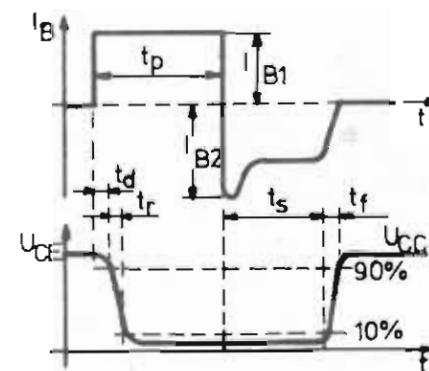
Átvezető szig.



Helyettesítő kapcsolás:



Kapcsolási folyamatok:



IR 506

Határadoatok:

tipus:	IR 5063	5066
Kollektor-bázis feszültség	U_{CBO} 600 V	1000 V
Kollektor-emitter feszültség	U_{CEO} 500 V	900 V
Bázis-emitter feszültség	U_{BE} -20 V	-20 V
Kollektoráram (folyt.)	I_C 15 A	15 A
Kollektoráram (csúcs)	I_{CM} 20 A	20 A
Bázisáram (folyt.)	I_B 5 A	5 A
Bázisáram (csúcs)	I_{BM} 8 A	8 A
Tartósan megengedett max. PN hőmérséklet	ϑ_j -65...+150 °C	-65...+150 °C
Tárolási hőm. tartomány	ϑ_S -65...+150 °C	-65...+150 °C
Összes veszteségi telj. ($\vartheta_C=25$ °C)	P_T 125 W	125 W

Belső hőellenállás ($U_{CE} = 5$ V)

R_{thJC}

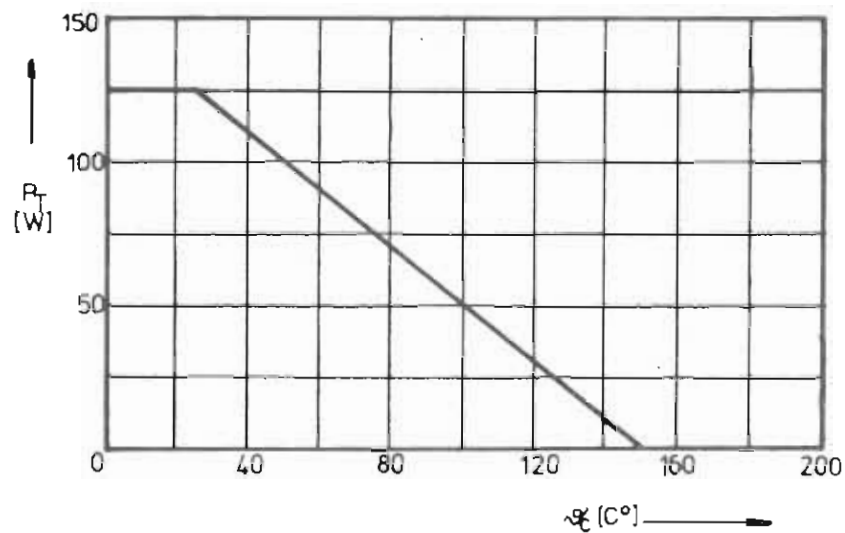
1,0 K/W

Statikus jellemzők

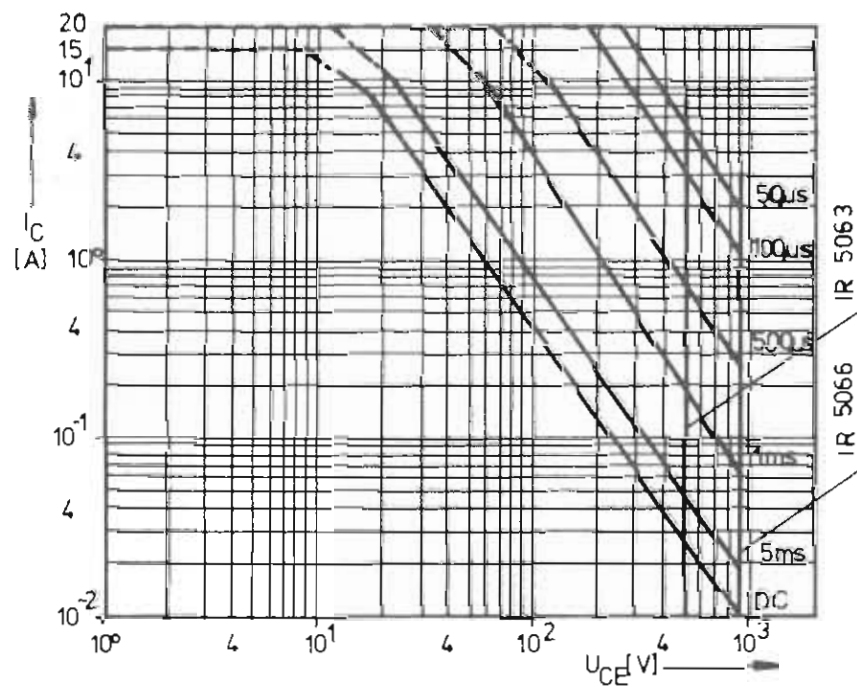
Kollektor-emitter maradé- áram ($u_{ce} = U_{CEsat}$)	I_{CEO}	1,0 mA
Emitter-bázis maradéáram ($U_{BE} = -7$ V)	I_{EBO}	7 V
Kollektor-emitter tápfeszültség (U_{CC})	U_{CEO}	500 V 900 V
Bázis-emitter feszültség ($I_B=1,6$ A; $I_C=10$ A)	U_{BE}	3,3 V 2,6 V
Kollektor-emitter maradé- fesz. $I_B=1,6$ A; $I_C=10$ A	U_{CEsat}	2 V
Nagyjelű áramerősítés ($U_{CE}=5$ V)	B	12 ^{**} 8 ^{**}

^{**} $I_C=15$ A, ^{**} $I_C=10$ A

IR 506



Megengedett összes veszteségi teljesítmény a házhőmérséklet függvényében ($U_{CE} = 5 \text{ V}$)



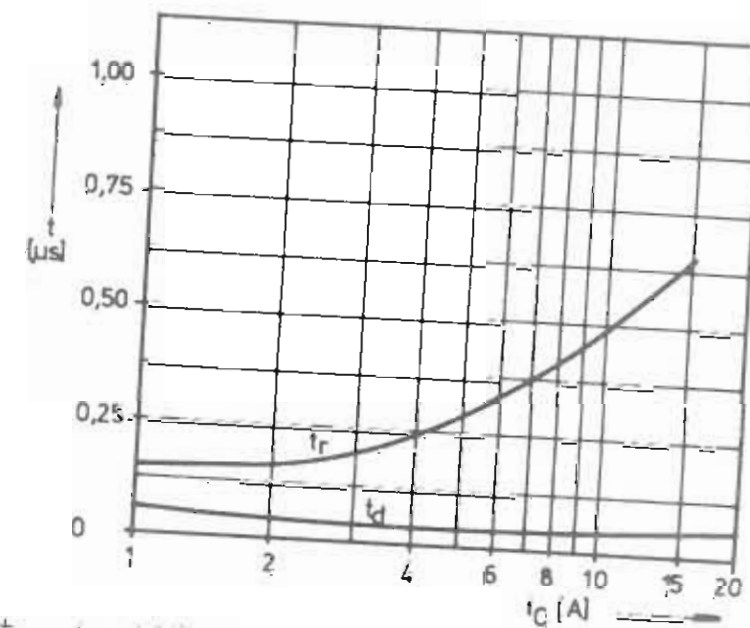
Megengedett működési tartomány. $\vartheta_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\nu = 0,01$

----: határáram

---: termikus határ

—: másodlagos letörés határa

IR 5063
típus

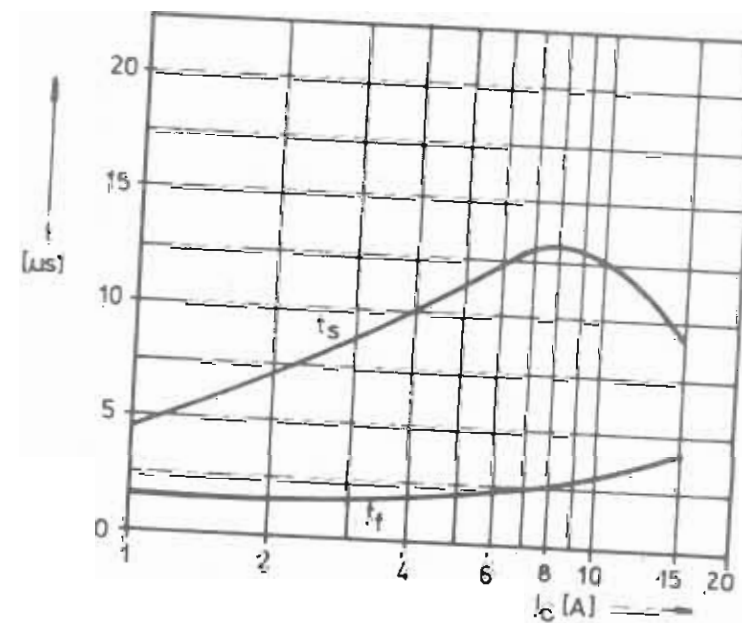


t_d, t_r idők a bekapcsolandó kollektoráram függvényében ($I_C = 15 I_{B1} = 10 I_{B2}$; $U_{CC} = 300 \text{ V}$; $t_p = 25 \text{ } \mu\text{s}$; $\vartheta_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

j e l l e g g ö r b é k

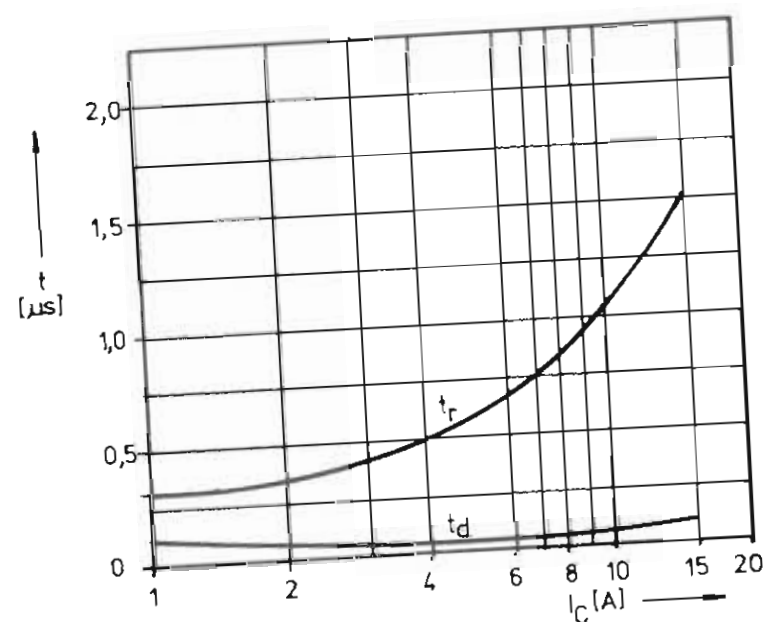
t í p i k u s

IR 5063
típus



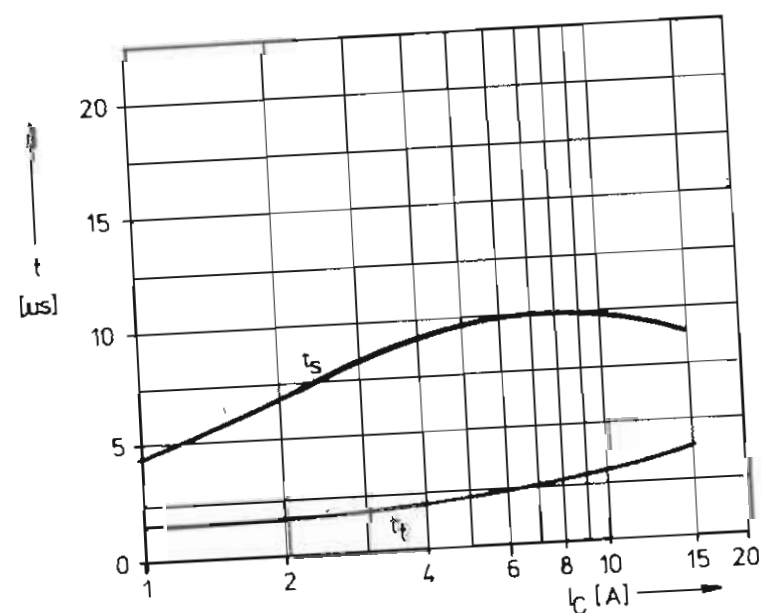
t_s, t_f idők a kikapcsolandó kollektoráram függvényében ($I_C = 15 I_{B1} = 10 I_{B2}$; $U_{CC} = 300 \text{ V}$; $t_p = 25 \text{ } \mu\text{s}$; $\vartheta_C = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

j e l l e g g ö r b é k
t i p i k u s



IR 5066
tipus

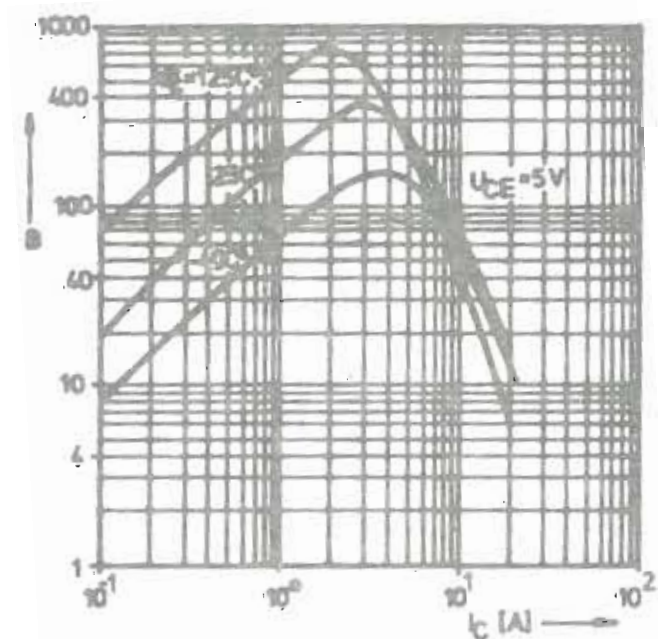
t_d, t_r idők a bekapcsolandó kollektoráram függvényében ($I_C=15I_{B1}=10I_{B2}$; $U_{CC}=300$ V; $t_p=25 \mu s$; $\vartheta_C=25$ °C)



IR 5066
tipus

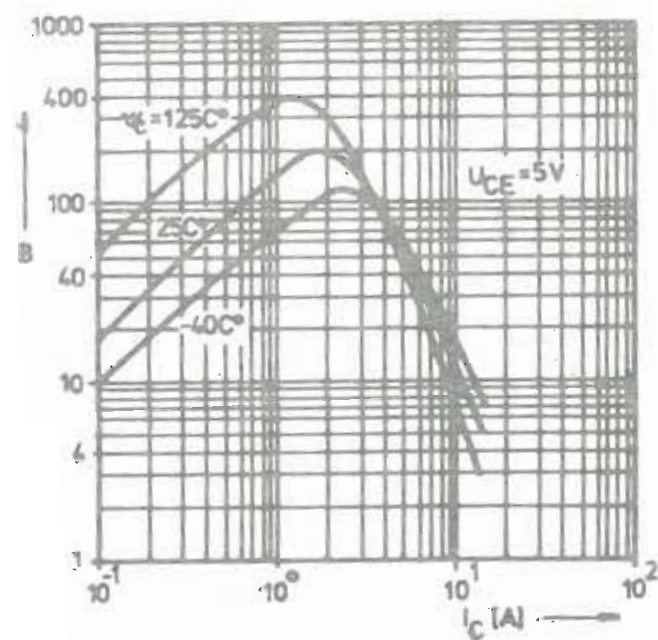
t_s, t_f idők a kikapcsolandó kollektoráram függvényében ($I_C=15I_{B1}=10I_{B2}$; $U_{CC}=300$ V; $t_p=25 \mu s$; $\vartheta_C=25$ °C)

j e l l e g g ö r b é k
t i p i k u s



IR 5063
tipus

Áramerősítési jelleggörbék



IR 5066
tipus

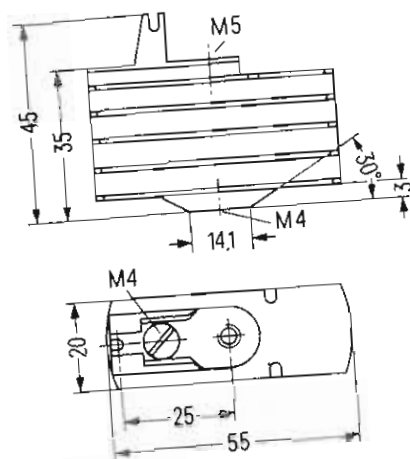
Áramerősítési jelleggörbék

V. HŰTŐTESTEK, SZERELŐLAPOK

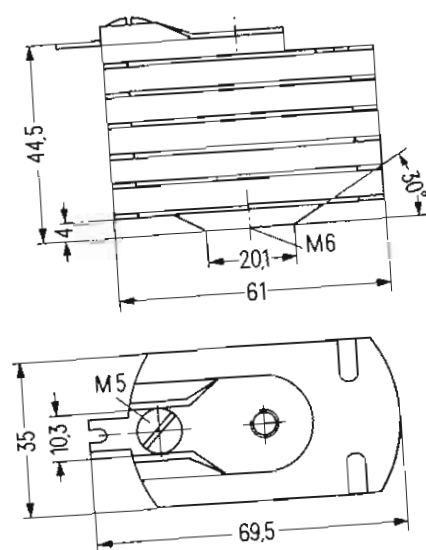
1. Alumíniumból készült szabványos hűtőtestek

1.1 Rajzok, méretek:

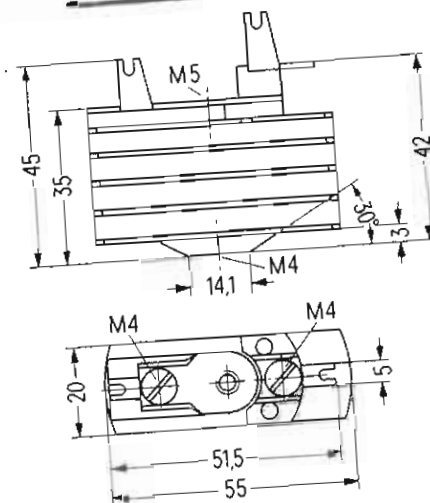
DK 02 (K9)



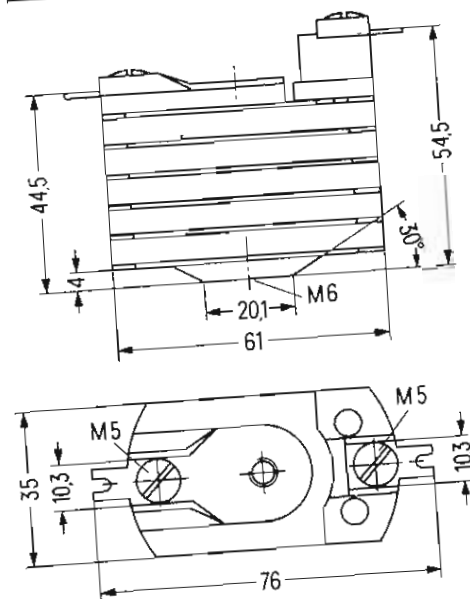
EK 02 (K5)



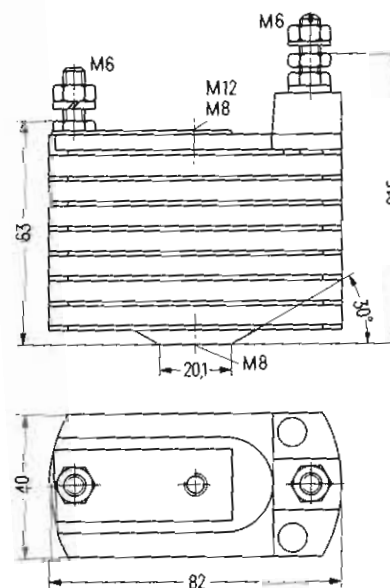
DK 03 (K9)



