

## Λ-karakterisztikájú, elektronikus védőkapcsolás

Az egyszerű, rendkívül megbízható túláramvédelmi eszköz, az olvadó biztosíték számos elektronikus készülékben megtalálható. Ennek a régi – Edison óta ismert – áramköri elemnek vannak hátrányos tulajdonságai is. Kiolvadás esetén ki kell cserélni, öregedésre is hajlamos, de ami sok esetben az alkalmazását lehetetlenné teszi, az a viszonylag nagy tehetetlensége. Túlterhelésre érzékeny félvezető kapcsolások biztosítására sokszor emiatt nem használhatjuk, hiszen az áramkört akkor szakítja meg, amikor a félvezető(k) már tönkrement(ek).

A félvezetők védelmére olyan biztosítékra van szükség, amely a túláramot szupergyorsan szünteti meg. Erre a célra elektronikus védőkapcsolást használunk, amely a biztosított áramkör áramfelvételét figyeli, és túláram esetén bizonyos – de igen csekély – késleltetéssel megszakítja az áramkört.

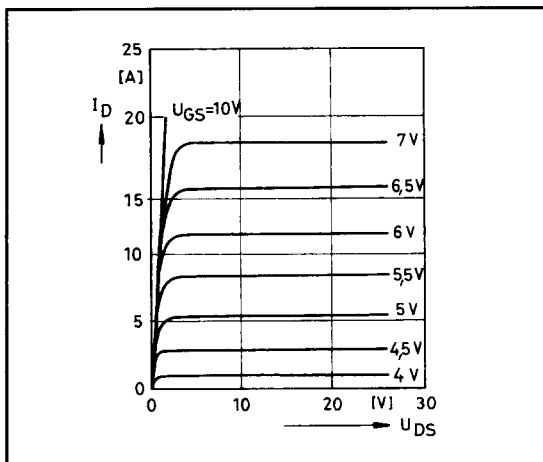
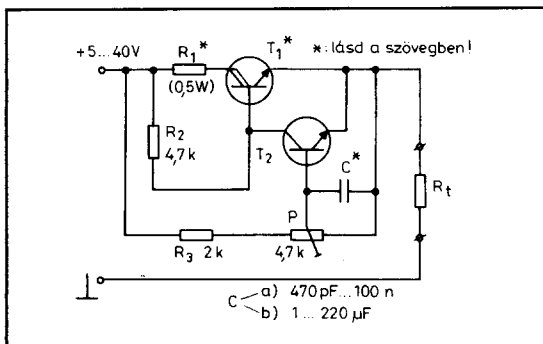
Napjainkban elektronikus védőkapcsolásokat már integrált kivitelben is készítenek, de ilyenek beszerzése a hazai piacon még nehézségekbe ütközik. Az alábbiakban bemutatjuk, hogyan építhető házilag egyszerű, könnyen beszerezhető alkatrészekből elektronikus biztosíték.

Az elektronikus biztosítékot egy bipoláris, és egy MOS-FET-es változatban készítettük el. A Darlington-páros változat elvi kapcsolása az 1. ábrán látható. A kapcsolás jobb megértéséhez tekintsük a MOS-FET 2. ábrán bemutatott kimeneti karakterisztikáját! (Jelen esetben a függőleges tengelyen  $I_D$  helyett  $I_C$ , a vízszintes tengelyen  $U_{DS}$  helyett  $U_{CE}$  áll, és a görbesereg  $U_{GS}$  helyett  $U_{BE}$ -vel van paraméterezve. Gondolatban azért tehetjük meg ezt az átparaméterezést, mert a bipoláris tranzisztorok is hasonló kimeneti karakterisztikával rendelkeznek. Természetesen az  $U_{BE}$  paraméterhez más értékek tartoznak, mint  $U_{GS}$ -hez.)

A kimeneti karakterisztikából látható, hogy a Darlingtonon ( $T_1$ ) eső feszültség lineárisan nő a terhelő áram növekedésével, a könyökpontig. A könyökpont után a karakterisztika meredeksége szinte 0, az eszköz átmegy áramgenerátorba. Számunkra a lineáris tar-

tomány a fontos, mert a vezető állapotban levő Darlington-párnak itt kicsi  $R_{CE}$  ellenállása van.

