

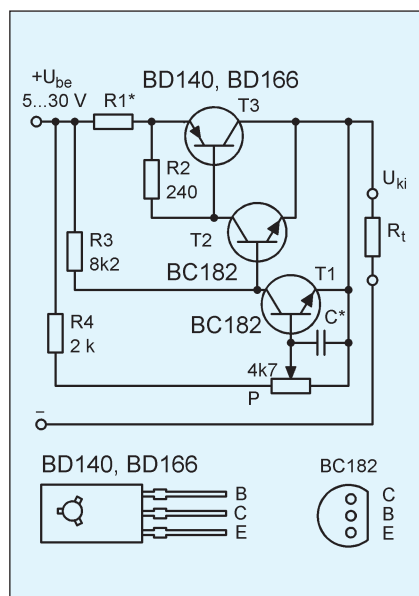
Elektronikus biztosíték kapcsolások 2.

Bus László okl. villamosmérnök, busl@dunaweb.hu

2. változat.
Sziklai kapcsolás

Bizonyára a kedves Olvasó elvéte vagy egyáltalán nem találkozott ezzel az elnevezéssel, és ez nem is csoda, mert a magyar szakirodalom ezt a konfigurációt komplementer vagy kompozit elnevezéssel illeti. Kár és sajnos, hogy mi magyarok ennyire „szerények” vagyunk, mert ezt a felépítésű tranzisztorpárt az Egyesült Államokba emigrált magyar mérnök, Sziklai György találta fel és szabadalmaztatta. (Ezzel kapcsolatosan a *Rádiótechnika* 2016/4. számában jelent meg egy cikk.)

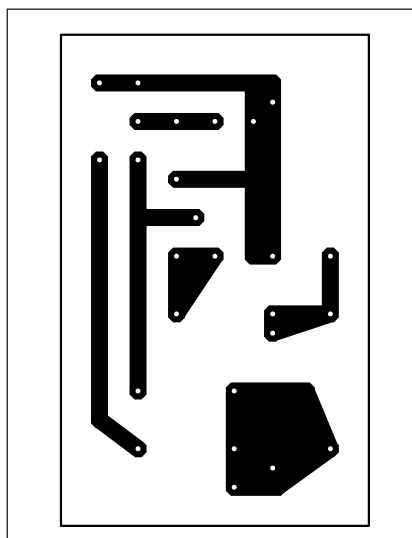
Működés. A komplementer darlington elvi kapcsolása a **10. ábrán** látható. Itt csak arra térünk ki, ami az előző Darlington-kapcsolásban nem szerepelt. Az elvi rajzon látható R2 ellenállás feladata T3 bázis – emitter diódájának nyitóirányú előfeszítésének biztosítása. A kapcsolás diszkrét elemekből építhető fel, mivel a gyártástechnológia mai állása szerint ezt a tranzisztorpárt integrált kivitelben nem gyártják.



10. ábra

Elkészítés, bemérés. Az elektronikus biztosítékot 65 × 40 mm nagyságú, egyoldalas nyáklemezre készítjük el. A nyomtatási rajzot a **11. ábra**, míg az alkatrészek beültetését a **12. ábra** mutatja. A kapcsolás elemértékeivel a lékapcsolási áram 50 és kb. 700 mA között állítható be. A bemérésre vonatkozókat lásd a kisáramú változatnál. A lambda karakterisztikát a **13. ábrán** látjuk, BD166-tal felvéve. A védőkapcsolás szivárgási árama a **4.**, a figyelő ellenállás adatai az **5. táblázatban** található. A szivárgási áram T1 kollektoráramból, az osztóáramból és a komplementer pár I_{CE0} maradékáramából tevődik össze. A kapcsolás passzív elemeire vonatkozókat lásd az 1. változatnál.