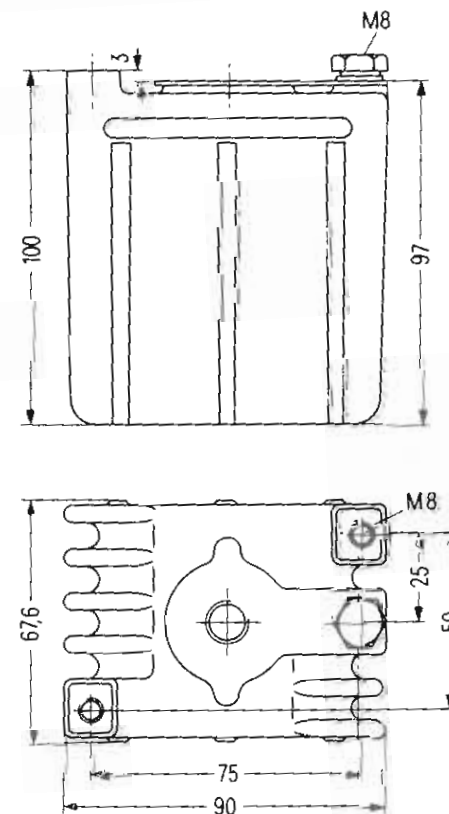
EK 03 (K5)



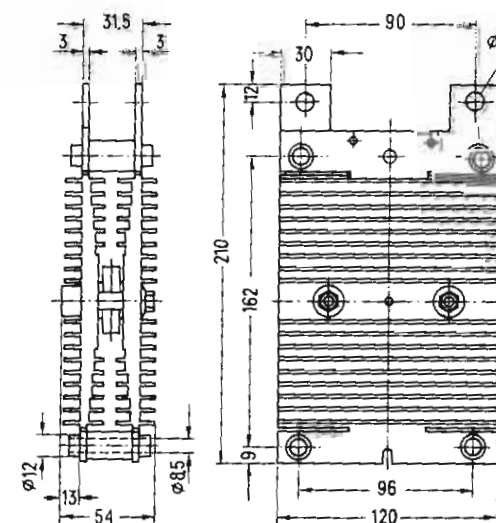
FK 06 (K3)



HK 05, HK 10 (K1,1)



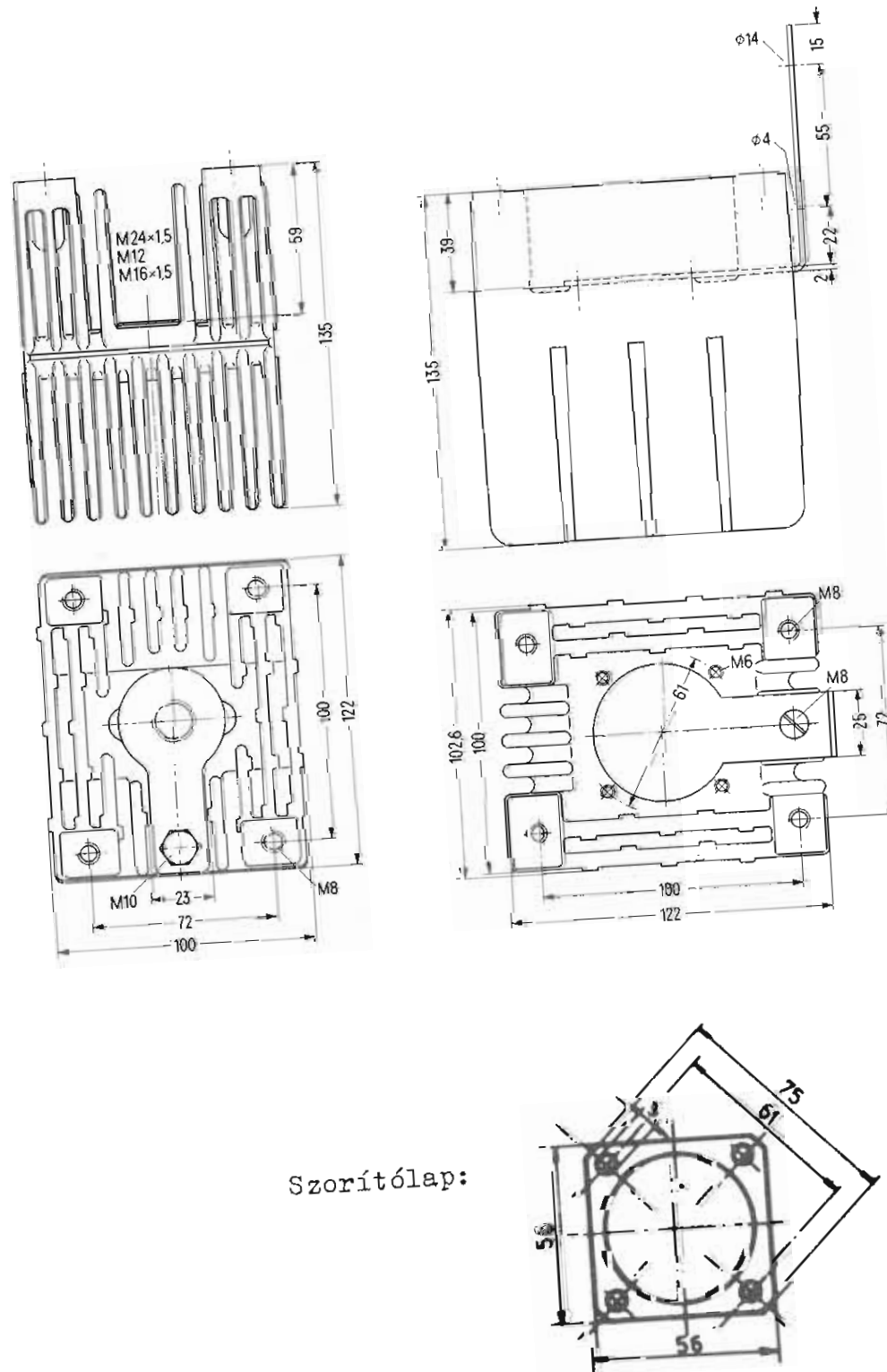
KK 32



K 055

Csavaros bázistönkű elemhez

Sik bázistönkű elemhez

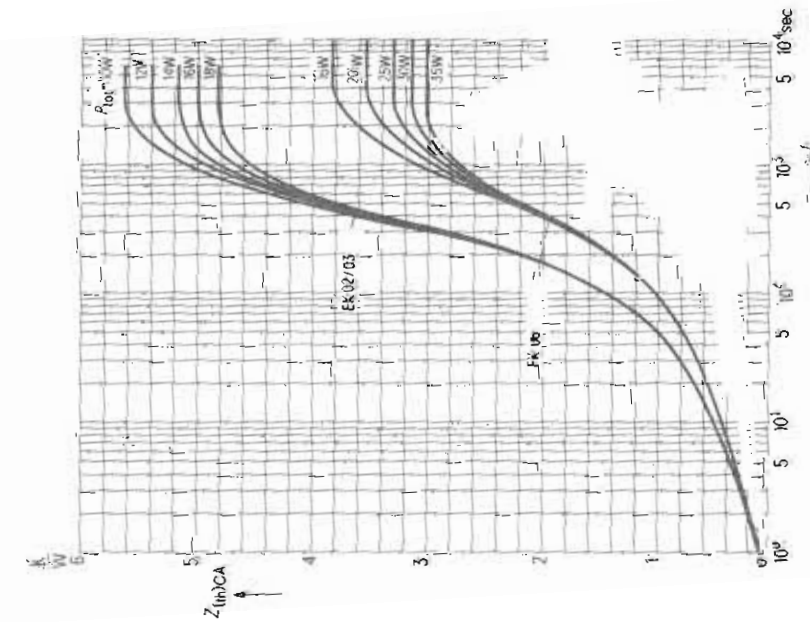


Szorítólap:

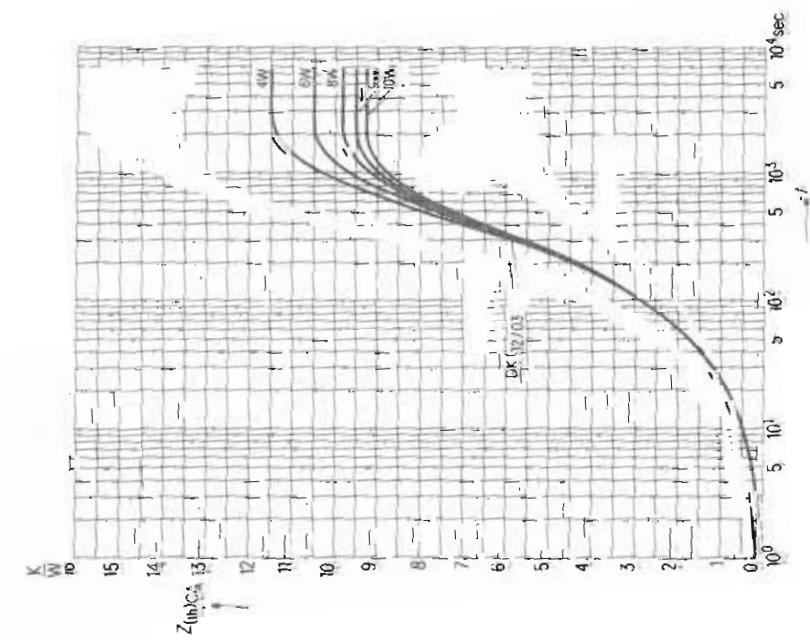
1.2 Tranziens hőimpedanciák (az átmeneti hőellenállást is beleértve)

EK 02/03 (K5), PK 06 (K3)

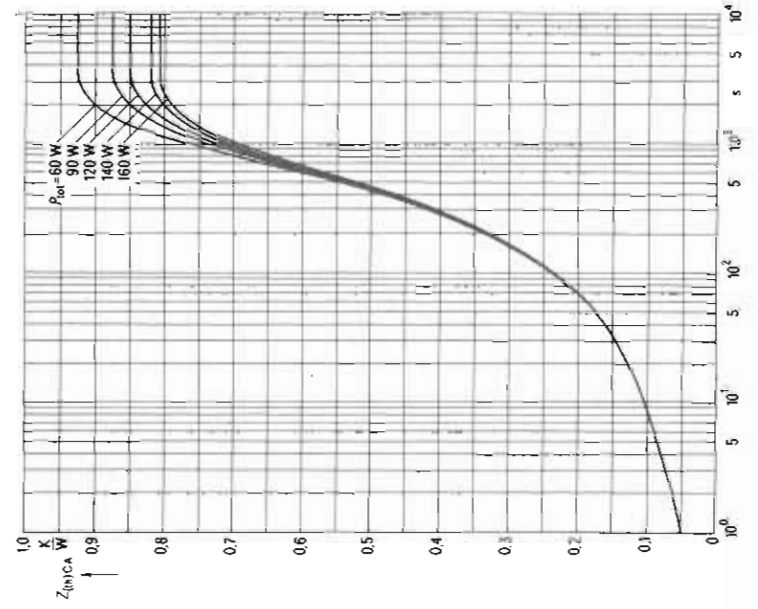
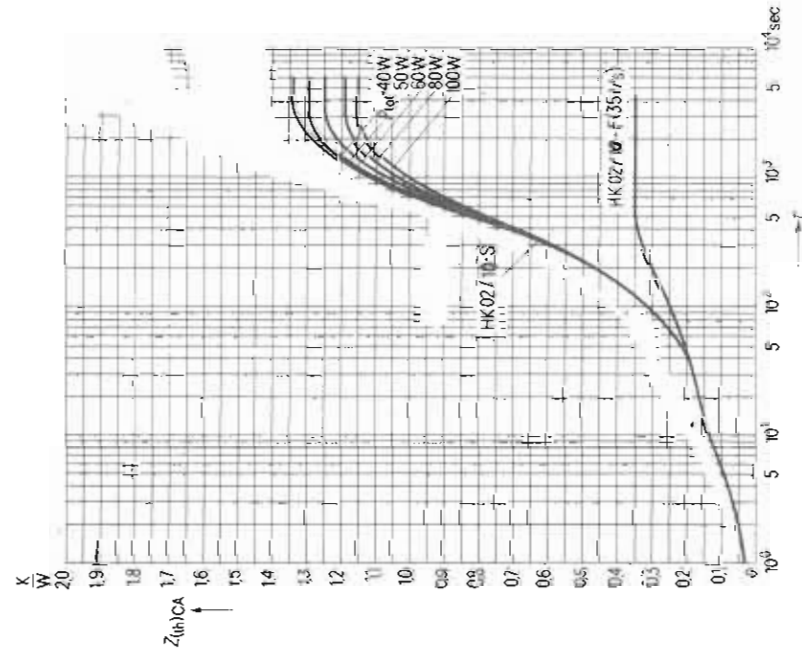
term. levegőhűtés (S)



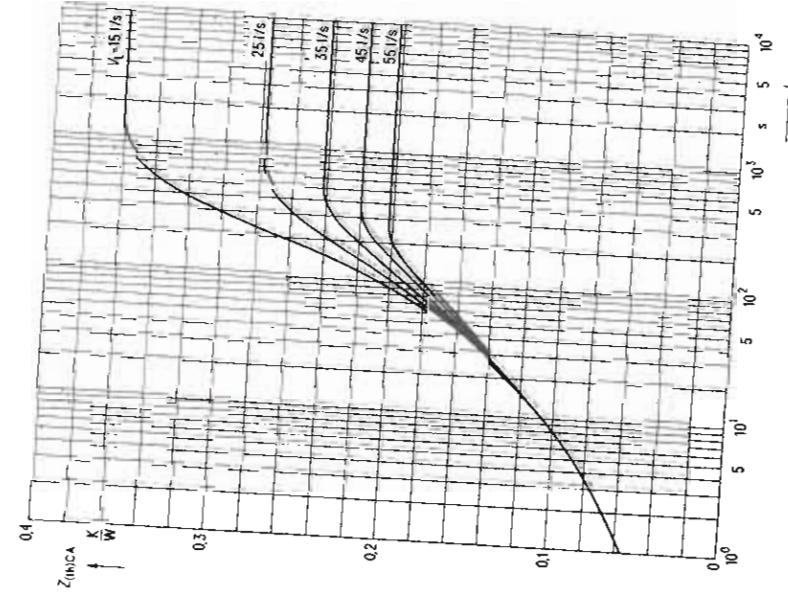
DK 02/03 (K9); term. levegőhűtés (S)



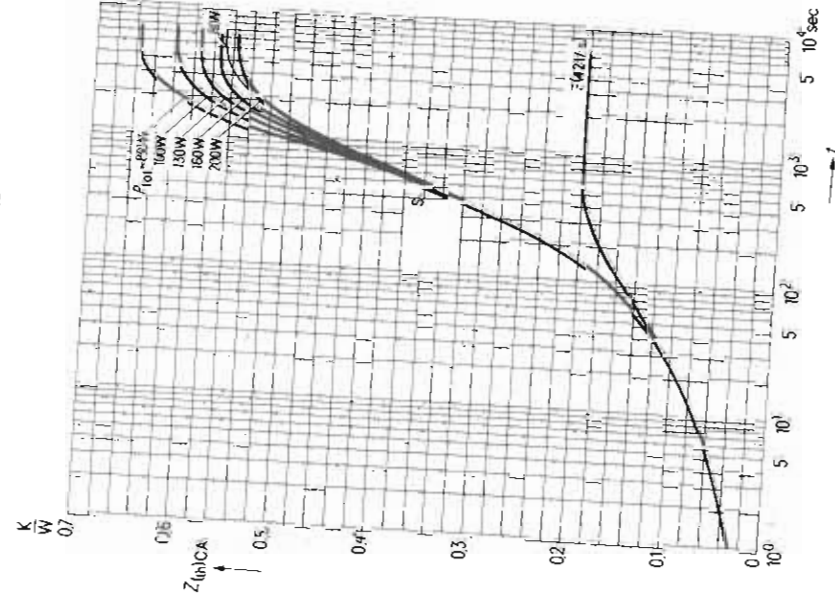
HK 05, HK 10 (K1,1) természetes (S) és mesterséges (F) levegőhűtés



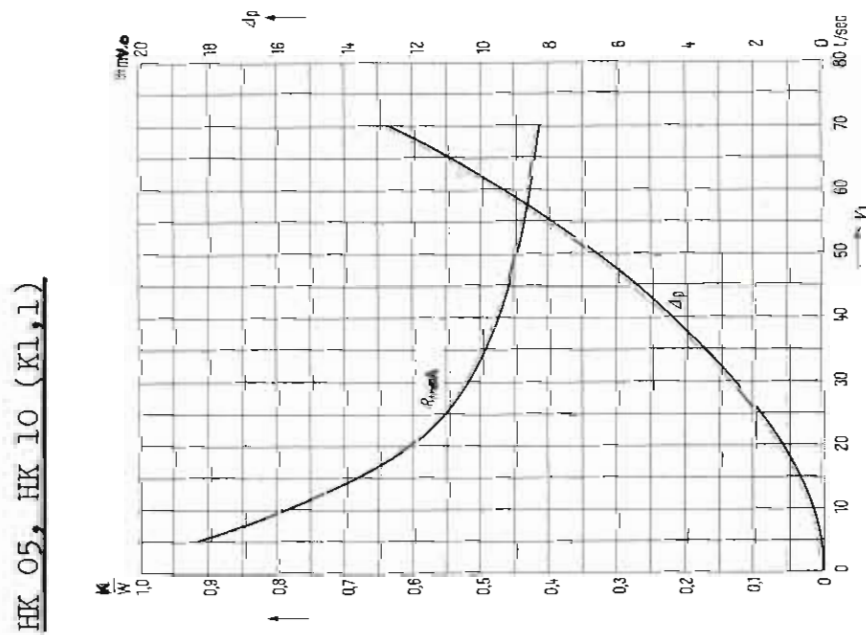
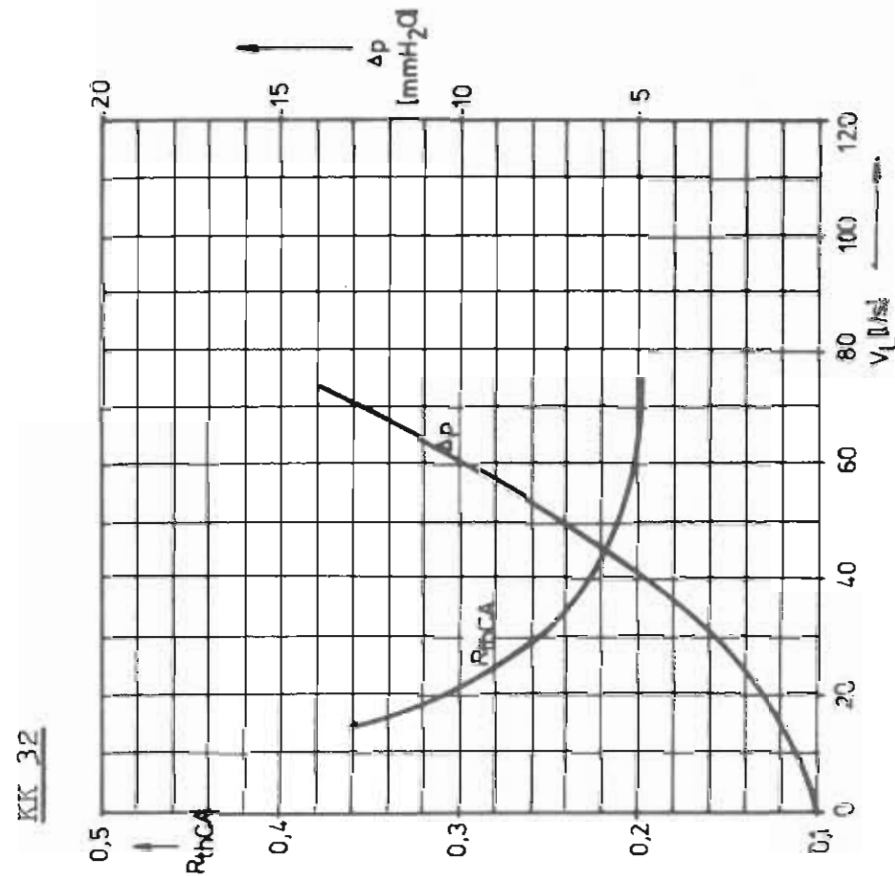
KK 32, mesterséges levegőhűtés (F)