Az 1. ábrán látható kapcsolás úgy működik, hogy alaphelyzetben  $T_1$  vezet és  $T_2$  lezárt állapotban van. A terhelő áram növekedésével megnő az  $R_1$  ellenálláson eső feszültség, és ez addig tart, amíg az  $R_3$ , P-ből álló feszültségosztó potenciométerének csúszkáján a feszültség eléri  $T_2$  bázis-emitter



### Alkatrészjegyzék

#### az 1. ábrához

##### Ellenállás:

- 1 db 1.5 Ω...20 Ω ( $R_1$ )\*
- 1 db 2 kΩ ( $R_3$ )
- 1 db 4.7 kΩ ( $R_2$ )
- 1 db 4.7 kΩ trimmer (P)

##### Kondenzátor:

- 1 db 470 pF...220 μF (C)\*

##### Félvezető:

- 1 db 2N6044 (BD675, BD677, BD679, BD901, TIP122;  $T_1$ )\*
- 1 db BC182 ( $T_2$ )

### Alkatrészjegyzék

#### a 4. ábrához

##### Ellenállás:

- 1 db 1 kΩ ( $R_1$ )
- 1 db 10 kΩ ( $R_3$ )
- 1 db 20 kΩ ( $R_2$ )
- 1 db 10 kΩ trimmer (P)

##### Kondenzátor:

- 1 db 470 pF...100 μF (C)\*

##### Félvezető:

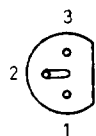
- 1 db BUZ71A (BUZ11A;  $T_1$ )\*
- 1 db BC182 ( $T_2$ )
- 1 db ZPD6.2 ( $D_1$ )
- 1 db 1N4148 ( $D_2$ )

\*: lásd a szövegben

1. ábra

2. ábra

3. ábra



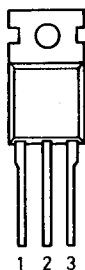
BC182

- 1: emitter
- 2: bázis
- 3: kollektor



BD675...BD679

- 1: emitter
- 2: kollektor
- 3: bázis

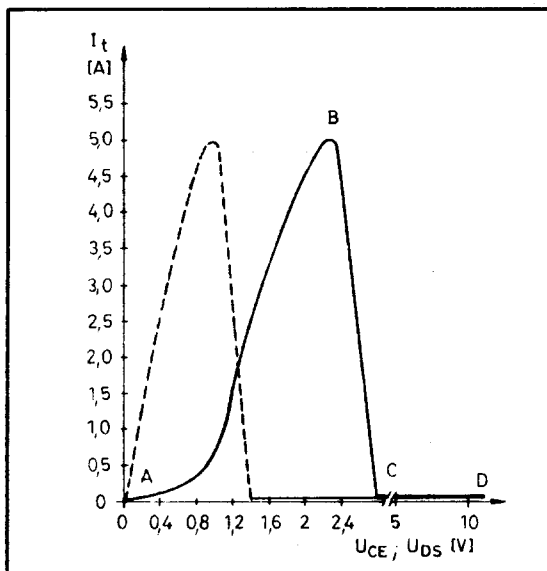


2N6044, BD901,  
TIP122

- 1: bázis
- 2: kollektor
- 3: emitter

BUZ71A, BUZ11A

- 1: gate
- 2: drain
- 3: source



nyitófeszültséget. Ekkor  $T_2$  vezető állapotba kerül és  $T_1$  lezár (ez az állapot megfelel a hagyományos olvadóbiztosíték-kiolvadásnak).  $T_1$  addig marad lezárt állapotban, amíg a túlterhelést nem szüntetjük meg. A tranzisztor nyitáshoz szükséges bázisáramot  $R_2$  ellenállás szolgáltatja.

Az 1. ábra szerinti kapcsolás  $U_{CE}/I_t$  karakterisztikáját a 3. ábrán tüntettük fel, folyamatos vonallal ábrázolva. A görbe menete a görög  $\Lambda$ -hoz (lambda) hasonlít, ezért nevezik a kapcsolást  $\Lambda$ -karakterisztikájúnak. (A görbét  $T_1$  pozíciójában egy 2N6044-et téve vettük fel.) A  $\Lambda$ -karakterisztikán látható, hogy egy beállított áramértékig a biztosítékon az áram növekedésével nő a feszültségesés (A-B szakasz), ezután a kapcsolat „átbillen” és a feszültség növekedésével a rajta átfolyó áram 0-ra csökken (B-C szakasz; negatív ellenállással). Mint már említettük,  $T_1$  lezárt állapotba kerül  $T_2$  kinyitása révén (C-D szakasz).