Ha az áramkört 1 A-ig készítjük el és BD140-nel, akkor ajánlatos megnézni, hogy ki a gyártója. Tungstam vagy a MEV által gyártott tranzisztorok katalógusában 1 A-es kollektoráram és 8 W disszipációs teljesítmény van megadva, de idesorolhatók még a régi Siemens gyártmányok is. Napjainkban a nagy félvezetőgyártó cégek ezeket a paramétereket $I_C = 1,5$ A-ben, $P_D = 12$ W-ban adják meg. Amennyiben a



11. ábra

4. táblázat

$U_{táp}$ [V]	5	10	15	20
I_{sziv} [mA]	1,6	3,15	4,6	5,8

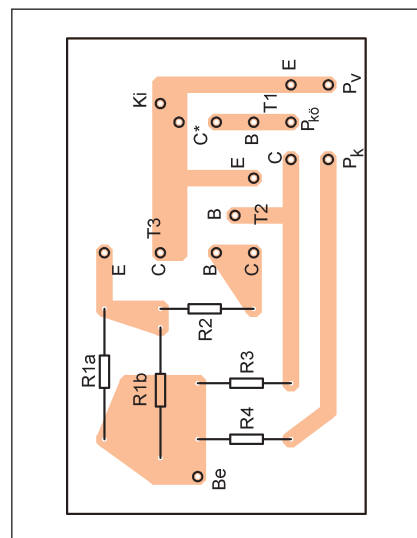
biztosítékot nagyobb áramúra akarjuk megépíteni, például 1,5 vagy 2 A-re, akkor a BD438-at javasoljuk, és a teljesítmény-felvezetőt egy 30 × 30 × 2 mm nagyságú Al-hűtőlapra szereljük fel!

Nagyáramú biztosíték (>1 A)

1. változat

Működés. A nagyáramú darlingtonos kapcsolást a **14. ábra** mutatja. Az áramkör működésére nem térünk ki, mivel az azonos felépítésből adódóan ezt a **6. ábrán** látható darlingtonnál már ismertettük.

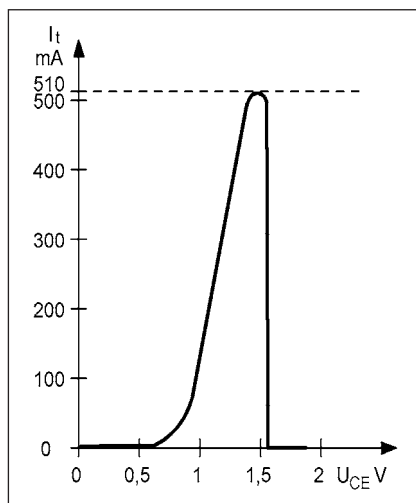
Elkészítés, bemérés. A kapcsolást 55 × 35 mm méretű, egyoldalas nyákon készíthetjük el. A nyomtatási rajz a **15. ábrán**, a beültetési rajz a **16. ábrán** látható. A nyáklapon az R1 és az R1' ellenállások egyik végén található egy-egy plusz furat, amelyek a nagyobb terhelhetőségű ellenállások (pl. 5 W-osak) számára lettek kialakítva. A bemérést a kisáramú változatnál leírtak szerint