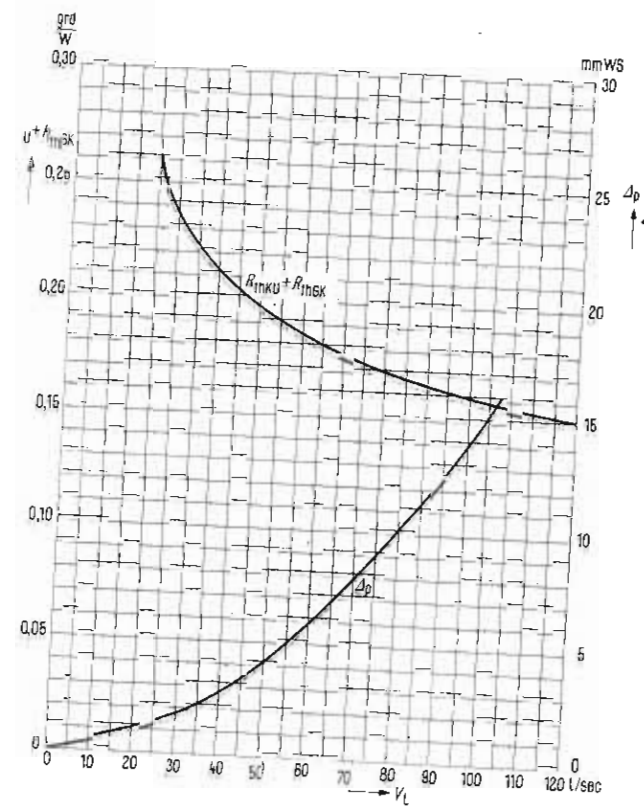
K 055 természetes (S) és mesterséges (F) levegőhűtés



1.3 Hőellenállás és nyomásesés jelleggörbék (mesterséges levegőhűtés - F)

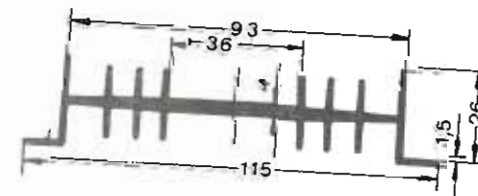


K 055

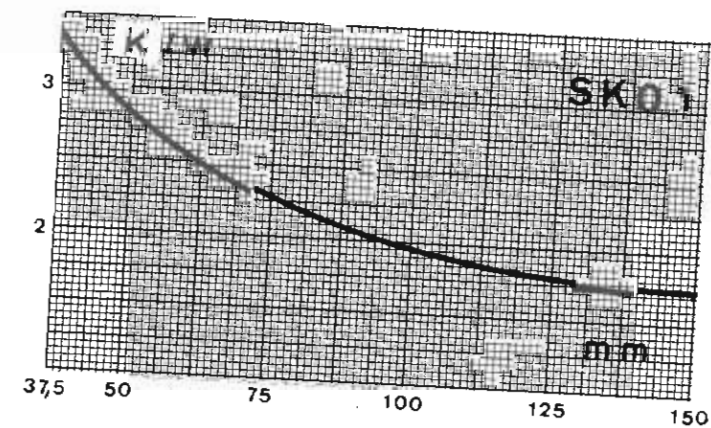


2. Alumínium hűtőprofilok

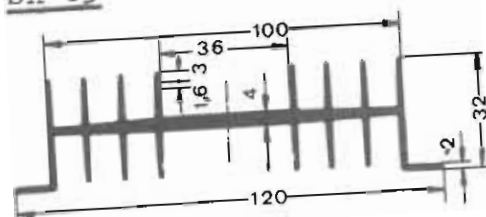
SK 01



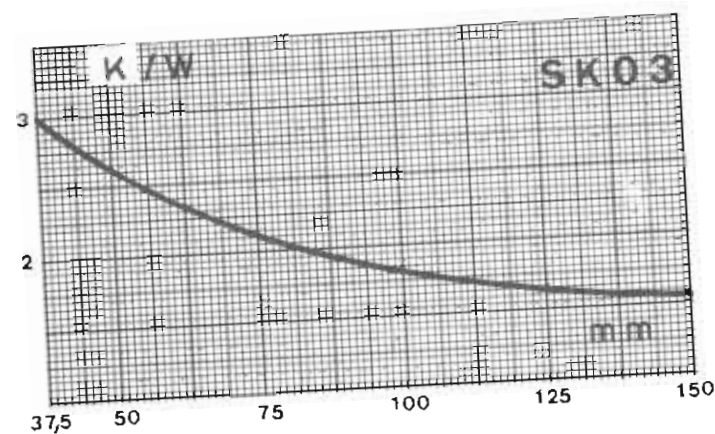
Hosszméretek:
37,5 50 75 100 1000 mm



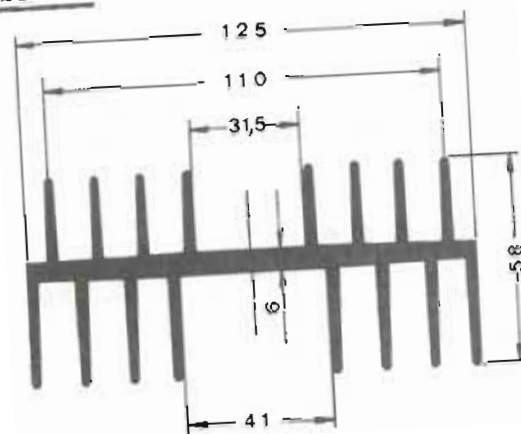
SK 03



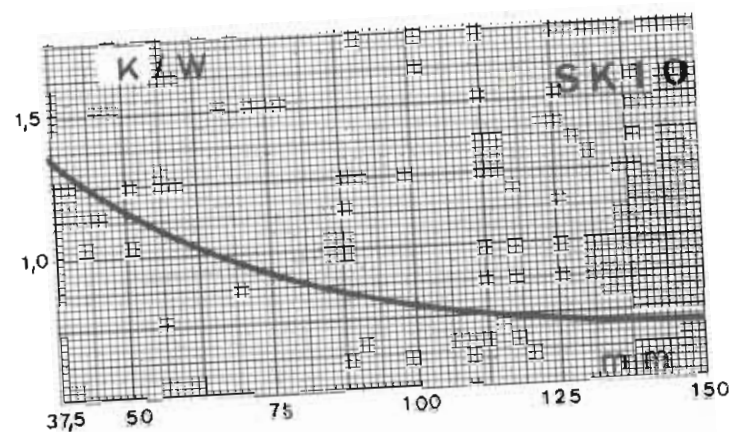
Hosszméretetek:
37,5 50 75 100 1000 mm



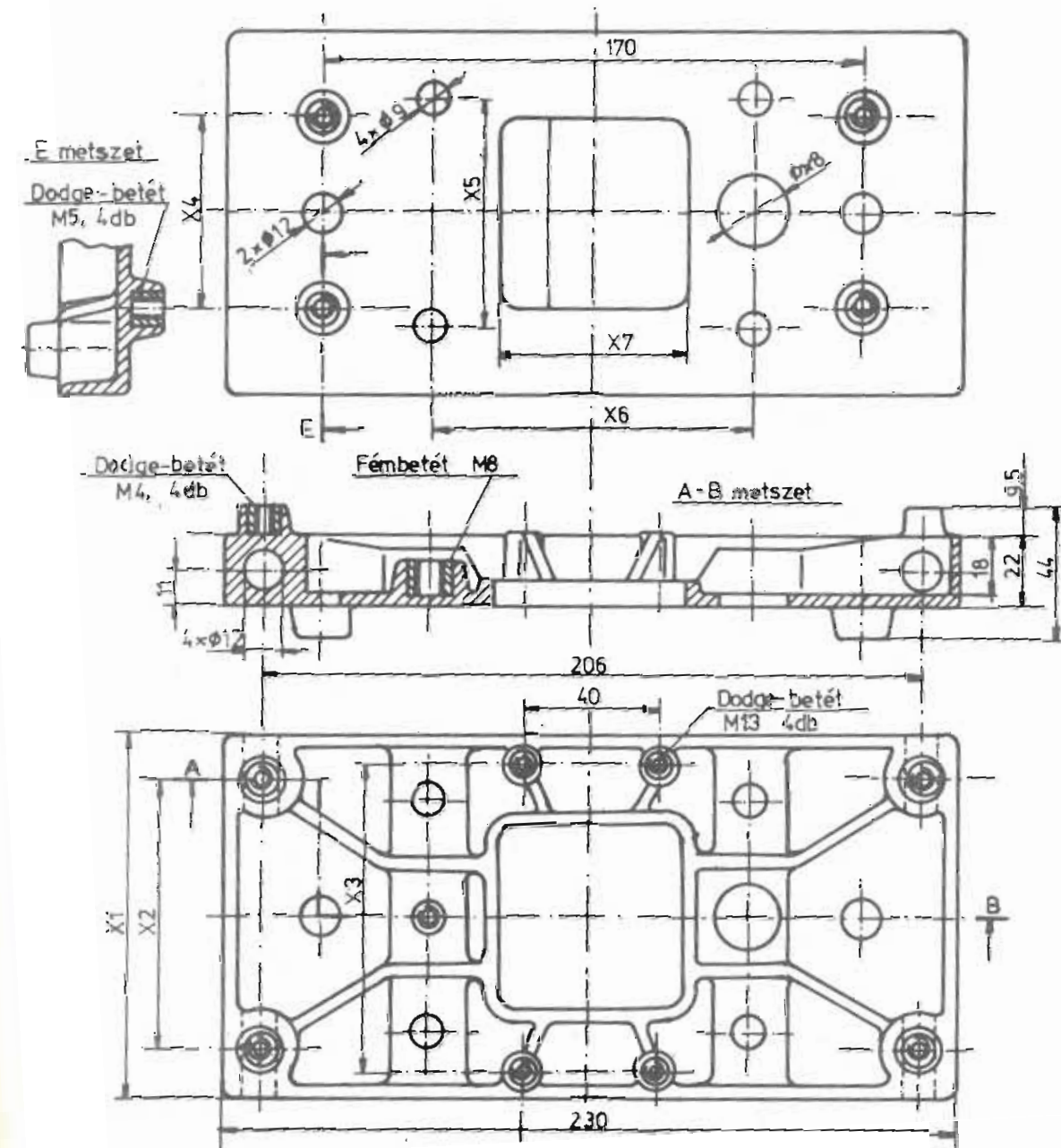
SK 10



Hosszméretetek:
37,5 50 75 100 1000 mm



3. Műanyag szerelőlapok



Sajtolt szerelőlap erősáramú félvezetőkhez (SL1, SL2 tip.)

tip./méret	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
SL1	80	58	62	40	50	75	52	18 [mm]
SL2	115	84	95	60	72	100	60	22 [mm]

VI. FÉLVEZETÓVÉDŐ GYORSBIZTOSÍTÓK

Tipusok: PC 25, PC 63, P 24V05

Névleges feszültség: 500 V_~, illetve 220 V₌

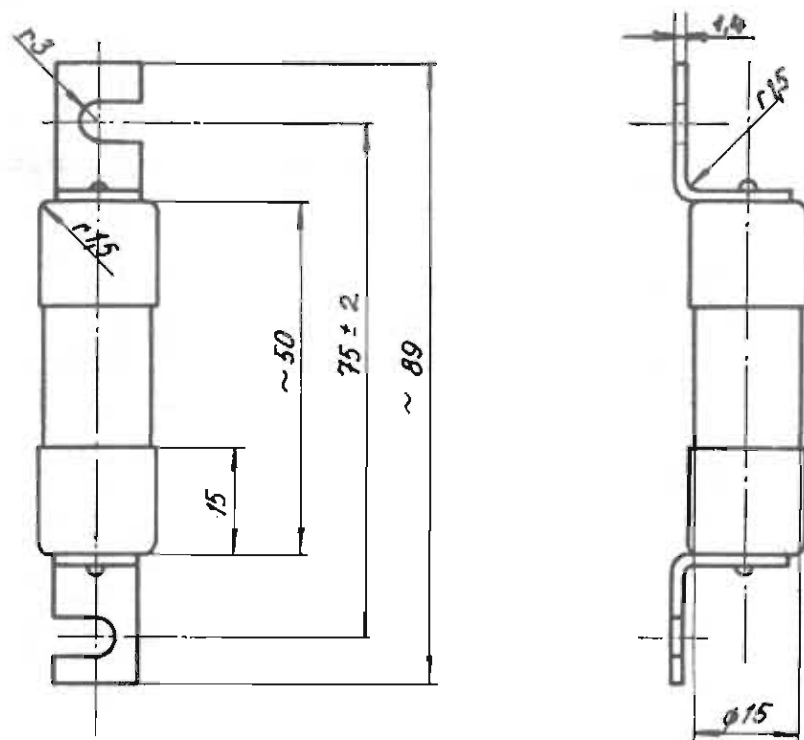
Névleges áramok (I_n):

PC 25	10,	16,	20,	25 A
PC 63	32,	40,	50,	63 A
P 24V05	40,	50,	63,	80, 100, 125, 160, 200,
	240,	260,	320,	350, 400 A

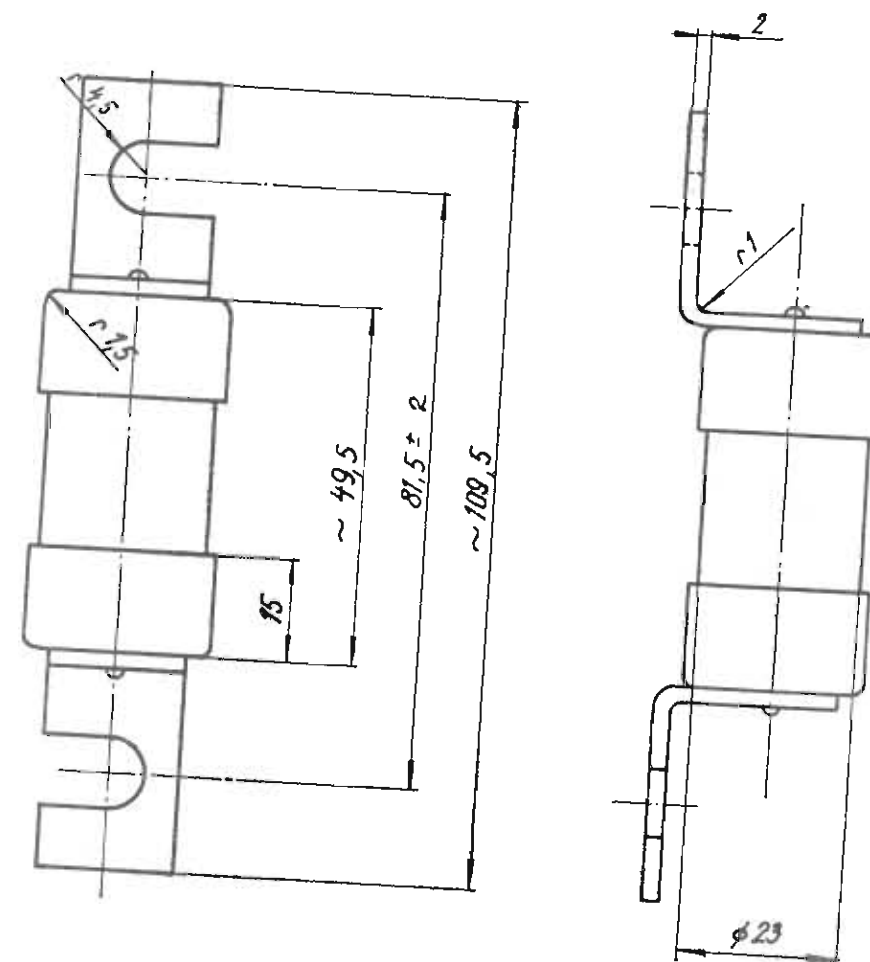
(Az áramterhelhetőség -50 C°-nál 1,1·I_n-re növekszik,
+50 C°-nál pedig 0,9·I_n-re csökken.)

Méretek

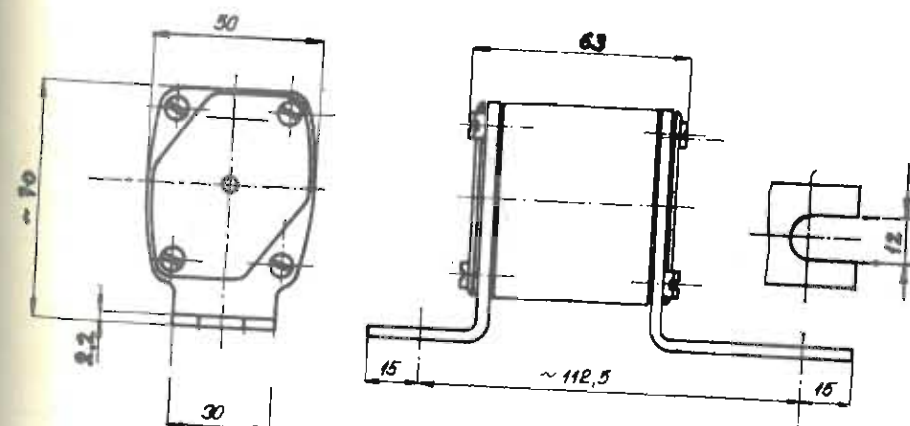
PC 25 (súly 52 g)



PC 63 (súly 130 g)



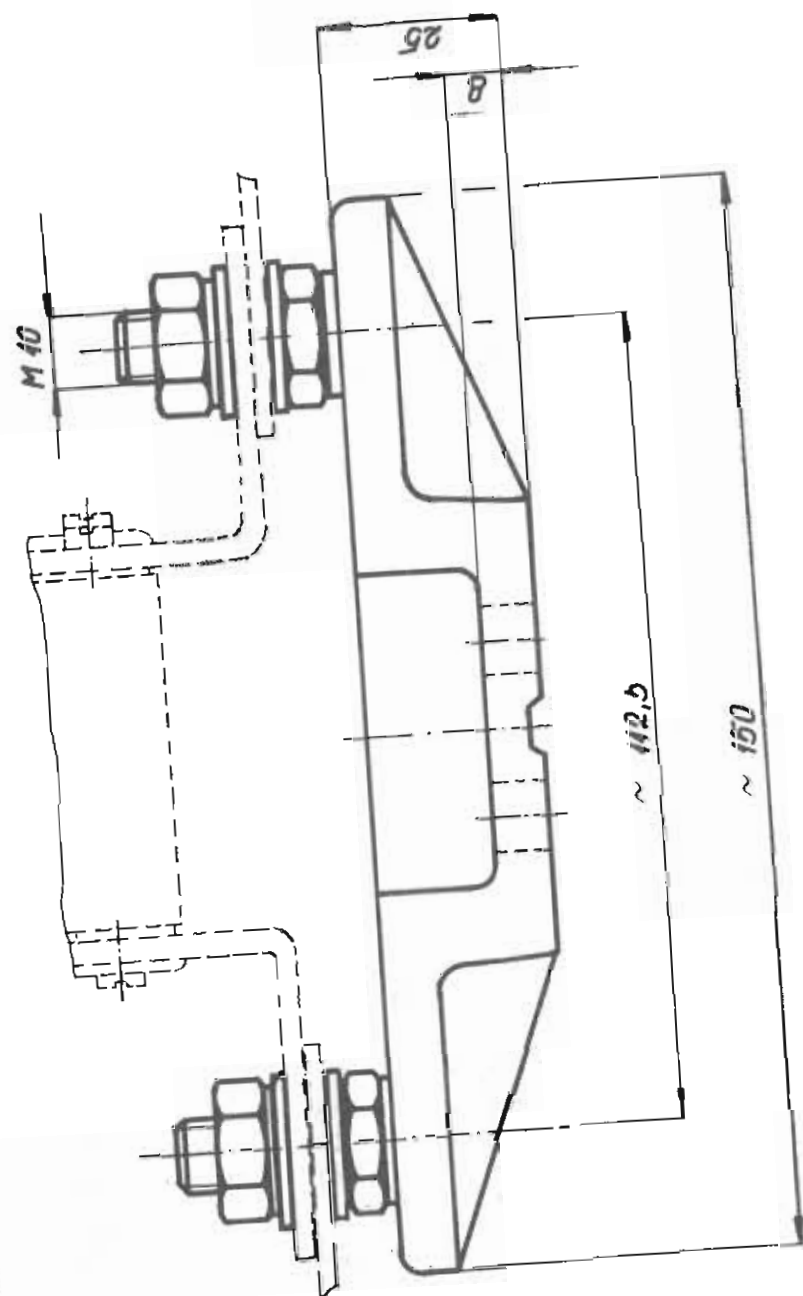
P 24V05 (súly 600 g)