A lekapcsolási áram küszöbértékét a potenciométerrel és  $R_1$  figyelő ellenállással állítjuk be. Az egyes áramtartományokhoz tartozó értékeket táblá-

$I_t$ [A]	0,05...0,1	0,1...0,2	0,2...0,5	0,5...1	1...2
$R_1$ [ $\Omega$ ]	20/0,5 W	10/0,9 W	5/2 W	3/4 W	1,5/8 W
$U_{táp}$ [V]	5	10	15	20	25 30 40
$I_{lezív}$ [mA]	1,7	3,5	5,3	7,1	8,9 10,7 14,3

zatba foglaltuk, a terhelhetőségükkel együtt.

A C kondenzátor értékének a megválasztásával tudjuk a gyors vagy a lomha változatot realizálni, az áramköri követelményeknek megfelelően (az 1. ábra szerint a „gyors” változathoz az „a”, a „lomhához” a „b” értéktartományból választhatunk).

A elektronikus biztosíték és a normál olvadó biztosíték közötti további különbség az, hogy az elektronikus biztosítékban lekapcsolt esetben ún. szivárgási áram folyik, míg a normál biztosíték kiolvadás után árammentes. A szivárgási áram  $T_2$  kollektoráramból, az  $R_3$ -P osztón átfolyó áramból, valamint  $T_1$   $I_{CE0}$  visszaáramából áll (ez utóbbi a mai, korszerű, Si alapú teljesítmény-Darlingtonoknál 0,5  $\mu$ A körül van).

A különböző tápfeszültségértékekhez tartozó szivárgási áramot szintén a táblázatban találjuk meg. 2 A-ig a BD675-öt javasoljuk használni, 2...5 A között BD901-et, 2N6044-et, vagy a TIP120-as sorozatot (ez utóbbinál jelentősen megnő a tranzisztoron a feszültségesés, mivel e típuscsalád nagyáramú áramerősítési tényezője mintegy a fele az előbbi típusokénak).

A MOS-FET-es változat kapcsolási rajza a 4. ábrán látható. Az áramkör működésének a megértéséhez ismét nézzük meg a MOS-FET kimenő görbese-regét (2. ábra)! A kimenő karakterisztikából az látszik, hogy növekvő  $I_{DS}$  áramoknál a FET-en eső feszültség lineárisan nő, a könyökpontig. A könyökpont után a karakterisztika természetesen áramgenerátoros jellegű, tehát rendkívül nagy lesz a félvezető eszköz dinamikus ellenállása. Számunkra most is a lineáris tartomány a fontos, mert a bekapcsolt MOS-FET-nek az  $R_{DSon}$  ellenállása igen kicsi ebben a tartományban.

Visszatérve a 4. ábrán levő kapcsoláshoz, a teljesítmény-FET  $U_{GS}$  feszültségét a  $D_1$  Z-diódával stabilizált  $P_1$ ,  $R_2$  feszültségosztóról vesszük le. Kiindulási helyzetben  $T_1$  FET vezet, míg  $T_2$  teljesen le van zárva. A terhelő áram növekedésével közel arányosan nő az  $R_{DSon}$  ellenálláson eső feszültség is. Ez a feszültségesés-növekedés a terhelő áram

növekedésével együtt addig tart, míg a  $C_1$  a  $D_2$ ,  $R_3$  töltökörén keresztül a  $T_2$  nyitására szükséges feszültségszintre feltöltődik. Ekkor  $T_2$  kinyit és  $T_1$  gate-source körét rövidre zárja, azaz  $T_1$ -et ezáltal lezárásba viszi. Most a terhelésen nem folyik áram, így a tápfeszültség rákerül  $T_1$  drain-jére.

Mivel lekapcsolt állapotban rákerül a teljes tápfeszültség a teljesítmény-FET drain-source elektródájára, ezért az alkalmazandó FET-re megengedett maximális  $U_{DS}$  feszültségnek legalább akkórának kell lennie, mint az áramkör legnagyobb tápfeszültsége.

A FET-es áramkör karakterisztikáját a 3. ábrán szaggatott vonallal ábrázoltuk. Az ábrából jól látszik, hogy ez a karakterisztika a feszültségtengely mentén, a tranzisztoros áramköréhez képest balra tolódott el. Ez azzal magyarázható, hogy a vezető állapotban levő FET-nek az  $R_{DSon}$  ellenállása jóval kisebb, mint a kinyitott Darlington  $R_{CE}$  ellenállása. (A karakterisztika felvétele BUZ71A-val a  $T_1$  pozíciójában történt.)

## Elkészítés

Mindkét áramórt egyoldalasan fóliázott, nyomtatott áramkörtől készítettük el (267. oldal). A darlingtonos kapcsolás beültetési rajzát az 5. ábrán, a FET-esét a 6. ábrán láthatjuk.