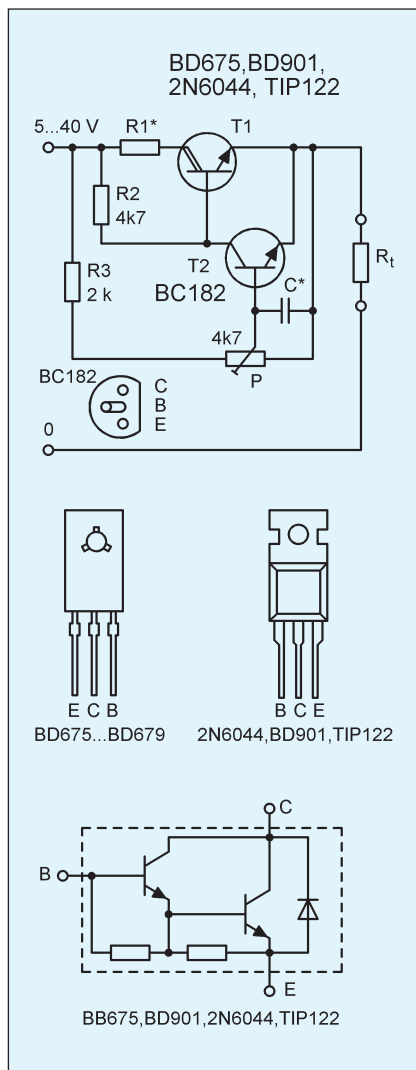
12. ábra

5. táblázat

I_t [mA]	50...200	200...500	500...700
$R1^*$ [ohm/W]	10/0,9	5/2	3/2



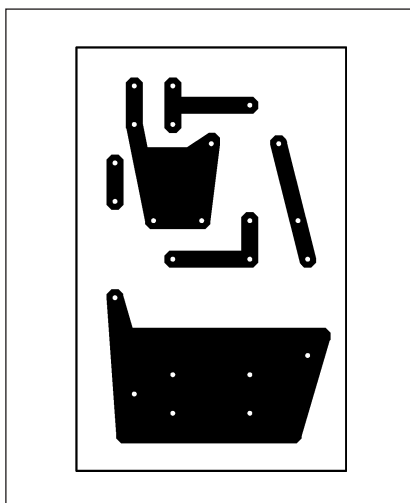
13. ábra



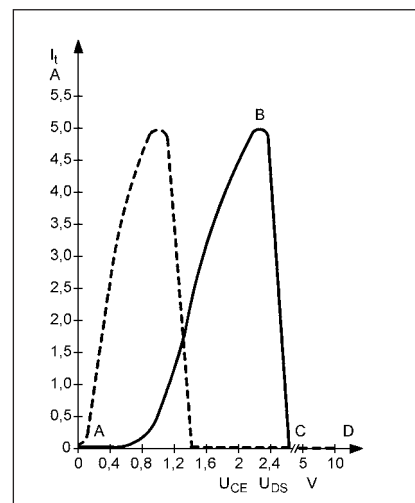
14. ábra

6. táblázat

$U_{táp}$ [V]	5	10	15	20	25	30	40
$I_{szív}$ [mA]	1,7	3,5	5,3	7,1	8,9	10,7	14,3

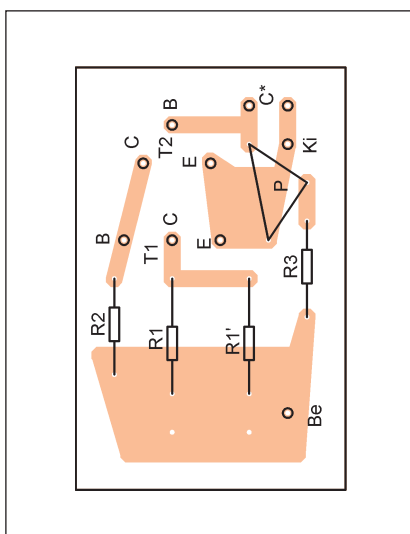


15. ábra



17. ábra

kell elvégezni. A biztosíték $U_{CE} - I_t$ karakterisztikája a **17. ábrán** látható. (A B görbét 2N6044-gyel vettük fel.) A szivárgási áramot a **6. táblázatban** adtuk meg. A lekapcsolási áram küszöbértékeit a **7. táblázatba** foglaltuk. Az elektronikus biztosítékot 2 A-ig használva BD675 alkalmazását javasoljuk, 2...5 A esetén BD901-et, 2N6044-et vagy a TIP120 gyártmánycsalád valamelyik npn típusú tagját.



16. ábra

7. táblázat

I_t [A]	0,05...0,1	0,1...0,2	0,2...0,5	0,5...1	1...2
$R1^*$ [ohm/W]	20/0,5	10/0,9	5/2	3/4	1,5/8

A passzív elemekkel kapcsolatos tudnivalókat lásd az 1. változatnál. A teljesítmény-félvezetőt hűtőlapra vagy kisebb iparilag gyártott hűtőbordára szereljük fel. Hűtőlapra szerelés esetén a hűtőfelület mérete 2 A-ig $40 \times 40 \times 2$ mm-es, 5 A-ig $45 \times 45 \times 3,5$ mm-es legyen.