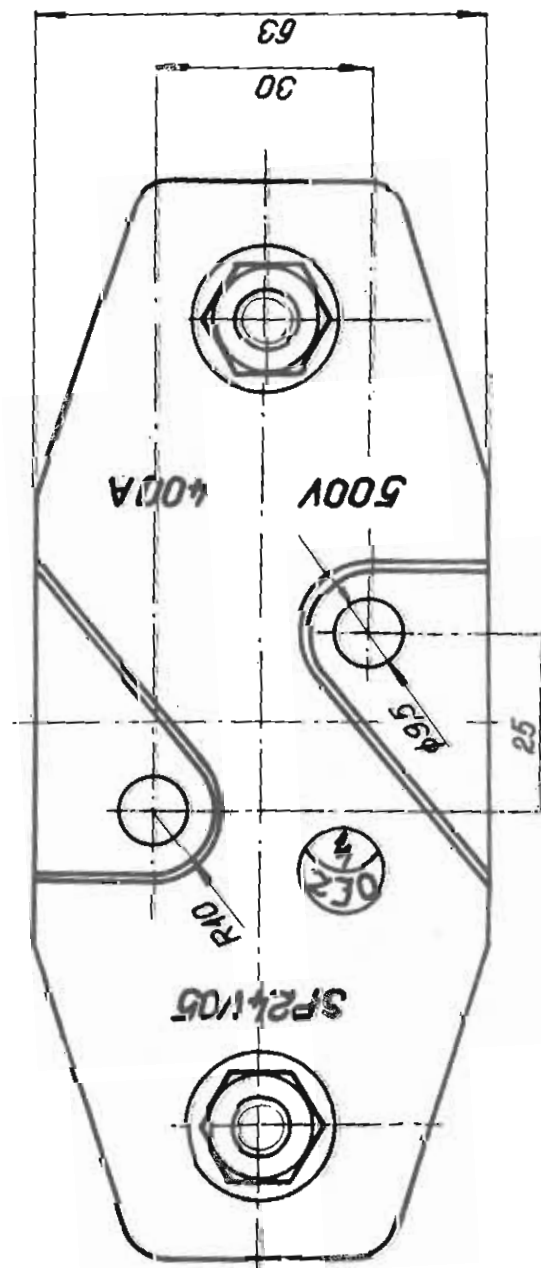
Porcelán (kerámia) aljzatok

SP 24VO5 típus (P 24VO5 betétekhez)

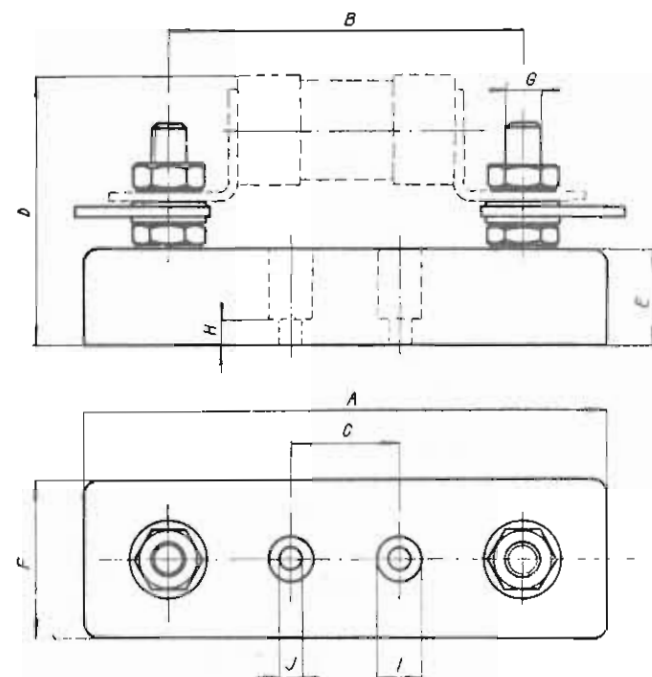
oldalnézet



felülnézet



SPC típusok (PC ... betétekhez)

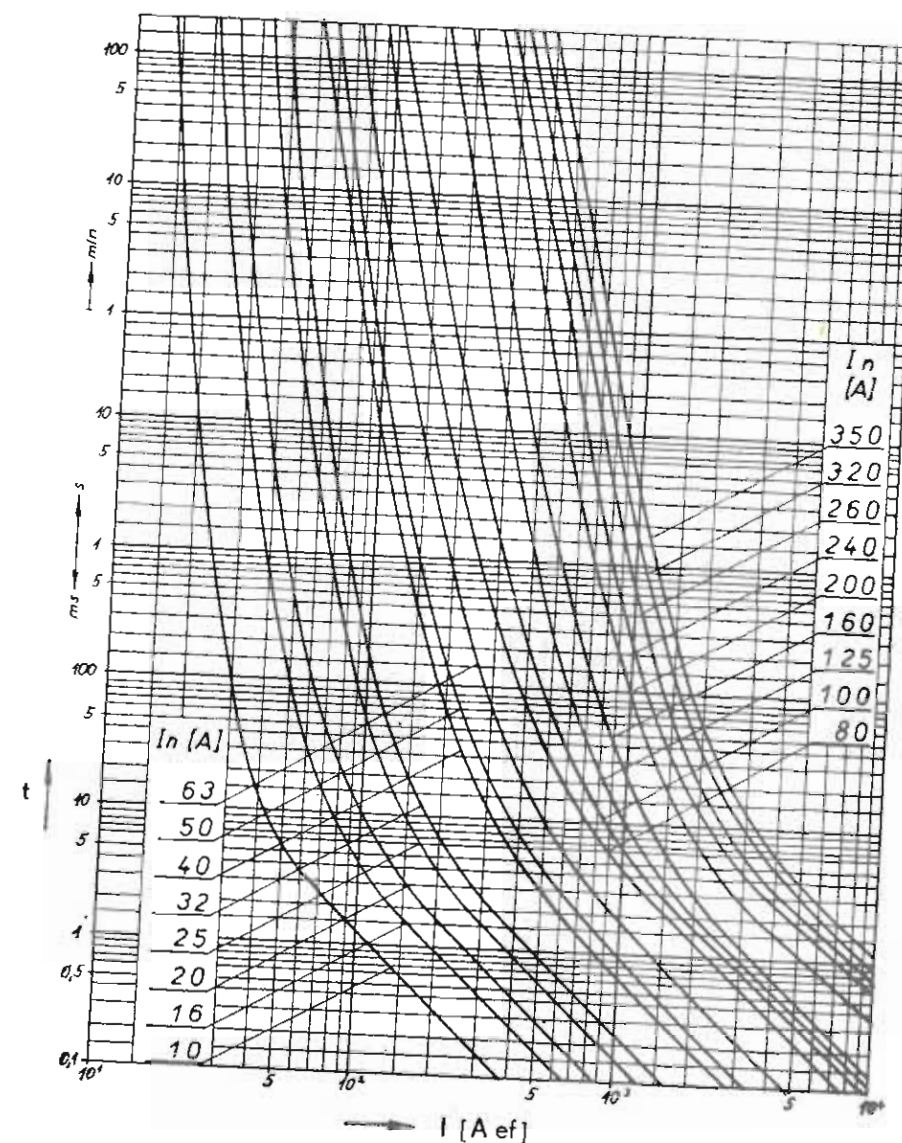


tipus	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
SPC 25	98	75	20	48,5	22	28	M5	6	5	10
SPC 63	120	81,5	25	62	22	36	M8	6	6	12

méretetek mm-ben

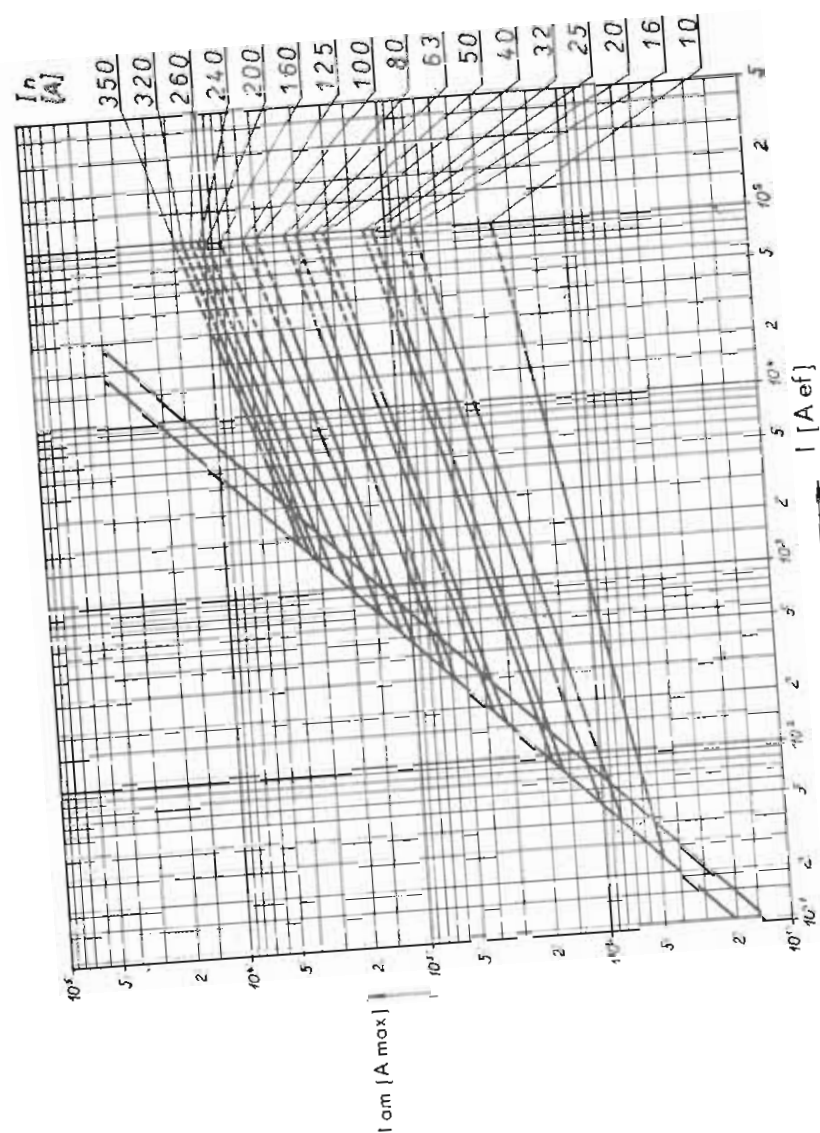
PC és P 24V05 tip. biztosítók kiolvadási jelleggörbéi

$U = 418 \text{ V}, 50 \text{ Hz}$



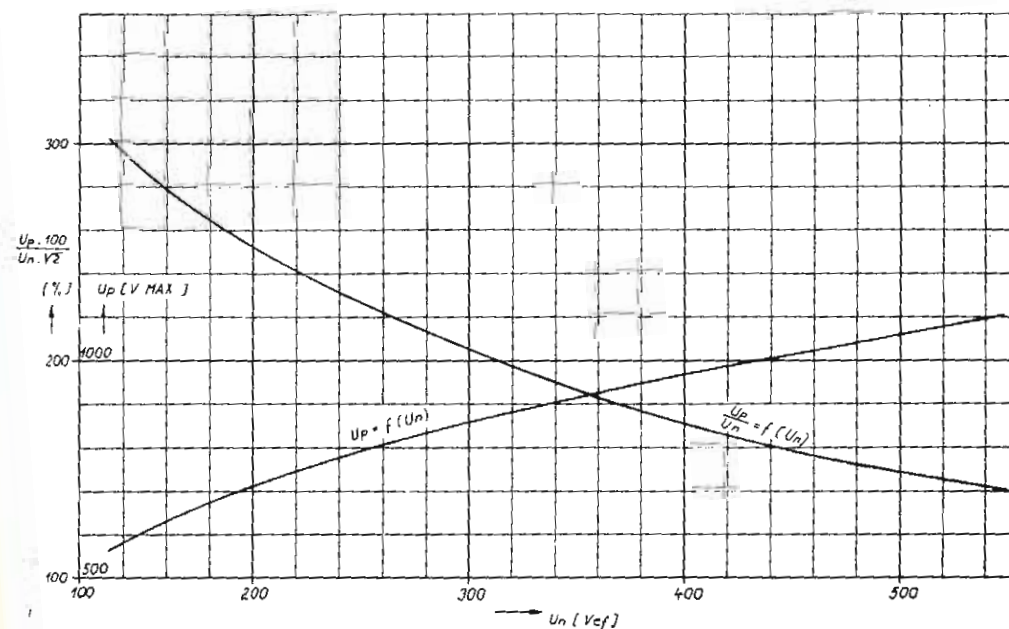
(A görbék az olvadási idő felső határértékeire vonatkoznak.)

PC és P 24V05 tip. biztosítók áramkorlátozási jelleggörbéi



A levágott áram csúcsértéke a független zárlati áram függvényében (418V, 50Hz)

PC és P 24V05 tip. biztosítók feszültség jelleggörbéi

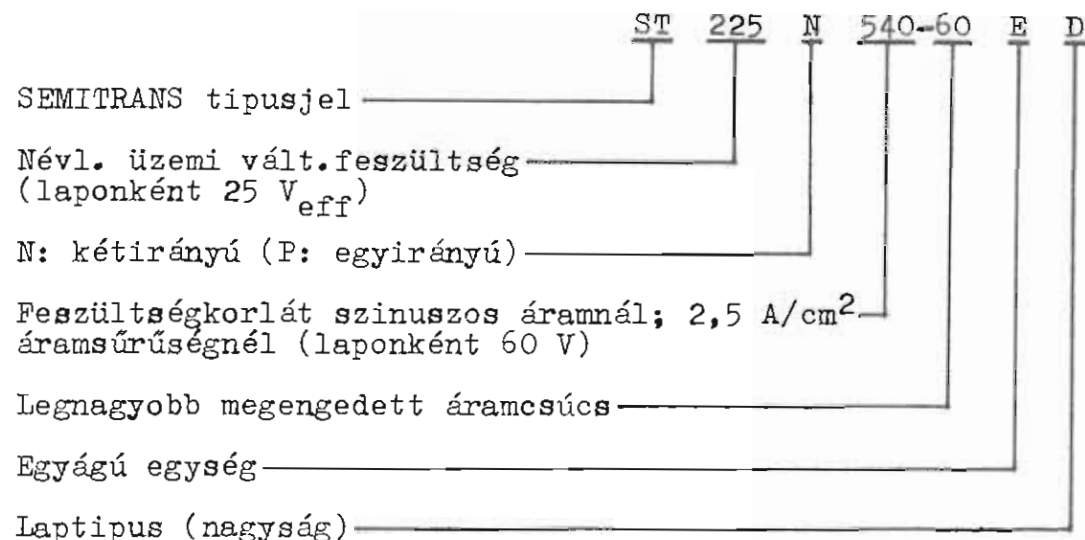


A biztosító sarkain íveléskor megjelenő feszültség csúcsértéke az üzemi váltakozófeszültség effektív értékének függvényében (pontosság: $\pm 5\%$)

VII. TÚLFESZÜLTSG KORLÁTOZÓK

1. SEMITRANS típusú szelén túlfeszültség korlátozók

Egyetlen ágat tartalmazó egység jelölése:



Több, egymástól szigetelt ágból felépített egységnél az ágak számát az ST elé írt szám jelöli.

Pl.: 3 ST 225 N 540-60 ED

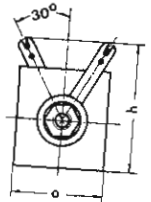
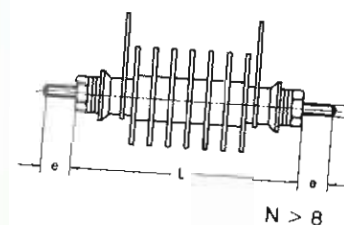
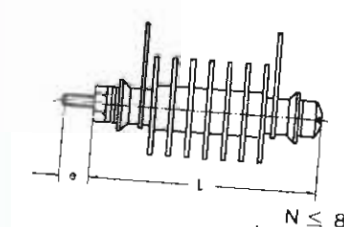
A SEMITRANS lapok méretei és fő adatai:

Tipus	Méret [mm]	Hatásos felület [cm ²]	Színuszalakú csúcs-áram 60 V-nál	Legn.megeng. áramcsúcs
A	100x100	85	220 A	650 A
B	50x100	38	100 A	300 A
C	50x 50	19	50 A	150 A
D	33x 33	7,5	20 A	60 A
E	25x 25	3,5	9 A	30 A
F	20x 20	1,6	4 A	14 A

Több, villamosan összekapcsolt ágat tartalmazó egység típusjelében az E betű helyett M, vagy S betű van.

Pl.: 3 ST 225 N 540-60 SD

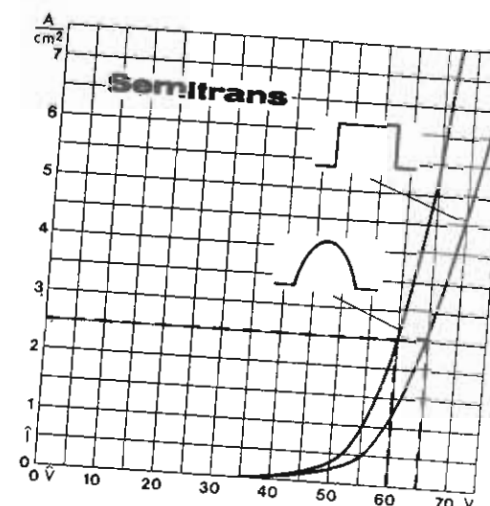
Fő méretek:



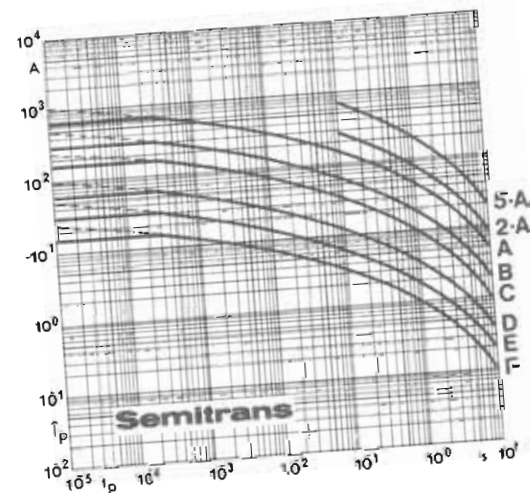
$$L = b + N \cdot c + i$$

Kapcs.	Irány	Ágjel	i mm
~	P	E	0
~	N	E	0
~	P	M	0
~	N	M	0
~	P	S	6
~	N	S	6

Tipikus záróirányú jelleggörbék



Megengedett áramcsúcs az
impulzus időtartam függ-
vényében (egyetlen impul-
zus)



Megengedett impulzusener-
gia az ismétlődési idő
függvényében

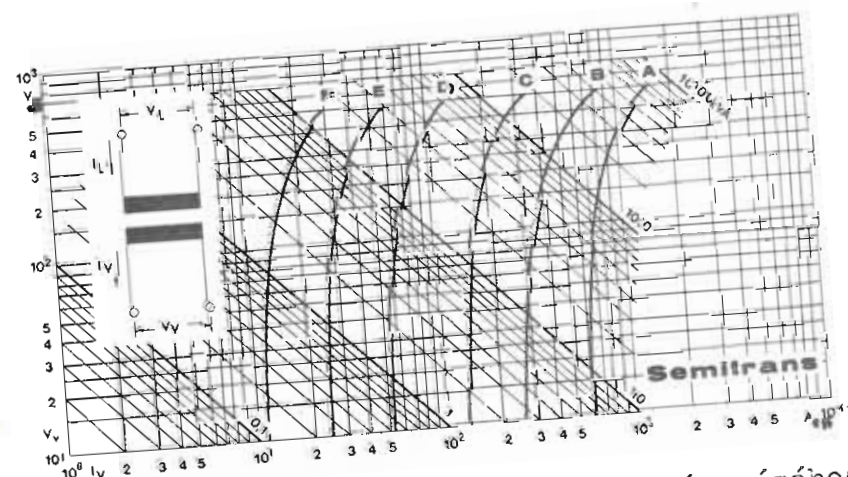
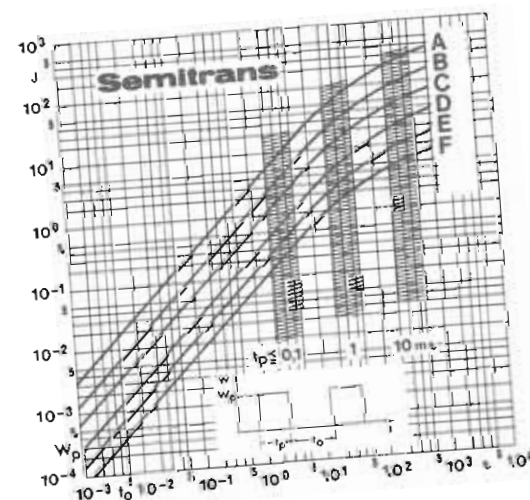


Diagram a szükséges lapméret meghatározásához

2. Varisztorok

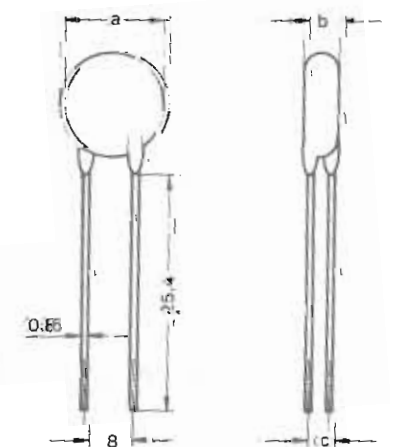
A varisztor feszültségfüggő ellenállás, ellenállása a feszültség növelésével csökken. Állandó értékű előtétel-
lenállással olyan feszültségosztót képez, amelynek osztá-
si aránya növekvő feszültséggel növekszik. Az ilyen elren-
dezés túlfeszültségek csillapítására alkalmas. Az előtét-
ellenállás induktivitással helyettesíthető, ha a túlfé-
szültség időtartama kicsi.