Ha a védendő áramkörben a maximálisan folyó áram 2 A-nél kisebb, akkor a BUZ72A típust használjuk. Nagyobb áramok kapcsolására a BUZ71A felel meg, 5 A-ig. 5 és 8 A közötti áramtartományban a BUZ11 vagy ehhez hasonló típus javasolt.

## Bemérés

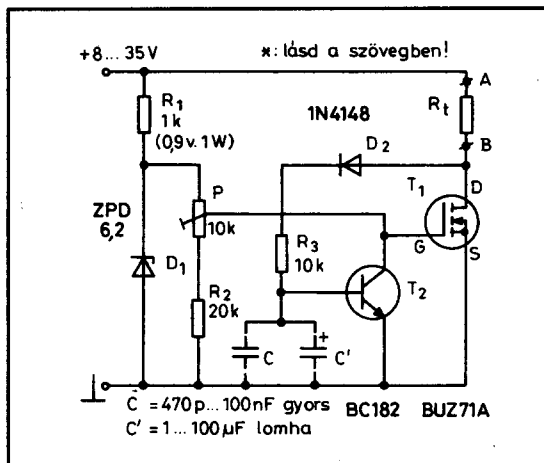
Az elkészített áramkört egy ampermérő és egy tolóellenállás (vagy nagy terhelhetőségű huzalpotenciométer) segítségével állítjuk be. Az elektronikus biztosítékot tápfeszültségre kapcsoljuk és a P potenciométer egy állásában változtatjuk a terhelést, miközben az ampermérőn ellenőrizzük a lekapcsoláshoz tartozó áram értékét. Amennyiben a lekapcsolás nem a kívánt áramnál történik meg, akkor állítsunk a trimmeren.

A teljesítmény-félvezetőt (Darlington, MOS-FET) hűtőlappra kell szerelni,

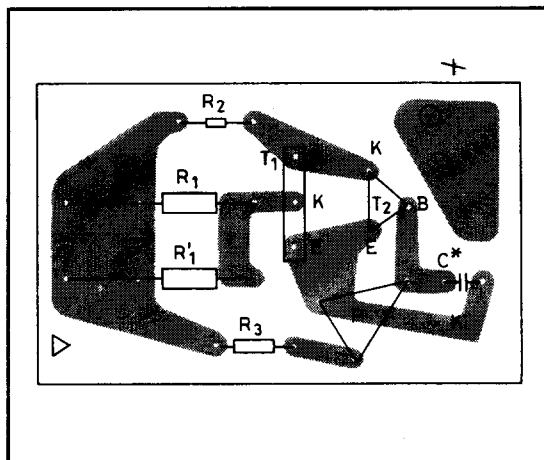
melynek mérete 2 A-ig  $40 \times 40 \times 2,5$  mm-es, 5 A-ig  $45 \times 45 \times 3,5$  mm-es Al-lemez. Ha nagyobb áramokra akarjuk a kapcsolást használni, akkor a teljesítmény-félvezetőket nagyobb felületű, kisebb termikus ellenállású gyári hűtőbordára szereljük.

A kapcsolások egyébként nincsenek hőfokkompenzálva, ami előnyös a védendő áramkör szempontjából. A tranzisztortechnikából ismert, hogy a tranzisztorparaméterek hőmérsékletfüggők. Esetünkben ez abban nyilvánul meg, hogy a megnövekedett környezeti hőmérséklet hatására kisebb terhelő áramnál fog bekövetkezni a lekapcsolás, mint a szobahőmérsékleten beállított névleges érték, azaz a beállított érték.

Másik előnye az elektronikus biztosítéknak, hogy a névleges áramfelvétel 5...10%-kal megnövelt értékére állítható be a lekapcsolási szint. Ha az áram-



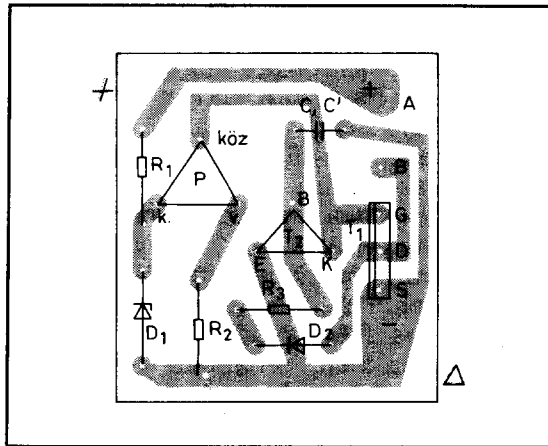
4. ábra



5. ábra

# műhelysarok \* műhelysarok \* műhelysarok

6. ábra



kör a túlterhelődés miatt kikapcsolt, akkor a védendő áramkört vagy készüléket feszültségmentesíteni kell, a túlterhelést meg kell szüntetni. Újra visszakapcsolva a tápfeszültséget, a biztosíték-áramkör ismét működőképes lesz.