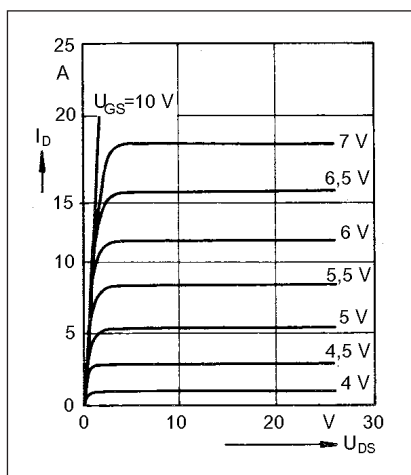
2. változat

Működés. A MOSFET-tel megépített kapcsolás elvi rajza a **18. ábrán** látható. Az áramkör működésének jobb megértése végett tekintsük meg a BUZ71A MOSFET kimenő görbeseregét, mely a **19. ábrán** található. A kimenő görbesereg elején látszik, hogy növekvő I_{DS} áramoknál a MOSFET-en eső feszültség lineárisan nő a könyökpontig. A könyökpont után a karakterisztika áramgenerátoros jellegbe megy át (nagy lesz a belső ellenállása). Számunkra a lineáris tartomány a fontos, mert vezető állapotban a MOSFET-nek az R_{DSon} ellenállása elég kicsi ebben a tartományban és ez lineárisan változik a terhelőárammal.

Visszatérve 18. ábrán levő kapcsoláshoz, a teljesítmény MOS

tranzisztor nyitására szükséges feszültséget Z-dióddal stabilizált feszültségosztóról vesszük le (P, R2). Ennek felső határa az U_z , az alsó 4 V körüli érték. Kiindulási helyzetben T1 vezet, míg T2 le van zárva. A terhelőáram növekedésével közel arányosan nő az R_{DSon} ellenálláson eső feszültség. Ez a feszültségés-növekedés addig tart, amíg D2, R3 körön keresztül T2 bázis-emitter szakasz nyitására elegendő lesz. Ekkor T2 kinyit és T1 lezár, mert a gate-je közel földpotenciálra kerül. Most a terhelésen nem folyik áram, ebből adódóan a tápfeszültség rákerül T1 drainjére, ezért az alkalmazandó MOSFET U_{DSS} letörési feszültségének nagyobbak kell lennie, mint az áramkörben alkalmazott legnagyobb feszültség.

Elkészítés, bemérés. A védőkapcsolást szintén egyoldalas nyáklemezre készítjük el, melynek mérete 46×43 mm. A biztosíték fólia rajzolatát a 20. ábrán, az alkatrészek beültetési rajzát a 21. ábrán láthatjuk. A MOSFET-es áramkör karakterisztikáját a 17. ábrán szaggatott vonallal ábrázoltuk (A). Az ábrából jól látszik, hogy ez a karakterisztika a feszültség tengely mentén a nagyáramú darlingtonéhoz képest balra tolódott el. Ez azzal magyarázható, hogy a bekapcsolt MOSFET-nek az R_{DSon} ellenállása jóval kisebb (közelítőleg egy nagyságrenddel) mint a kinyitott darlington R_{CE} ellenállása. A karakterisztika felvételét

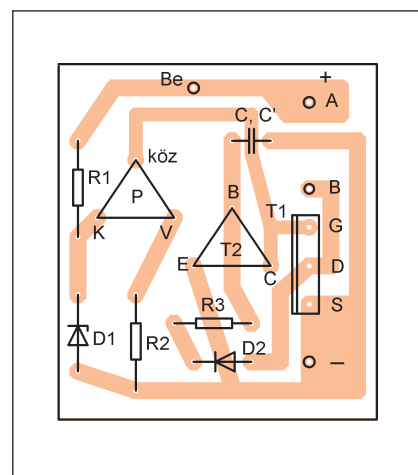


19. ábra

BUZ71A-val végeztük. A szivárgási áram kb. 5-öd része a 7. táblázatban található értékekhez képest, ugyanazon tápfeszültségre vonatkoztatva. Ennél a változatnál a szivárgási áram T2 kollektoráramából áll. (A T1 teljesítmény MOS tranzisztor I_{DSS} árama néhányszor tíz mikroamper nagyságrendbe esik.)