A varisztorok hagyományos alapanyaga a szilíciumkarbid
(SiC), néhány év óta azonban cinkoxidból (ZnO) is készíté-
nek túlfeszültségkorlátozókat. Ez utóbbiak a SiC variszto-
roknál több szempontból hatásosabbak.

A varisztorok hátránya, hogy a meredek feszültségválto-
zásokat nem csillapítják.

ZnO varisztorok:

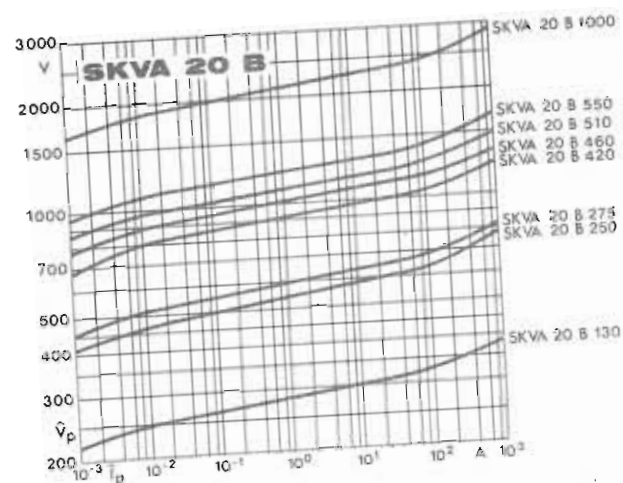
típus	méretek			
	a mm	b mm	C _{min} mm	C _{max} mm
SKVA 20 B 130 SKVA 14 A 150	22,5 16,4	5,3 5,3	2,1 2,1	3,5 3,3
SKVA 20 B 250 SKVA 14 A 250 SKVA 20 B 275	22,5 16,4 22,5	7,3 6,7 7,3	3,5 3,5 3,5	5,6 5,0 5,6
SKVA 20 B 420 SKVA 14 A 420 SKVA 20 B 460	24,1 16,4 24,1	7,3 6,7 7,3	3,5 3,5 3,5	5,6 5,0 5,6
SKVA 20 B 510 SKVA 20 B 550	24,1 24,1	8,2 8,2	4,4 4,4	6,5 6,5
SKVA 20 B 1000	24,1	10,8	6,0	9,0



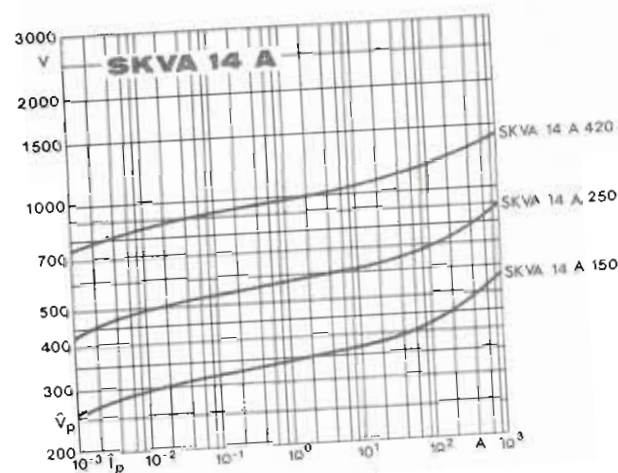
Névleges adatok ($\vartheta_A = 55^\circ$)

Tipus	U V	U _n V	P _{AV} W	I _p [*] A	W _p [*] J
SKVA 20 B 130 SKVA 14 A 150	130 150	175 200	1,0 0,6	6000 4000	50 30
SKVA 20 B 250 SKVA 14 A 250 SKVA 20 B 275	250 250 275	330 330 370	1,0 0,6 1,0	6000 3000 6000	90 30 100
SKVA 20 B 420 SKVA 14 A 420 SKVA 20 B 460	420 420 460	560 560 615	1,0 0,6 1,0	6000 4000 6000	160 75 170
SKVA 20 B 510 SKVA 20 B 550	510 550	675 700	1,0 1,0	6000 6000	180 210
SKVA 20 B 1000	1000	1200	1,0	6000	350

*: csúcsérték



Csúcsfeszültség a csúcsáram függvényében



Csúcsfeszültség a csúcsáram függvényében

VIII. ELLENÁLLÁSOK

Félvezetők és félvezetős áramirányítók túlfeszültség elleni védelmi áramköreikben nagyterhelhetőségű, indukciószegény ellenállások a legmegfelelőbbek. Az ellenállások névleges rezisztenciája szabványos sorokból választható ki. Védelmi áramkörökbe általában az E12 és az E24 sor elemeit építik. Az E12 sor elemei $\pm 10\%$ -osak, az E24 sorból pedig a $\pm 5\%$ tűrésű elemek beépítése gazdaságos.

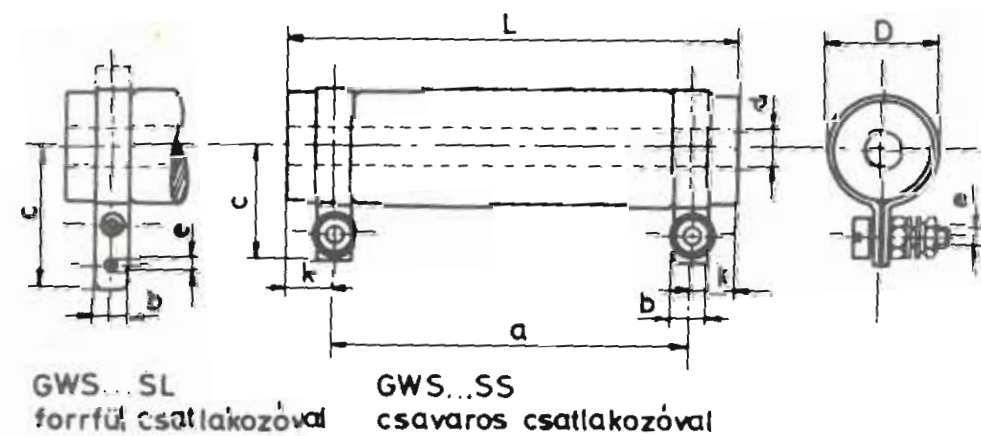
E12 sor ($\pm 10\%$): 1 1,2 1,5 1,8 2,2 2,7 3,3 3,9 4,7
5,6 6,8 8,2

E24 sor ($\pm 5\%$): 1 1,1 1,2 1,3 1,5 1,6 1,8 2,0 2,2
2,2 2,4 2,7 3,0 3,3 3,6 3,9 4,7 5,1
5,6 6,2 6,8 7,5 8,2 9,1

A rezisztencia értékeket a sorok számértékei, továbbá azok 10 egész számú pozitív hatványaival való szorzata adja.

GWS...ni típusú ellenállások

Nagyterhelhetőségű, indukciószegény üvegbevonatú huzalellenállások:



GWS...ni ellenállások fő adatai

Tipus	GWS 20ni SL SS	GWS 35ni SL SS	GWS 50ni SL, SS	GWS 75ni SL SS	GWS 100ni SS	GWS 220ni SS	GWS 300ni SS
Felületi hő- mérs. [Co] ... W terhe- lésnél	7 13 20 -	10 17 28 35	10 20 35 40	10 30 50 60	10 40 65 80	40 80 140 160	65 135 240 300
U_{max} I_{max}	300 1,2	400 1,5	400 1,5	800 1,5	600 1,5	1250 1,5	2500 1,5
[E] Méretek	D	11,8+0,8 62+2	14,8+0,8 63+2	14,8+0,8 100+2	22,3+1,3 100+2	22,3+1,3 165+2	22,3+1,3 265+4
	L	50 51	50 51	86 87	72	136	235
	a	4	4	4	8	8	8
	b	5	5	5	18,5	18,5	18,5
	c	18 10,5	19 11,5	20,5 13	10	10	10
	d	3,5	5,5	5,5	M4x20	M4x20	M4x20
	e	2 M3x15	2 M3x15	2 M3x15	10	10,5	11
	k	3,5 2,5	4	5	10,5	10,5	11
Terhelhetőség W	12	20	30	45	65	130	180
$R_{név} \pm 5\%, \pm 10\%$	5,1Ω-2,4k	8,2Ω-4,3k	10Ω-5,6k	22Ω-10k	24Ω-13k	51Ω-30k	100Ω-56k

IX. KONDENZÁTOROK

1. Csillapító kondenzátorok

A csillapító kondenzátorok indukciószegevény ellenállásokkal sorbakötve a félvezető elemek és félvezetős áramirányítók túlfeszültségvédelmének általánosan használt elemei. Többnyire fém-papiros, vagy fém-papiros-műanyag (MP, MPK) szerkezetűk van. Rövid időtartamú túlfeszültségeket üzemszerűen, károsodás nélkül elviselik. Ha átütés következik be, az átütés helyén a fém elgőzölög és az elem közel az eredeti tulajdonságait nyeri vissza; a csillapító kondenzátorokat ezért zárlatbiztos, öngyógyuló kondenzátoroknak is nevezik. Több típus olyan belső hővédelemmel (megszakítóval) van kialakítva, amely nem megengedett túlterhelésnél a kondenzátort az áramkörrel leválasztja.

A kondenzátorra jutó feszültség többnyire nem szinuszalakú. A kiválasztáshoz szükséges névleges feszültséget a 182. oldalon lévő táblázat segítségével határozhatjuk meg. A táblázat öt, leggyakrabban alkalmazott áramirányító félvezető elemekre jutó feszültségalakra adja meg a kondenzátor névleges feszültségét. A kiválasztáshoz a kérdéses feszültség hullám csúcsértékét kell figyelembe venni.

A lökésszerű feszültség- illetve áramigénybevételre méretezett csillapító kondenzátor más, vele egyező névleges feszültségű kondenzátorral nem helyettesíthető.

Csúcs- fesz. [V]	Névleges kondenzátorfeszültség V Jellegzetes feszültség hullámok *						
	1.	2.	3.	4.	5.	30°	60°
200	240	240	240	240	240	240	240
250	240	240	240	240	240	240	240
300	240	240	240	240	240	240	320
350	320	240	240	240	240	320	320
400	320	240	240	240	240	320	400
450	320	240	240	320	320	320	400
500	400	240	320	320	320	400	400
550	400	400	400	400	400	400	480
600	400	400	400	400	400	400	480
700	480	400	400	400	400	480	640
800	640	400	400	400	400	640	640
900	640	400	480	400	480	640	960
1000	640	400	480	480	640	640	960
1100	960	480	640	480	640	960	960
1200	960	640	640	640	640	960	960
1300	960	640	640	640	640	960	—
1400	960	640	960	640	960	960	—
1500	—	640	960	640	960	—	—
1600	—	640	960	640	960	—	—

* Jellegzetes feszültség hullámok:

1. Szinuszalakú váltakozófeszültség
2. Egyfázisú vezéreltlen egyenirányítók
3. 1F 1U 2Ü és 1F 2U 2Ü vezérelt egyenirányítók ($\alpha = 90^\circ$)
4. 3F 1U 3Ü és 3F 2U 6Ü vezéreltlen egyenirányítók
5. 3F 1U 3Ü és 3F 2U 6Ü vezérelt egyenirányítók (a kondenzátor igénybevétele $\alpha = 90^\circ$ -nál a legnagyobb)

1.1 Fő jellemzők

Megengedett házhőmérséklet: $-25...+85^\circ\text{C}$
 Megengedett rel. páratartalom: éves átlag 75%, 30 napig 95%

Kapacitástűrés: $\pm 10\%$

Beépítési helyzet: tetszőleges

Próbafeszültség

- fegyverzetek között: $2,15 \cdot U_{\text{névl}} (2s)$

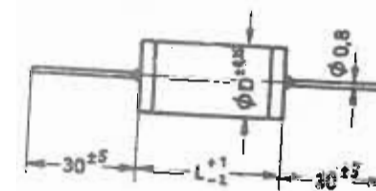
- fegyverzetek és a ház között: $3kV, 50 \text{ Hz} (2s)$

Névleges feszültség: 50 Hz-es szinuszos vált.fesz. effektív értékére vonatkozik

$\tan \delta$ veszteségi tényező: $\approx 4 \cdot 10^{-3}$

Saját induktivitás: 100 nH (tájékoztató érték)

A kivitel:



B kivitel:



Méretetek: D x L (mm-ben)

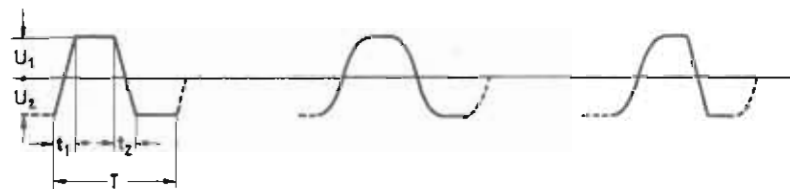
Kapacitás μF	$U_{\text{névl}}$ névleges feszültség			
	400 V	480 V	640 V	960 V
0,1	—	B 20x50	B 30x50	—
0,22	A 18x45	B 20x50	B 30x50	—
0,47	A 18x75	B 25x50	B 30x50	B 35x48
1	B 30x50	B 35x50	B 40x50	—
2	B 40x50	B 30x80	—	B 40x80
3	B 35x80	—	—	—

2. Oltókonduktorok

Üzemükre a hálózatitól eltérő (rendszerint nagyobb) frekvencia és a nagy áramigénybevétel a jellemző. Kis veszteségi tényezőjük és kis értékű saját induktivitásuk van.

Felépítésük a csillapító kondenzátorokéhoz hasonló (fém-papiros, fém-papiros-műanyag, fém-műanyag). A kommutáló kondenzátorok is belső hővédelemmel ellátott, öngyógyuló, zárlatbiztos elemek. Kiválasztásukhoz a feszültség- és áramigénybevételt, a reaktív teljesítményt és a hőmérsékletet kell ismernünk.

Jellegzetek kondenzátorfeszültségek:



Lineáris áttöltődés Szinuszos áttöltődés Vegyes áttöltődés

2.1 A névleges feszültség meghatározása

A kondenzátorok feszültségének alakja a gyakorlatban többé-kevésbé eltér az ábrán bemutatott idealizált alakoktól. Adott kondenzátortípusra az üzemi feszültség megengedett effektív értéke a hullámalaktól és a frekvenciától függ, ezért széles tartományban változhat. A feszültség névleges effektív értéke az a feszültséghatár, amelyet a dielektrikum villamos és hőmérsékleti tulajdonságai szabnak meg.

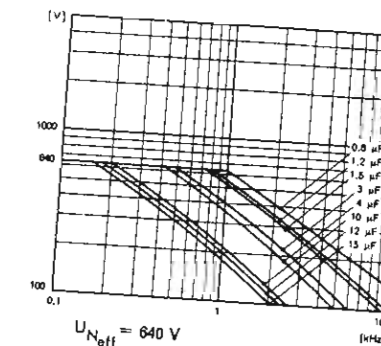
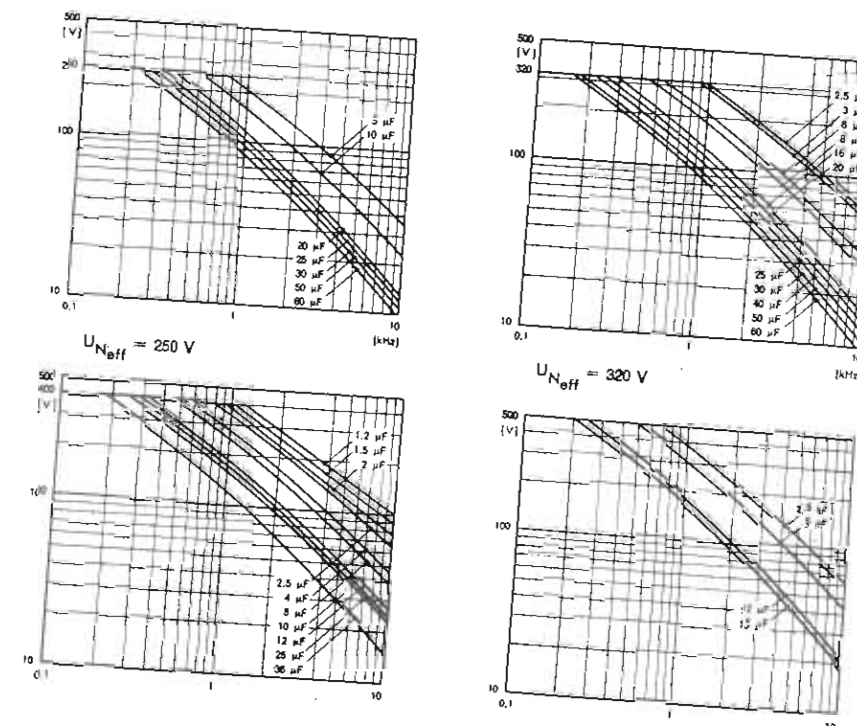
A feszültség U_{Neff} névleges effektív értékét az

$$U_{Neff} = \frac{U_1 + U_2}{2\sqrt{2}}$$

összefüggéssel számíthatjuk, amelyben U_1 és U_2 a fe-

szültség pozitív, illetve negatív csúcserőértéke. A képlet mindhárom feszültségalakra érvényes.