A MOS-FET-es változat esetén a „szivárgási áram” kb. 5-öd része a bipoláris változathoz képest, ugyanazon tápfeszültségre vonatkoztatva. A  $T_2$  pozíciójába itt olyan tranzisztort válasszunk, amelyik 5 mA-es bázisáramot elvisel, továbbá  $U_{CE0} \geq 40$  V.

## ELIMEX Bt.

## PEER TRONIC

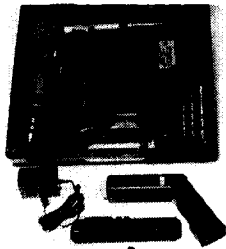
1024 Budapest, Lövház u. 3.

Tel.: 212-5681, tel./fax: 115-1851

H-Cs: 10-17 óráig, P: 10-14 óráig

### AKKUMULÁTOROS SZERSZÁMOK

Az árváltoztatás jogát fenntartjuk!



A megrendeléseket postai utóánvétellel is teljesítjük

Tipus	Robust 9132	Robust 9132K	Innovative RT-745	Innovative RT-744K	RT-1700K
Funkció	űvefűrő és csavarhúzó		fűrő és csavarhúzó	kofferes csavarhúzógépj	fűrő/csavarhúzó
Kapacitás	9,6 V 1,2 Aó		4,8 V 1,2 Aó	2,4 V 1,2 Aó	9,6 V 1,2 Aó
Sebesség	350/1200 ford/perc		300/450 ford/perc	170 ford/perc	230 ford/perc
Forgatónyomaték	12 Nm (változtatható)		7,5 Nm	1,7 Nm	7,5 Nm
Befogószerkezet	Ø1,5...10 mm tokmány		Ø1,5...10 mm tokmány	6,35 mm hatszög	Ø1,5...10 mm tokmány
Töltés	gyorsító 1 órás		3...4 óra	kb. 10 óra	3...4 óra
Tartozékok	gyorsító, 2 db csavarhúzóbetét		töltő	töltő, falitartó, műanyag koffér, 9 db szerszám	25 db szerszám, műanyag koffér
Egyéb jellemzők	űvefűrés (űtészám: 18000 űtés/perc), irányváltó	a 9132 kofferes változata + 16 szerszám	irányváltó	hajlítható nyél, irányváltó, töltés a falitartón, 6 fokozatú nyomatékhat.	irányváltó, töltő, 4 fok. nyomaték, cserélhető akku
ÁFA-s ár	19.600,-	22.000,-	5.600,-	3.500,-	8.900,-

## PC SECURITY - STOPLOCK : VÉDELEM MINDEN SZINTEN

A STOPLOCK V. a PC-k, a LAN rendszerek és a munkaállomások tökéletes védelme PC-n, HÁLÓZATON.

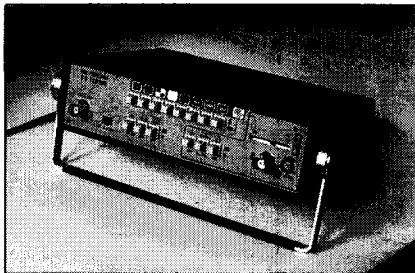
☑ Tölts be a nyílt rendszerek részeit a STOPLOCK védelmi program segítségével! ☑ ELLENŐRZÉS ☑ VÉDELEM ☑ NYOMKÖVETÉS ☑ KULCSOLÁS ☑ BELEPTETÉS ☑ REJTJELEZÉS

☑ TETA ☑ TETA MAGNETIC KFT. 1134 BUDAPEST, VÁCI ÚT 19., T/F: 111-5004 ☑

### MŰSZERÉSZEK!

### KISIPAROSOK!

### SZERVIZEK!



Fekete/fehér és színes tv-k, CCTV és kábeltv-hálózatok vizsgálatához

- Tucatnyi szabványos képminta
- Videó és VHF-UHF kimenet

- 5,5/6,5 MHz-es hangjelek
- Pici és könnyű (205 × 52 × 142,5 mm; 1,5 kg)

Kiváló műszer - szuper áron!

## PAL/SECAM TV TESTER

(TR-0631/T045)

csak  
**15.900 Ft**  
+ ÁFA

HOBBI ELEKTRONIKA szaküzlet Bp. VII., Dózsa Gy. út 16. Tel./fax: 322-8892 ☑ 1656 Bp., Pt. 50.