A biztosíték-kapcsolás ellenállásai fémrétegek, max. $\pm 5\%$ tűréssel; R2, R3 1/4 W; R1 30 V-ig 1 W-os, 30 V felett 2 W-os. Itt T2-nek olyan tranzisztort választunk, amelyik legalább 5 mA-es bázisáramot elvisel, továbbá $U_{CE0} \geq 40$ V. Az elkészített áramkört egy tápegység, egy ampermérő és egy tolóellenállás (vagy nagy terhelhetőségű huzalpotencióméter) segítségével mérjük be.

Az elektronikus biztosítékot tápfeszültségre kapcsoljuk és a P potenciométer egy állásában vál-



21. ábra

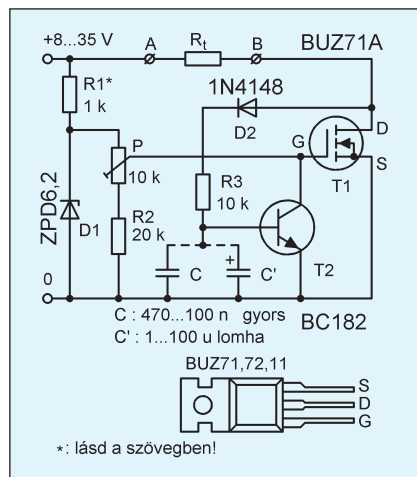
toztatjuk a terhelést, miközben az ampermérőn ellenőrizzük a lekapcsoláshoz tartozó áramértéket. Amennyiben a lekapcsolás nem a kívánt áramnál történik meg, akkor a trimmeren kell állítani. Ha a védendő áramkörben a maximálisan folyó áram 2 A-nél kisebb, akkor BUZ72A típust használjuk. Nagyobb áramok esetén a BUZ71A felel meg 5 A-ig, 5 és 8 A közötti áramtartományban a BUZ11 vagy ehhez hasonló típus javasolt.

A teljesítmény-félvezetőt itt is hűtőlapra szereljük, melynek méretét a bipoláris konfigurációnál adtuk meg.

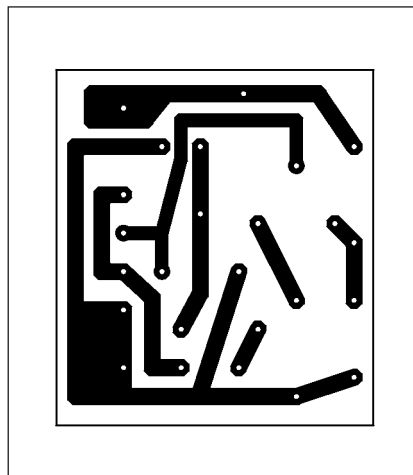
A 18. ábrán látható elektronikus biztosíték kapcsolást TTL, ill. más digitális áramkörökhöz szeretnénk használni, akkor néhány egyszerű módosítást kell a kapcsoláson végezni. Az R1 és D1 elemet ki kell forrasztani és a feszültségosztóban levő P felső végét tápfeszültségre kell kötni, továbbá a D2 diódát szintén kiforrasztjuk és a helyét bekötőhuzalal átkötjük. Ezzel az átalakítással a kapcsolás alkalmas lesz 5 V-os üzemre. Természetesen erre a feszültségre a kívánt lekapcsolási áramot újra be kell állítani.

B típusú kapcsolások

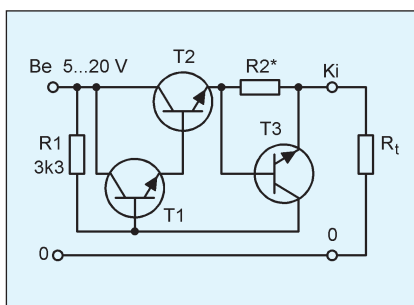
A közlemény ezen részében olyan túláram elleni védőkapcsolásokat mutatunk be, melyek mind felépítésükben, mind működésükben eltérnek a korábban ismertetett megoldásoktól.