A frekvencia növelésével a váltakozófeszültség megengedett értéke csökken. A következő diagramok MPK típusú oltókonduktorokra a szinuszos váltakozófeszültség megengedett értékét mutatják a frekvencia függvényében:



2.2 Az áram effektív értéke

A kondenzátor kapcsain lévő feszültségből határozható meg,

- lineáris áttöltődésnél:
$$I_{\text{eff}} = \frac{C(U_1+U_2)}{T} \sqrt{\frac{T}{t_1} + \frac{T}{t_2}}$$

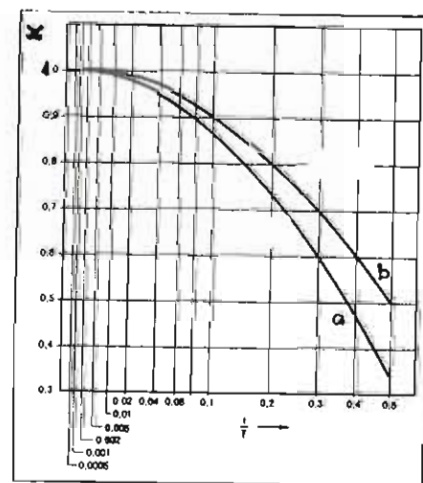
- szinuszos, illetve vegyes áttöltődésnél:
$$I_{\text{eff}} = \frac{\alpha}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{C(U_1+U_2)}{T} \sqrt{\frac{T}{t_1} + \frac{T}{t_2}}$$

2.3 Reaktív teljesítmény

A kondenzátor teljesítményét a

$$Q = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = \left(\frac{U_1+U_2}{2} \right)^2 \cdot \frac{2\alpha}{T} \cdot C \cdot K$$

összefüggéssel számíthatjuk, amelyben a K arányossági tényezőt a t áttöltődési idő és a T periódusidő t/T viszonyának függvényében a következő diagramról olvashatjuk le:



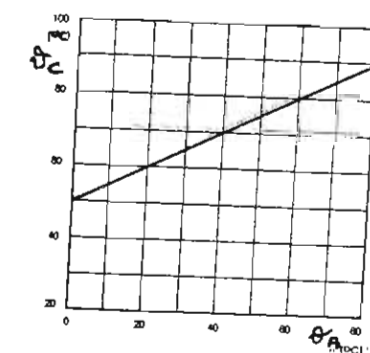
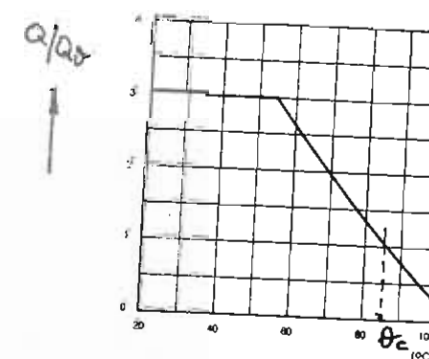
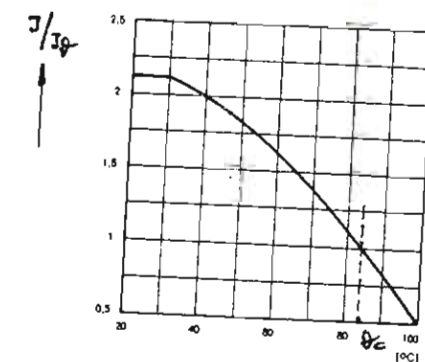
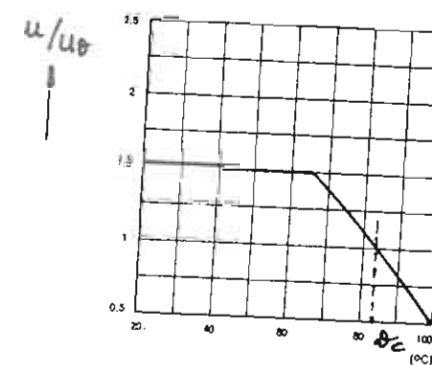
K tényező a t/T viszony függvényében

a: lineáris áttöltődés
b: szinuszos áttöltődés

2.4 A hőmérséklet hatása

Az adatlapokon a feszültségre, az áramra és a teljesítményre közölt névleges értékek +85 °C házhőmérsékletre vonatkoznak. 85 °C-nál kisebb házhőmérsékletnél a névlegesnél nagyobb, 85 °C-nál nagyobb házhőmérsékletnél a névlegesnél kisebb igénybevétel engedhető meg.

A következő diagramok a feszültségre, az áramra és a teljesítményre vonatkozó arányossági tényezőt mutatják a házhőmérséklet függvényében. A θ_A környezeti hőmérséklet és a θ_C házhőmérséklet összefüggését külön diagramról olvashatjuk le:

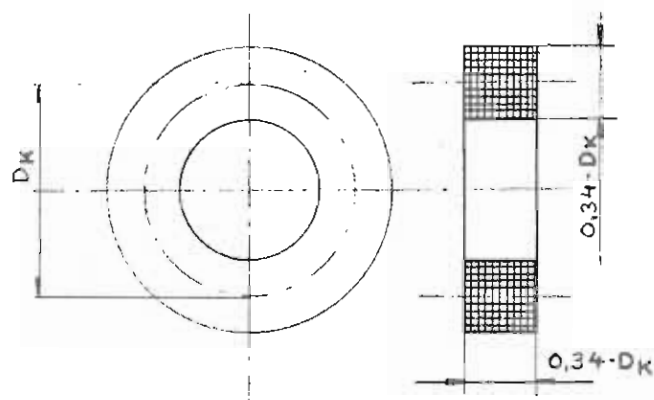


X. INDUKTÍV ELEMÉK

1. Légmagos fojtótekercsek

Légmagos fojtótekercsek akkor készülnek, ha a lineartást széles tartományon belül feltétlenül biztosítani kell, vagy olyan nagy indukciót akarunk létrehozni, amely a vasanyagok 1,3 ... 2,0 Vs/m² telítési indukciójánál nagyobb.

A légmagos tekercsek kialakítása rendszerint hengeres. A tekercselés anyaga körkeresztmetszetű rézhuzal, fazonhuzal, vagy nagyfrekvenciás alkalmazásoknál rézsodrat, rézszalag, illetve rézfólia. Ahhoz, hogy adott induktivitás elérésére a legkisebb súlyú fojtótekercset kapjuk, a következő méretarányokat kell betartanunk:



A tekercs induktivitását az

$$L = 0,67 \cdot \mu_0 \cdot N^2 \cdot D_K$$

összefüggéssel számíthatjuk, ahol

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$$

N = menetszám

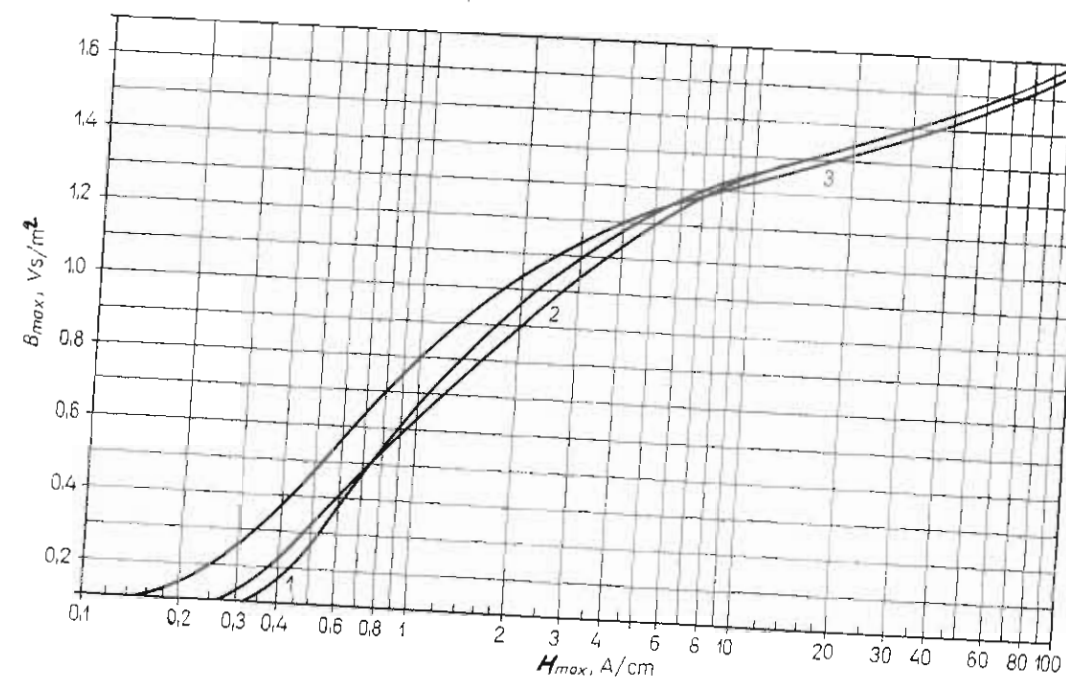
D_K = közepes átmérő (m)

2. Vasmagos fojtótekercsek

Vasmagos fojtótekercsekben a tekercsteret kitöltő vasanyagban a telítés kezdetéhez tartozó indukció a normál, melegen hengerelt transzformátorlemezekenél 1,1...1,3 Vs/m², az irányított szemcseszerkezetű, hidegen hengerelt, szalagból kialakított elrendezéseknél 1,8...1,9 Vs/m².

2.1 Vasmagok

Melegen hengerelt lemezek mágnesezési görbéje (50 Hz):

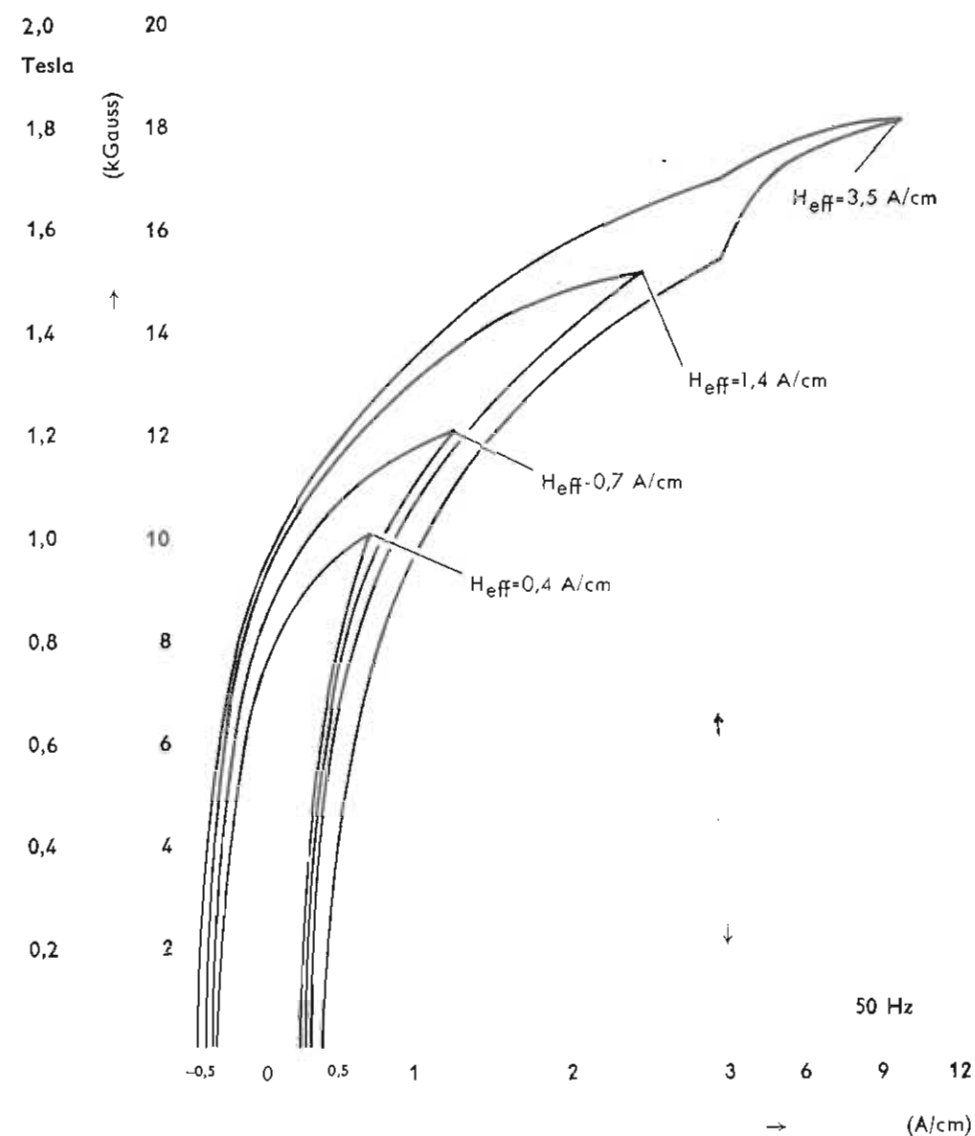


1: E 1450 tip., lemezvastagság 0,5 mm

2: E 1350 tip., lemezvastagság 0,5 mm

3: TS TA 9335, lemezvastagság 0,35 mm

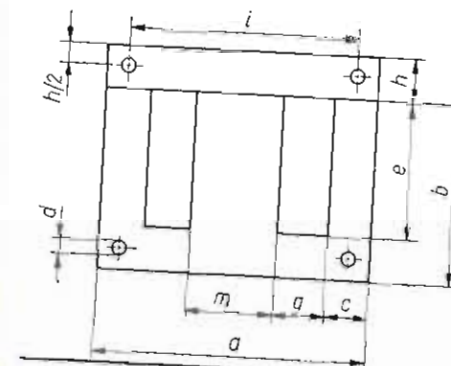
TRAFOPERM N2 tip. hidegen hengerelt szalag ^{hiss}terézis görbái (a jelleggörbék $l_m = 20$ cm mágneses hossza vonatkoznak. Nagyobb vasmagok jelleggörbéihez valamivel nagyobb, a kisebb vasmagok jelleggörbéihez valamivel kisebb indukció értékek tartoznak):



Szalagvastagság 0,30 mm, frekvencia 50 Hz

2.2 Hulladékmentes EI-lemezek méretei (melegen hengerelt anyag)

A lemezekből felépíthető szerkezetek nagy előnye, hogy velük csaknem tetszés szerinti elrendezés alakítható ki. Hátrányuk, hogy sok esetben a csévetestet és egyéb szerelvényeket házilag kell elkészíteni. Az ilyen szerkezetek felépítése és szerelése nagyon időigényes.



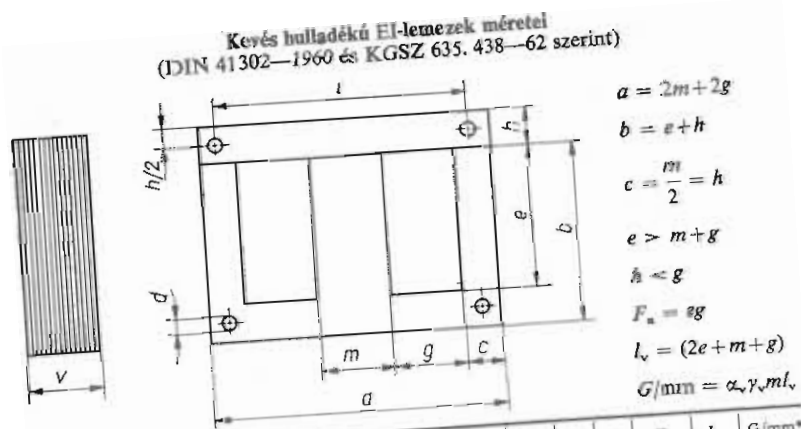
Hulladékmentes EI-lemezek méretei
(DIN 41 302—1960. KGSZ 635.438—62 szerint)

$$\begin{aligned} a &= 2m + 2g & F_a &= eg \\ b &= m + 2g & l_v &= 3m + 6g = 2a \\ c &= \frac{m}{2} & G/mm^2 &= \alpha_v \gamma_{ab} \\ e &= m + g \\ h &= g \end{aligned}$$

Tipus	a	b	c	d	e	g = h	i	m	v	F _a	l _v	G/mm ² *
(c = h)												
EI 30	30	20	5	—	15	5	—	10	10	75	60	4,24
EI 38	38,4	25,6	6,4	—	19,2	6,4	—	12,8	13	123	76,8	6,94
EI 42	42	28	7	3,5	21	7	35	14	14,3	147	84	8,30
EI 48	48	32	8	3,5	24	8	40	16	16,3	192	96	10,86
EI 54	54	36	9	3,5	27	9	45	18	18,3	243	108	13,73
EI 60	60	40	10	3,5	30	10	50	20	20,4	300	120	10,96
EI 66	66	44	11	4,5	33	11	55	22	22,4	363	132	20,52
EI 78	78	52	13	4,5	39	13	65	26	27	507	156	28,64
EI 84	84	56	14	4,5	42	14	70	28	29 43	588	168	33,25

* 1 mm kötegvastagságú lemez súlya p-ban

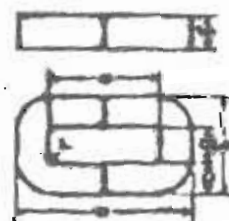
2.3 Kevés hulladékú EI-lemezek méretei (melegen hengerelt anyag)



Tipus	a	b	c	d	e	g	h	i	m	v	F _a	L _v	G/mm ³
EI 92	92	62,5	11,5	4,5	51	23	11,5	82	23	24 33	1173	194	31,5
EI 106	106	70,5	14,5	5,5	56	24	14,5	94	29	33 46	1344	218	44,7
EI 130	130	87,5	17,5	6,8	70	30	17,5	115	35	37 47	2100	270	66,8
EI 150	150	100	20	7,8	80	35	20	135	40	41 51 61	2800	310	87,7
EI 170	170	117,5	22,5	8	95	40	22,5	150	45	56 66 74	3800	360	114,6
EI 195	195	152,5	27,5	11	125	42,5	27,5	170	55	57 70 85	5320	445	173,2
EI 231	231	176,5	32,5	13	144	50,5	32,5	201	65	64 80 99	7270	519	249

* 1 mm kötegvastagságú vasmag súlya (p)

2.4 Hidegen hengerelt szalagból készült SU sorozat méretei

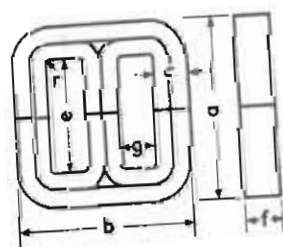


Anyaga: TRAFOPERM :N2

tipus	a (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)	f (mm)	g (mm)	r (mm)	l m (cm)	i vas (cm ²)	g (kg)
SU 15 ^a b	28,7	15,0	4,9 -0,5	18,5	5,4 8,4 -0,4	5	1,5	6,1	0,21 0,33	0,015
SU 24 ^a a	42,7	24,0	7,9 -0,6	26,5	8,5 -0,5	8	1,5	9,2	0,59 0,94	0,042 0,066
SU 30 ^a a	52,7	30,0	9,9 -0,8	32,5	10,1 -0,6	10	1,5	11,4	0,82 1,34	0,072 0,117
SU 39 ^a a	67,9	39,1	12,9 -0,8	41,5	13,4 -0,9	13	1,5	14,8	1,44 2,24	0,163 0,254
SU 48 ^a a	82,9	48,0	15,8 -0,9	50,5	16,5 -1,0	16	1,5	18,1	2,19 3,47	0,303 0,480
SU 60 ^a a	103,6	60,1	19,8 -0,9	63,0	20,6 -1,1	20	2,0	22,6	3,50 5,30	0,605 0,916
SU 75 ^a a	128,6	75,0	24,7 -1,0	78,0	26,1 -1,1	25	2,0	28,2	5,63 9,01	1,22 1,94
SU 90 ^a a	155,8	90,0	29,6 -1,1	95,0	30,9 -1,4	30	3,0	34,0	7,99 13,4	2,08 3,49
SU 102 ^a a	175,4	102,4	33,7 -1,2	106,0	35,4 -1,4	34	3,0	38,4	10,5 17,0	3,08 4,99
SU 114 ^a a	195,6	114,4	37,6 -1,3	118,0	39,2 -1,7	38	3,0	42,8	12,9 21,2	4,23 6,96
SU 132 ^a a	225,4	132,1	43,4 -1,4	136,0	45,2 -1,7	44	3,0	49,5	17,4 27,7	6,59 10,49
SU 150 ^a a	255,6	150,2	49,4 -1,5	154,0	51,2 -1,7	50	3,0	56,2	22,5 33,9	9,67 14,58
SU 168 ^a a	286,0	168,3	55,2 -1,6	173,0	57,0 -2,0	56	3,0	63,0	28,1 45,4	13,54 21,88
SU 180 ^a c	307,2	181,3	59,7 -1,8	184,0	62,0 -2,0	60	3,0	67,6	33,0 49,5	17,07 25,60
SU 210 ^a c	357,2	211,2	69,6 -2,0	214,0	71,7 -2,2	70	3,0	78,7	44,6 83,2	24,85 38,47
					131,7					50,09