18. ábra



20. ábra

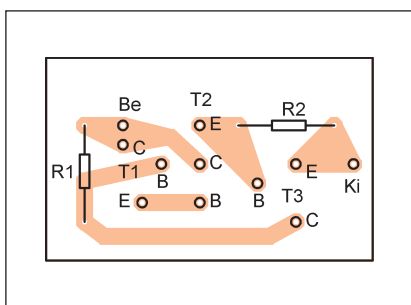


22. ábra

Közepesáramú biztosíték

1. változat

Működés. Az elvi kapcsolás rajz a **22. ábrán** látható. A korábbi kapcsolásoktól ez annyiban tér el, hogy az áramfigyelő rész a darlington után van kapcsolva, a pozitív ágba. A védőkapcsolás úgy működik, hogy alaphelyzetben T1, T2 tranzisztorpár vezet, míg T3 lezárt állapotban van. Az áramkör kimenetére terhelést kapcsolva a plusz ágban terhelőáram folyik, és ez az R2 figyelő ellenálláson feszültségesést hoz létre. Ha a feszültségesés akkora, hogy megegyezik T3 U_{BE} nyitó feszültségével, akkor T3 kinyit, és ennek kollektorárama hoz létre, ami a T1, T2 tranzisztorpárt a lezárás felé viszi. Ez a folyamat (miközben a terhelést változtatjuk) addig tart, míg T3 teljesen kinyit és a Darlington-fokozat teljesen lezár, ekkor a kimeneten 0 feszültséget mérünk. A túlterhelést megszüntetve a kapcsolás újra működőképes. Az R1 ellenállásnak kettős feladata van: egyrészt biztosítja a Darlingtonkapcsolás nyitóirányú előfeszíté-

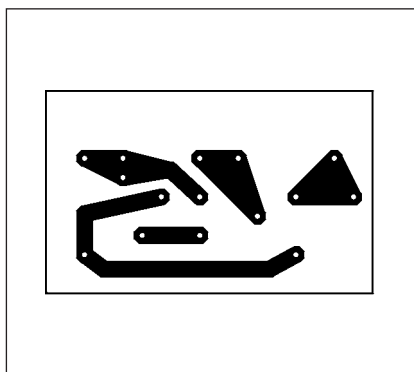


24. ábra

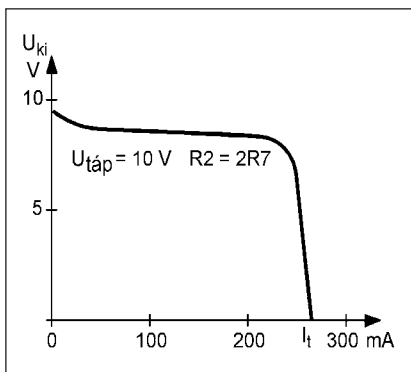
sét, másrészt a kinyitott T3 kollektorellenállása. Az áramfigyelő ellenállás méretezése: $R2 = 0,6 V/I_t$ képlet alapján történik; I_t -t amperben helyettesítsük be.

Elkészítés, bemérés. Az áramkört 43×26 mm méretű, egyoldalas nyáklemezen készítjük el. A kapcsolás nyomtatási rajza a **23. ábrán**, az alkatrészek beültetése a **24. ábrán** látható. A kapcsolás terheléses karakterisztikáját a **25. ábrán** látjuk, BD239A-val (T2) felvéve. A karakterisztikából jól látszik, hogy különböző terhelőáramok mellett a teljesítménytranzisztoron kis teljesítmény disszipálódik, gyakorlatilag elég lenne a léghűtés. Azonban $U_{ki} = 0$ esetén és például 10 V tápfeszültségnél 260 mA-es rövidzárási árammal számolva, a tranzisztorpár teljesítmény-tagján közelítőleg 2,6 W alakul át hővé, ezért a tranzisztort egy $40 \times 25 \times 2$ mm-es Al-hűtőlemezre szereljük fel. A bemérésre vonatkozókat a korábbi változatoknál olvashatjuk!