2.5 Hidegen hengerelt szalagból készült S3U sorozat méretei (háromoszlopos vasmag; anyaga: TRAFOPERM N2)

Type	a	b	c	e	f	g	h	i	j	k	Av	G
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm	cm	mm	mm	cm ³	kg
S3U 30 a	53,7	50,9	9,9	-0,8	32,5	10,1	-0,6	10	9,8	17,1	1,5	0,82
S3U 30 b						16,1						0,188
S3U 39 a	68,9	66,0	12,9	-0,8	41,5	13,4	-0,9	13	12,7	22,1	1,5	1,43
S3U 39 b						20,4						0,261
S3U 48 a	83,9	80,8	15,8	-0,9	50,5	16,6	-1,0	16	15,5	27,2	1,5	2,24
S3U 48 b						25,6						0,491
S3U 60 a	104,6	100,9	19,8	-0,9	63,0	20,6	-1,1	20	19,4	33,9	2,0	3,49
S3U 60 b						30,6						0,776
S3U 75 a	129,7	125,7	24,7	-1,0	78,0	26,1	-1,1	25	24,1	42,2	2,0	5,63
S3U 75 b						41,1						1,82
S3U 90 a	156,8	150,6	29,6	-1,1	95,0	30,9	-1,4	30	29,1	50,8	3,0	9,01
S3U 90 b						50,9						2,93
S3U 102 a	176,4	171,1	33,7	-1,2	106,0	35,4	-1,4	34	32,8	57,5	3,0	13,4
S3U 102 b						56,4						5,59
S3U 114 a	196,2	191,0	37,6	-1,3	118,0	39,2	-1,7	38	36,6	64,2	3,0	10,5
S3U 114 b						63,2						8,00
S3U 132 a	226,4	220,5	43,4	-1,4	136,0	45,2	-1,7	44	42,3	74,3	3,0	12,9
S3U 132 b						71,2						6,79
S3U 150 a	255,6	249,6	49,4	-1,5	154,0	51,2	-1,7	50	48,0	84,3	3,0	11,14
S3U 150 b						76,2						10,54
S3U 168 a	286,0	279,6	55,3	-1,6	172,0	57,0	-2,0	56	53,8	94,4	3,0	16,84
S3U 168 b						91,0						22,5
S3U 180 a	307,2	301,0	59,7	-1,8	184,0	62,0	-2,0	60	57,7	101,5	3,0	33,9
S3U 180 b						77,0						15,53
S3U 210 a	357,2	350,8	69,6	-2,0	214,0	71,7	-2,2	70	67,2	118,2	3,0	23,38
S3U 210 b						92,0						34,23
S3U 210 c						131,7						49,5



3. Transzformátorok

3.1 Egyfázisú, hálózati transzformátorok (vasmag: SU sorozat)

Tipus	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	P _n (VA)	B _n (T)	U (V)	q _{Cu} (cm ²)	l _w (cm)	J _n (A/mm ²)
SU 30a	3,3	1,79	0,0326	0,40	5,8	9,3
SU 30b	6,3	1,78	0,0534	0,40	7,0	9,0
SU 39a	12,4	1,80	0,0571	0,85	7,5	7,0
SU 39b	20,0	1,79	0,0895	0,85	9,0	6,7
SU 48a	30,5	1,81	0,0884	1,5	9,4	5,7
SU 48b	48,6	1,80	0,138	1,5	11,2	5,5
SU 60a	82,0	1,83	0,140	3,0	11,7	4,4
SU 60b	122	1,82	0,214	3,0	13,7	4,3
SU 75a	200	1,84	0,227	5,3	14,8	3,6
SU 75b	306	1,83	0,363	5,3	17,8	3,4
SU 90a	387	1,85	0,326	8,3	17,4	3,1
SU 90b	630	1,84	0,552	8,3	21,4	3,0
SU 102a	620	1,85	0,435	11	20,1	2,8
SU 102b	960	1,84	0,692	11	24,3	2,7
SU 114a	920	1,86	0,536	15	22,3	2,5
SU 114b	1440	1,85	0,870	15	27,1	2,3
SU 132a	1580	1,87	0,726	21	25,5	2,2
SU 132b	2370	1,86	1,150	21	30,7	2,1
SU 150a	2370	1,87	0,935	26	29,3	2,1
SU 150b	3380	1,86	1,40	26	34,3	2,0
SU 168a	3620	1,87	1,17	35	32,6	1,9
SU 168b	5400	1,86	1,88	35	39,4	1,7
SU 180a	4560	1,87	1,38	39	35,6	1,8
SU 180b	5500	1,86	1,64	39	38,6	1,7
SU 180c	6400	1,86	2,05	39	41,6	1,7
SU 210a	7800	1,87	1,85	56	41,1	1,6
SU 210b	10500	1,86	2,64	56	47,1	1,5
SU 210c	12900	1,85	3,40	56	53,0	1,4

(1): szekunder teljesítmény
(2): indukció csúcsérték
(3): menetfeszültség

(4): rézherezsmetszet
(5): közepes menethossz
(6): áramsűrűség

3.2 Háromfázisú hálózati transzformátorok (vasmag: S3U sorozat)

Tipus	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	P_n (VA)	B_n (T)	U (V)	q_{Cu} (cm ²)	l_w (cm)	J_n (A/mm ²)
S3U 30a	4,95	1,86	0,034	0,6	5,8	8,6
S3U 30b	9,0	1,84	0,055	0,6	7,0	8,3
S3U 39a	17,7	1,87	0,059	1,27	7,5	6,4
S3U 39b	27,9	1,86	0,093	1,27	9,0	6,1
S3U 48a	44,1	1,89	0,093	2,25	9,4	5,3
S3U 48b	68,0	1,88	0,146	2,25	11,2	5,0
S3U 60a	118	1,92	0,150	4,5	11,7	4,1
S3U 60b	172	1,91	0,225	4,5	13,7	3,9
S3U 75a	287	1,95	0,244	8,0	14,8	3,3
S3U 75b	432	1,93	0,387	8,0	17,8	3,1
S3U 90a	550	1,94	0,344	12,5	17,4	2,8
S3U 90b	840	1,91	0,569	12,5	21,4	2,6
S3U 114a	1 280	1,95	0,560	22,5	22,3	2,2
S3U 114b	1 910	1,91	0,900	22,5	27,1	2,0
S3U 132a	2 170	1,95	0,754	31,5	25,5	1,9
S3U 132b	3 090	1,91	1,175	31,5	30,7	1,8
S3U 150b	4 310	1,89	1,423	39,0	34,3	1,8
S3U 168a	4 780	1,94	1,211	53,0	32,6	1,6
S3U 180a	6 000	1,93	1,416	59,0	35,6	1,5
S3U 180b	7 100	1,89	1,735	59,0	38,6	1,4
S3U 180c	8 000	1,85	2,035	59,0	41,6	1,4
S3U 210a	10 100	1,91	1,895	84,0	41,1	1,3
S3U 210b	12 600	1,80	2,555	84,0	47,1	1,2

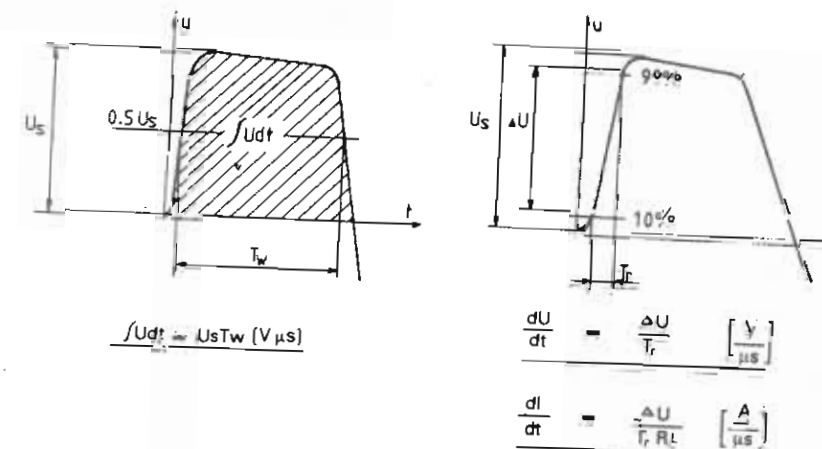
(1): szekunder teljesítmény (4): rézkeresztmetszet
 (2): indukció csúcsérték (5): közepes menethossz
 (3): menetfeszültség (6): áramsűrűség

3.3 Transzformátorok % -os üresjárási árama

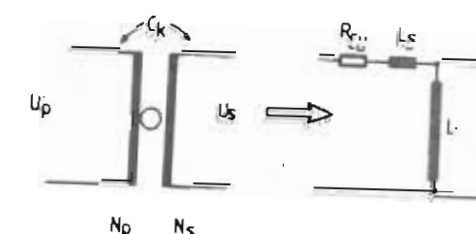
S [kVA] :	3	10	100	200	500	1000
i_0 [%] :	5	3	2,7	2,5	2,0	1,6

4. Gyűjtőtranszformátorok

4.1 Meghatározások



Feszültség-idő terület Impulzusmeredekség



$$R_{Cu} = R_p + R_s$$

$$T_r \approx 2 \frac{L_s}{R_L} (\mu s)$$

$$R_{Cu} \ll R_L$$

$$N_p : N_s = 1 : 1$$

Tekercstelenállás, időálló, áttételi viszonyok

4.2 Gyújtótranszformátor típusok és fő jellemzőik

Tipus	$\frac{n}{P S1 S2}$	f_{Udt} (V μ s)	T_r (μ s)	R_L (Ω)	I_z (mA)	L_p (mH)	R_p (Ω)	R_s (Ω)	E_p (kV)	C_k (pF)	P_m (W)	Alak
IL 5-10-1	1:1:1	250	0,5	2x100	100	2,5	0,6	0,6	3,5	5	0,5	10
IL 7-10-1	3:1:1	200	0,7	2x100	100	16,5	1,6	0,5	3,5	5	0,5	10
IL 1-11-1	1:1:1	500	1	100	100	8	1,0	1,0	3,5	5	0,5	11
IX 5-20-1	1:1:1	600	1,2	2x100	100	9	2,0	2,0	4,0	7	1,1	20
IX 7-20-1	3:1:1	600	1,2	2x100	100	75	1,3	1,5	4,0	7	1,1	20
IX 1-21-1	1:1:1	500	1	2x100	100	5,5	2,0	2,0	4,0	7	1,1	21
IL 5-20-2	1:1:1	300	1,5	2x40	250	3	0,7	0,7	4,0	8	1,1	20
IL 7-20-2	3:1:1	300	1	2x40	250	21	2,0	0,6	4,0	8	1,1	20
IL 1-21-2	1:1:1	300	1	40	250	3	0,6	0,6	4,0	8	1,1	21
IPH 1-21-2	1:1:1	1500	1,3	40	250	30	2,5	2,5	2,5	50	1,1	21
IPH 1-22-2	1:1:1	1500	1,3	40	250	30	2,5	2,5	2,5	50	1,1	22
IL 1-22-2	1:1:1	350	1,5	40	250	3	0,5	0,5	5,0	8	1,1	22
IL 1-23-2	1:1:1	350	1,5	40	250	3	0,5	0,5	10,0	8	1,1	23
IL 5-10-2	1:1:1	200	1	2x40	250	1,5	0,4	0,4	3,5	5	0,5	10
IL 1-11-2	1:1:1	250	1	40	250	2,5	0,6	0,6	3,5	5	0,5	11
IH 5-30-2	1:1:1	1300	1,1	2x40	250	21	1,0	2,0	2,5	25	2,0	30
IX 5-30-3	1:1:1	500	0,8	2x10	1000	3,2	0,3	0,3	2,5	25	2,0	30
IX 7-30-3	3:1:1	500	0,7	2x10	1000	35	2,0	0,5	2,5	25	2,0	30
IPH 1-31-3	1:1:1	1300	1,3	10	1000	26	0,5	0,5	2,5	50	2,0	31
IPH 3-31-3	3:1:1	1200	0,8	10	1000	200	7,0	0,5	2,5	50	2,0	31
IPR 1-32-3	1:1:1	1000	0,3	10	1000	20	0,5	0,5	2,5	200	2,0	32
IR 5-33-3	1:1:1	800	0,3	2x10	1000	10	0,5	0,5	2,5	80	2,0	33
ILR 1-11-3	1:1:1	300	0,2	10	1000	2,5	0,7	0,7	3,2	60	0,5	11
ILR 2-11-3	2:1:1	200	0,3	10	1000	2,5	1,0	0,3	3,2	50	0,5	11
ILR 3-11-3	3:1:1	200	0,3	10	1000	5	1,2	0,3	3,2	40	0,5	11

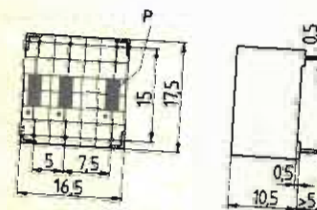
A

közölt jellemzők jelentése:

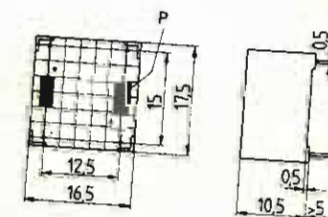
- n : menetszámtétel
- P, S1, S2 : primer, 1.szekunder, 2.szekunder tek.
- $\int Udt$: feszültség-idő terület
- T_r : impulzusnövekedési idő (10 — 90%)
- R_L : terhelőellenállás
- I_z : gyújtóáram
- L_p : primer induktivitás
- R_p : primer tekercsellenállás
- R_s : szekunder tekercsellenállás
- E_p : 1 perces próbafeszültség (50 Hz)
- C_K : kapacitás a primer és szekunder tekercsek között
- P_m : veszteségi teljesítmény ($\theta_A = 50^\circ$)
- R_{cn} : a tekercselés eredő ellenállása
- L_s : szórási induktivitás

4.3 Fő méretek

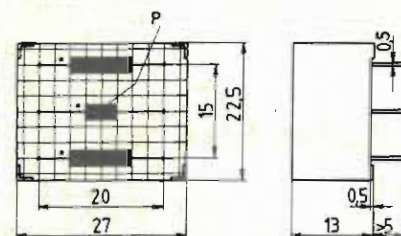
Alak 10



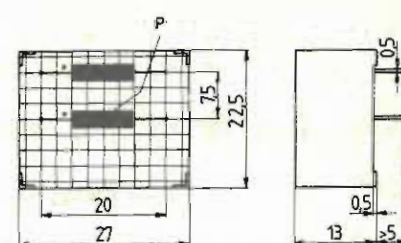
Alak 11



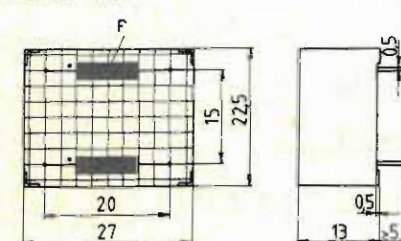
Alak 20



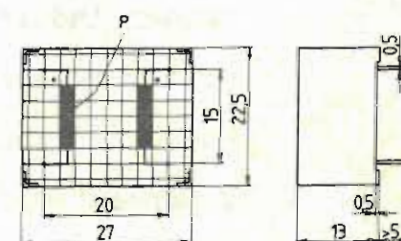
Alak 21



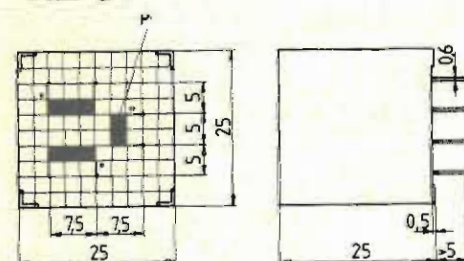
Alak 22



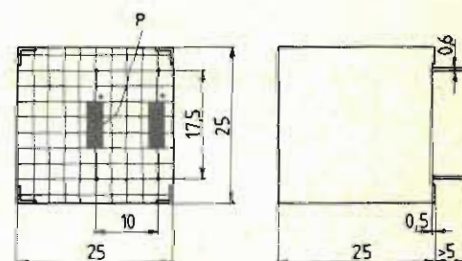
Alak 23



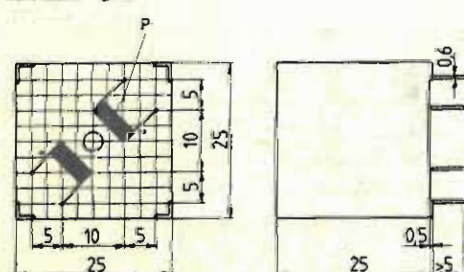
Alak 30



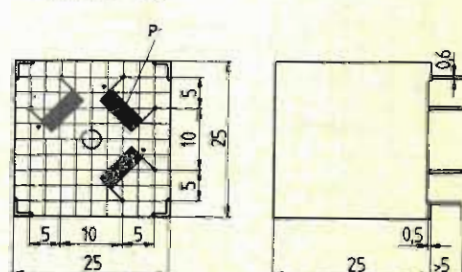
Alak 31



Alak 32



Alak 33

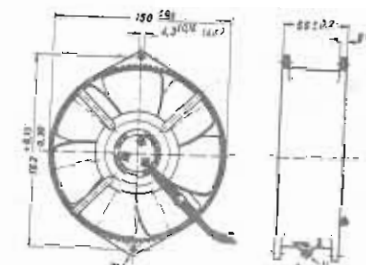
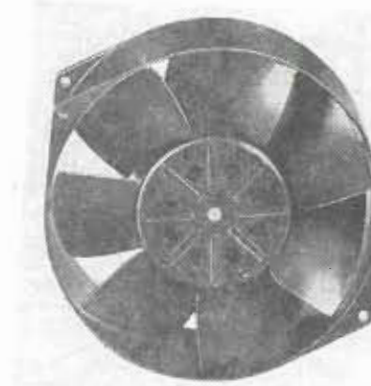


XI. VENTILLÁTOROK

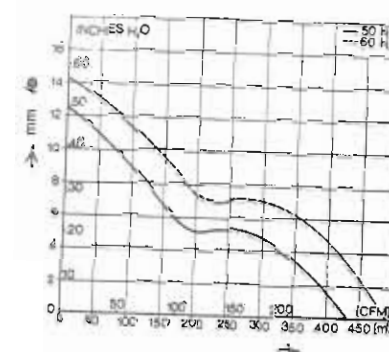
1. Kisteljesítményű ventillátorok

1.1 Nagy élettartamú axiálventillátor

Tipus: 6550 (Papst); beépítési helyzet tetszőleges



Jelleggörbék:



Statikus nyomás a lég-
szállítás függvényében

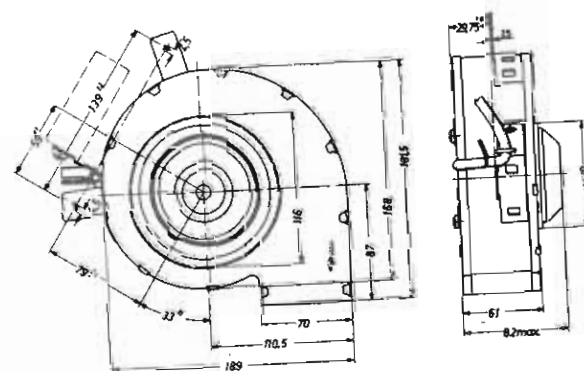
Műszaki adatok:

Tápfeszültség: 220 V, 50 Hz
Áramfelvétel: 290 mA
Telj.felvétel: 45 W
Súly: 1,1 kg

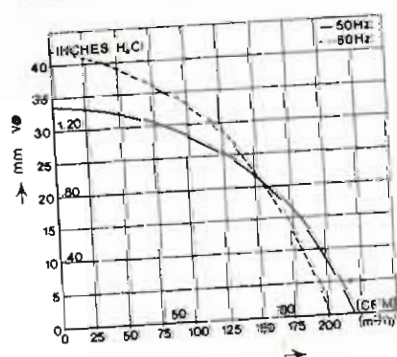
Ford.szám: 2700/p
Max.légészall.: 430 m³/6
Körny.hőm.: max. 45 °C

1.2 Külső forgórészű motorral felépített radiálventillátor

Tipus: RL 133-50/2 (Papst); **beépítés:** a motor tengelye lehetőség szerint vízszintes legyen. Más beépítési helyzet is megengedett.



Jelleggörbék:



Statikus nyomás a légszállítás függvényében

Műszaki adatok:

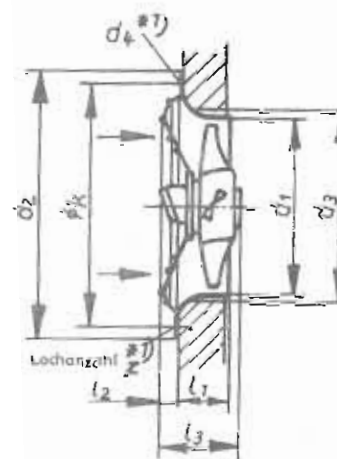
Tápfeszültség: 220 V, 50 Hz
Áramfelvétel: 400 mA
Telj. felvétel: 85 W

Ford. szám: 1650/p
Max. légszáll.: 220 m³/d
Körny. hőm.: max. 55 °C

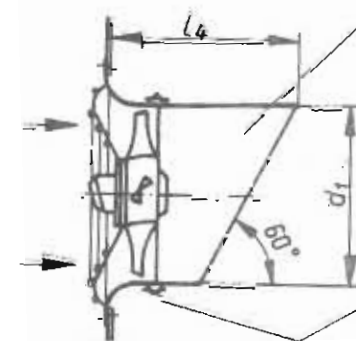
2. Nagyteljesítményű axiálventillátorok (LANW tip.)