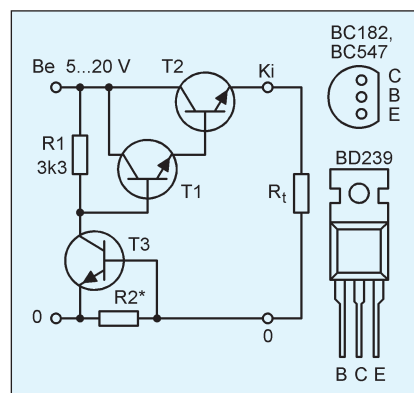
Ennek a kapcsolásnak a hátránya, hogy $U_{ki} = 0$ esetén a sorosági T2 tranzisztoron közel a tápfeszültséggel megegyező feszültség esik, ezért ezt a fajta elektronikus biztosítékot 20 V-ig és 300



23. ábra



25. ábra



26. ábra

mA-ig ajánljuk használni a relatíve nagy disszipáció miatt. Az áramkörti elemekről annyit, hogy R1 0,25 W-os, $\pm 5\%$ -os; R2 0,5 W, max. $\pm 5\%$ tűréssel, mindkettő fémréteg.

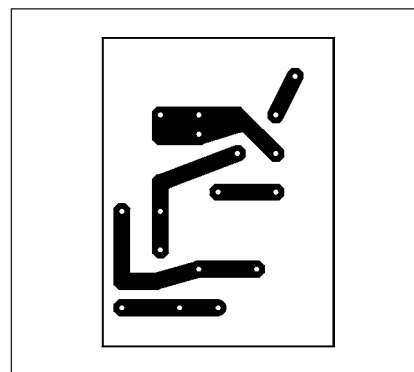
2. változat

Működés. Ennek az elrendezésnek az elvi rajzát a **26. ábra** mutatja. Az eltérés csupán annyi, hogy az áramfigyelő rész a mínusz ágban van. Működése megegyezik az előbbi változatéval. T3 teljes kinyitásakor T1 bázisa közel földpontra kerül.

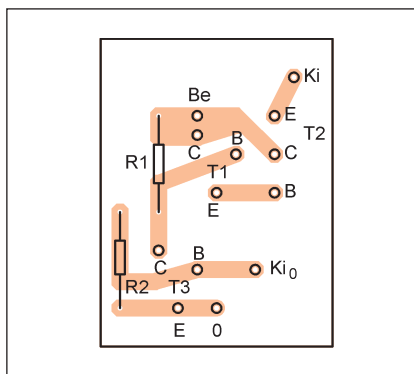
Elkészítés, bemérés. A biztosíték kapcsolást 30×40 mm nagyságú, egyoldalon fóliázott nyáklepon készítjük el. A fólia rajzolata a **27. ábrán**, a beültetési rajz a **28. ábrán** látható. A kapcsoláshoz tartozó karakterisztikát lásd a 25. ábrán.

3. változat

Működés. Ez az elrendezés kifejezetten az LM317 integrált áramkörhöz lett tervezve. A stabilizá-