2.1 Befoglaló méretek

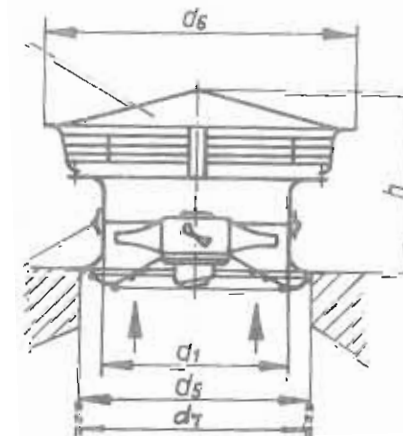
Falba szerelve



Áblakba szerelve (kieg. csomakkal)

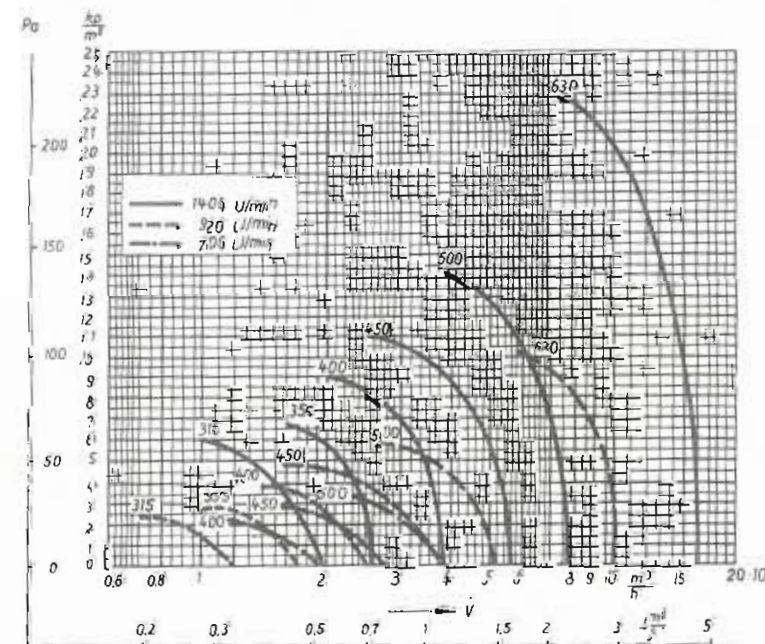


Tetőre szerelve



d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	h	k	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	z
315	464	355		400	560	400	317	432	85	31	138	342	szűrt
355	514	400		450	630	450	361	482	98	21	146	377	szám
400	564	455	10	500	710	500	406	532	108	29	160	415	12
450	624	510		560	800	560	437	592	120	27	169	452	
500	694	580		630	900	630	502	662	135	25	174	504	
630	880	740	12	800	1120	800	628	844	180	28	242	637	16

[mm]



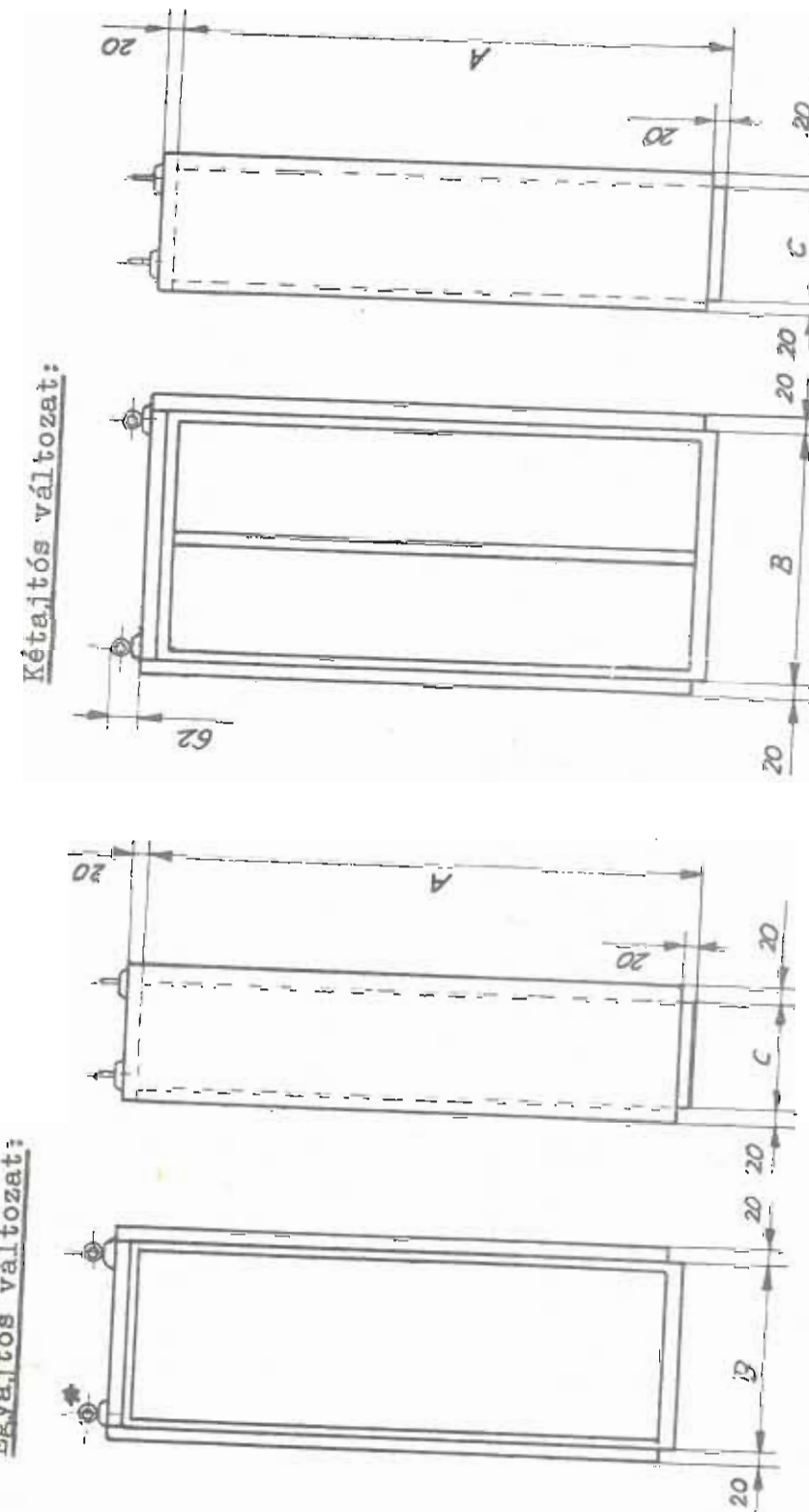
Statikus nyomás a légszállítás függvényében

2.2 Fő műszaki jellemzők

Névleges nagyág	Szállító áram (m ³ /h)	Hasznos nyomás- növekedés kp/m ²	Névleges teljesítmény (KW)	Beépített fordulat- szám teljes terhelésnél ford/min.	Motor póluszszám	Áramfelvétel kb.		Zajszint dBA	Súly(kg) alapfor- ma LANW
						220 V-nál	380 V-nál egyfázisú váltakozó áram		
315	1880	0	0,06	1400	4	0,35	0,69	66	5,2
	1150	5,2							
	1210	0	0,4	900	6	0,25	0,42	57	
	700	2,2							
355	2700	0	0,09	1400	4	0,35	0,96	68	5,9
	1650	6,6							
400	1730	0	0,04	900	6	0,25	0,53	60	
	1060	2,8							
	3850	0	0,18	1400	4	0,65	1,37	72	7,5
	2350	8,4							
	2500	0	0,09	900	6	0,45	0,74	64	
	1500	3,5							
450	5500	0	0,25	1400	4	0,78		75	9,8
	3350	10,7							
	3600	0	0,12	900	6	0,58		67	
	2150	4,5							
500	7700	0	0,4	1420	4	1,11		80	16,2
	4700	13,7							
	4950	0	0,25	910	6	0,8		72	
	3300	5,6							

XII. SZEKRÉNYEK

1. Vázlatos felépítés



* Hordgáru, M16 menettel

2. Méretek (mm):

A	B	C
1600	375	350 500 700
2000	375	350 500 700
2200	375	350 500 700
1600	500	350 500 700
2000	500	350 500 700
2200	500	350 500 700
1600	600	350 500 700
2000	600	350 500 700
2200	600	350 500 700

Egyajtós

A	B	C
1600	750	350 500 700
2000	750	350 500 700
2200	750	350 500 700
1600	800	350 500 700
2000	800	350 500 700
2200	800	350 500 700
1600	1000	350 500 700
2000	1000	350 500 700
2200	1000	350 500 700

Kétajtós

XIII. RAJZJELEK, JELÖLÉSEK

1. Általános jelölések

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Térbeli elhatárolás	---
Árnyékolás vagy távol rajzolt alkatrészek mechanikai kapcsolata (MSZ 9200 / 37)	---
Egymáshoz közel rajzolt alkatrészek mechanikus kapcsolatának jele (MSZ 9200 / 37)	==
Vezető részek szigetelt mechanikai összeköttetése	///
Nem bontható elektromos kapcsolat (forrasztás) (MSZ 9200 / 26)	●
Bontható elektromos kapcsolat	○
Rendeltetésszerűen oldható csavaros csatlakozás (MSZ 9200 / 26)	⌀

2. Feszültségek és áramok jelölése

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Egyenfeszültség vagy egyenáram jelölése (MSZ 9200/2)	 vagy
Váltakozófeszültség vagy váltakozóáram jelölése, általában (MSZ 9200/2)	
Ipari frekvencia (MSZ 9200/2)	
Hangfrekvencia	
Ultrahangfrekvencia (MSZ 9200/2) (KGST SZT 141/1.1/3)	
Rádiófrekvencia (MSZ 9200/2)	
Egyen-és váltakozófeszültség, vagy egyen-és váltakozóáram (MSZ 9200/2)	
Lüktető feszültség vagy lüktető áram (MSZ 9200/2)	
Négyszögimpulzus, általában (MSZ 9200/2)	

3. Túlfeszültséglevezetők és biztosítók

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Túlfeszültséglevezető általános jelölése (MSZ 9200/12)	
Csöves túlfeszültség-levezető (MSZ 9200/12)	
Félvezetős túlfeszültség-levezető (MSZ 9200/12)	
Olvadóbiztosító, az áramforrás felőli végződés feltüntetésével (MSZ 9200/12)	
Olvadóbiztosító (lomha) (MSZ 9200/12)	
Olvadóbiztosító (fűrge) (MSZ 9200/12)	
Jelzést adó biztosító önműködően kapcsolt külön jelzőáramkörrel (MSZ 9200/12)	
Terheléskapcsoló biztosító (MSZ 9200/12)	

4. Vezetékek jelölése

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Vezeték (kábel, sín) általános jelölése (MSZ 9200 / 8)	
Védővezeték (MSZ 9200 / 29)	
Nullavezeték, (alváz, földvezeték)	
n számú áramvezető erből álló kábel	
Árnyékolt vezeték	vagy
Árnyékolt kábel (közös árnyékolt vezetékek)	
Hajlékony vezeték	
Sodrott vezeték	

5. Ellenállások rajzjele

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Ellenállás, általában	
Érték nem lineárisan változtató ellenállás	
0,25 W-os ellenállás	
0,5 W-os ellenállás	
1 W-os ellenállás	
2 W-os ellenállás	
Üzemszerűen (kézzel) állítható ellenállás	

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Állítható ellenállás az áramkör megszakításával	
Állítható ellenállás az áramkör megszakítása nélkül Nem üzemszerűen (szerszámmal) állítható ellenállás	
Ugyanaz, az áramkör megszakításával	
Ugyanaz, az áramkör megszakítása nélkül	
Üzemszerűen (kézzel) állítható potencióméter	
Nem üzemszerűen (szerszámmal) állítható potencióméter	

6. Sönt és előtétellenállás

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Sönt (MSZ 808 / F-23)	
Előtétellenállás (MSZ 808 / F-23)	

7. Kondenzátorok jelölése

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Kondenzátor általános jelölése (MSZ 9200 / 14)	
Kondenzátor régebbi jelölés módja Használata kerülendő!	
Polarizált elektrolit-kondenzátor	

8. Induktív elemek jelölése

Fojtótekercsek:

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Tekercs, fojtótekercs, transzformátortekercs, általában. A tekercsek mind függőlegesen, mind vízszintesen ábrázolhatók! (MSZ 9200 / 15)	
A tekercs kezdetének jelölése (MSZ 9200 / 15)	
Tekercs, leágazásokkal (MSZ 9200 / 15)	
Tekercs, lemezzelt maggal, pl. hálózati fojtótekercs	
Tekercs, légréses lemezzelt maggal (MSZ 9200 / 15)	
Tekercs, porvas vagy ferritmaggal (MSZ 9200 / 15)	
Tekercs, nem mágneses (pl. réz) maggal (MSZ 9200 / 15)	
Tekercs telítődő (kapcsoló) maggal	

Transzformátorok:

Értelmezés	Kapcsolási rajzjel
Transzformátor (általában nagyfrekvenciás) különálló tekercsekkel, mag nélkül (MSZ 9200/15)	
Transzformátor (általában hálózati vagy hangfrekvenciás), különálló tekercsekkel, lemez maggal	
Transzformátor (általában rádiófrekvenciás) különálló tekercsekkel, porvas vagy ferritmaggal (MSZ 9200/15)	
Transzformátor, lemezmaggal, tekercsek közötti árnýékoldással (MSZ 9200/15)	
Tipikus hálózati transzformátor	

9. Alkatrészek betű- és számjelölései (tervjelek)

Az alkatrészek tervjele általában három részből áll: jelöli az alkatrész fajtáját, sorszámát és funkcióját. A fajta és a sorszám a tervjel kötelező része. A készülék (berendezés) alkatrészjegyzékének összeállításakor elegendő a kötelező részt megadni, például:

Az alkatrész tervjele
a rajzon:
C4I

Az alkatrész tervjele
a jegyzéken:
C4

(C4I: a C4 integráló kondenzátor)

Az alkatrészfajták csoportosítása és betűjele:

A tervjel első betűje (kötelező)	Csoport	Megnevezés (példák)
A	Önálló berendezés, egy-ség	Erősítők, távvezér-lés eszközei
B	Nem villamos mennyisé-get villamossá és vil-lamos mennyiséget nem villamossá átalakítók (generátorok és áramfor-rás kivételével), távmér-ők	Hangszórók, mikrofo-nok, vill. hőérzéke-lők, detektorok, stb.
C	Kondenzátorok	
D	Integrált áramkörök, mikroelektronikai ele-mek	Analóg és digitális integrált áramkörök
E	Különféle elemek	Világítótestek, fű-tőelemek
F	Védőkészülékek	Áram- és feszültség-védő diszkrét elemek, biztosítók, túlfesz-levezetők
G	Generátorok, áramfor-rások, oszcillátorok	Telepek, akkumuláto-rok, elektrokémiai és elektrotermikus áramforrások

A tervjel első betűje (kötelező)	Csoport	Megnevezés (példák)
H	Jelzőkészülékek	Hang- és fényjelzők, in- dikátorok
K	Relék, kontaktorok, mágneskapcsolók, mo- torvédő kapcsolók	Áram- és feszültségre- lék, időrelék, kontakto- rok
L	Fojtótekercek	Simító fojtótekercek
M	Motorok	Egyen- és váltakozóára- mú motorok
N	Tartalék	Szabadon felhasználható
P	Műszerek, mérőkészü- lékek	Mutató-, regisztráló- és mérőműszerek, számlálók, órák
Q	Kapcsolókészülékek erősáramú körben	Megszakítók, szakaszo- lók, automatikus kapcsó- lók
R	Ellenállások	Szabályozható ellenállá- sok, potenciométerek, söntök, termisztorok
S	Kapcsolókészülékek jelző, mérő- és ve- zérlő áramkörökben	Kikapcsolók, átkapcsó- lók, nyomógombok
T	Transzformátorok	Áram- és feszültségvál- tók
U	Villamos jelátalakí- tók	Frekvenciaváltók
V	Elektroncsövek, fél- vezetők	Elektroncsövek, diódák, tirisztorok, tranziszto- rok
W	Átviteli vonalak és elemek	Kábelek, gyűjtősinek
X	Csatlakozó készülé- kek	Dugók, aljzatok, áram- szedők, sorozatkapcsok
Y	Elektromechanikus ké- szülékek	Elektromágneses tengely- kapcsolók, fékek, mágne- sek

Ajánlott kétbetűs tervjelek:

Első betű	Csoport	Példák	Kétbe- tűs tervjel
A	Önálló egység ált. je- le		
B	Nem villamos mennyisé- get villamossá, villa- mos mennyiséget nem villamossá átalakítók	Hőelem, hőadó Fotoelem Nyomásadó Fordulatszámadó (tacho- generátor) Sebességadó	BK BL BP BR BV
C	Kondenzátorok		
D	Integrált áramkörök	Analóg áramkör Digitális logikai elem Tároló Készletetű elem	DA DD DS DT
E	Különféle elemek	Fűtőelem Világítólámpa Fűtőbetét	EK EL ET
F	Védőkészülékek	Diszkrét túláramvédő elem: pillanatműködésű, tehetetlenségi erővel műk. Olvadóbiztosító Diszkrét feszültségvédő	FA FP FU FV
G	Generátorok, áramfor- rások	Galvántelep	GB
H	Jelzőkészülékek	Hangjelzők Szimbólum indikátor és folyékony kristály Fényjelző készülékek	HA HG HL
K	Relék, kontaktorok	Áramrelé Hibajelző relé Kontaktor, motorvédő kapcsoló Időrelé Feszültségrelé	KA KH KM KT KV
L	Fojtótekercek	Fénycsőelűtét	LL
M	Motorok		

Első betű	Csoport	Példák	Kétbetűs tervjel
P	Műszerek, mérőkészülékek	Árammérő Impulzusszámláló Frekvenciamérő Wattmérő Varmérő Feszültségmérő Teljesítménymérő	PA PC PF PI PK PV PW
Q	Megszakítók és szakaszolók	Automatikus kapcsoló Szakaszoló	QF QS
R	Ellenállások	Termisztor Potenciométer Sönt Varisztor	RK RP RS RU
S	Kapcsolókészülékek jelző, mérő és vezérlő áramkörökben	Kikapcsoló, átkapcsoló Nyomógombos kapcsoló Automatikus kikapcsoló, v. megszakító	SA SB SF
T	Transzformátorok	Áramváltó Elektromágneses stabilizátor Feszültségváltó	TA TS TV
U	Villamos/villamos átalakító	Modulátor Demodulátor Frekvenciaátalakító (inverter)	UB UR UZ
V	Elektroncsövek, félvezetők	Zener-dióda Elektroncső Tranzisztor Tirisztor	VD VL VT VS
W	Átviteli vonalak	Antenna Energiaátviteli kábel Működtető kábel	WA WE WM
X	Csatlakozók	Áramszedő, csúszóérintkezők Dugós csatlakozó, csap Dugós csatlakozó, hüvely Oldható csatlakozó Nagyfrekvenciás csatlakozó	XG XP XS XT XW
Y	Elektromechanikus készülékek	Elektromágnes Elektromágneses fék Elektromágneses tengelykapcsoló	YA YB YC

Az alkatrészek funkciójának betűjelei:

Betűjel	Funkció
A	Kisegítő funkció
B	Mozgásirány
C	Számláló
D	Különbségmérő
F	Védő
G	Ellenőrző
H	Jelző
I	Integráló
K	Mozgató (beállító)
M	Főfunkció
N	Mérő
P	Arányosságmutató
Q	Állapotjelző (indító, megállító, korlátozó)
R	Visszatérő, törő
S	Tároló, regisztráló
T	Szinkronozó, késleltető
V	Sebesség (gyorsító, fékező)
W	Összegző
X	Szorzó
Y	Analóg
Z	Digitális