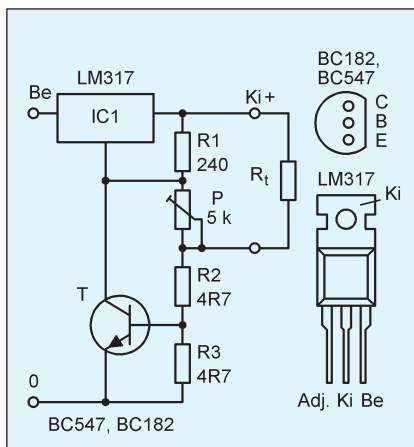


27. ábra

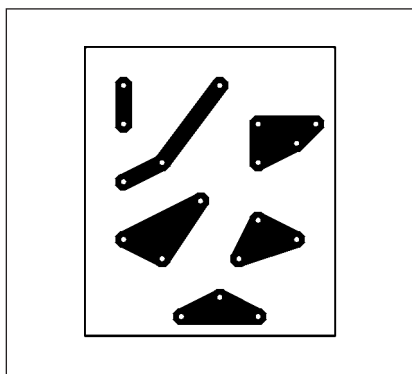


28. ábra

tor IC rendelkezik belső rövidzár-védelemmel és áramkorlátozással, amely nagyobb áramnál lép működésbe. Gyakran van szükségünk néhány száz milliamperes leoldási áramokra, ekkor használ(hat)juk a **29. ábrán** látható megoldást. A kívánt kimenő feszültséget $U_{ki} = 1,25 V \cdot (1 + P/R1) + I_{adj} \cdot P$ képlet alapján állítjuk be P potenciométerrel, üresjárásban. Mivel I_{adj} értéke LM317 esetén tipikusan 50 μA ,



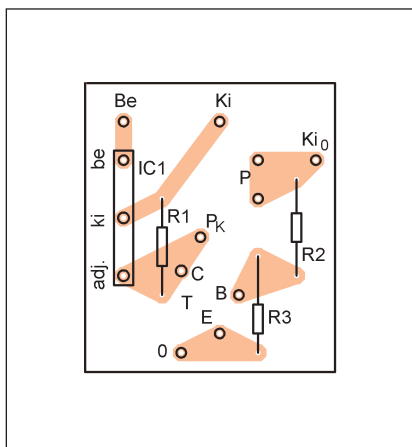
29. ábra



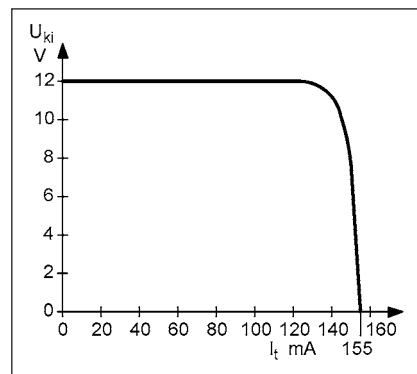
30. ábra

ezért a képlet második tagja a gyakorlatban elhanyagolható.

A kimenetet terhelve a terhelőáram átfolyik R2, R3 feszültségosztón. Ha a terhelőáram olyan értéket vesz fel, hogy az R3-on eső feszültség elegendő T nyitásához, akkor T vezetni fog, ennek következtében az LM317 szabályzó bemenete emitter potenciálra kerül; így közelítőleg $U_{ki} = 0$. A túlterhelést megszüntetve a kapcsolás újra üzemképes.



31. ábra



32. ábra

A feszültségosztó elemeinek méretezése: $R3 = 0,6 V/I_{max}$, valamint $R2 = (1 \dots 2) R3$ képlet alapján történik.

Élkészítés, bemérés. Az áramkört 33 x 38 mm méretű, egyoldalas nyákon készítjük el. A kapcsolás fóliázata a **30. ábrán**, míg a beültetési rajz a **31. ábrán** látható. A bemérésre vonatkozókat a korábbi kapcsolásoknál megtaláljuk.

Ennek a konfigurációnak $U_{ki} - I_t$ jelleggörbéjét, egy lehetséges beállításban, a **32. ábrán** láthatjuk. A 29. ábra szerinti elemértékekkel a biztosíték max. 120 mA-ig terhelhető, míg $R2 = 4,7$ ohm és $R3 = 2,7$ ohm elemérték választással 220 mA-re adódik ez az érték. Az áramkört kb. maximum 300 mA-ig célszerű alkalmazni. A stabilizátor IC-t 40 x 40 x 2,5 mm nagyságú Al-hűtőlemezre szereljük, mivel $U_{ki} = 0$ V esetén, 20 V-os bemenőfeszültségnél, 260 mA-es rövidzárási árammal számolva mintegy 5 W körüli teljesítmény disszipálódik.

(Folytatjuk)

Mi csak erősödünk, az árunk meg gyengül!

ÚJ akkuárok a HAM-bazárban!

200 mAh-s	6F22- (9 V-os telep-) méretű	NiMH akku	1900 Ft/db
220 mAh-s	6F22-(9 V-os telep-) méretű	NiMH akku	2000 Ft/db
850 mAh-s	AAA- (mikroelem-) méretű	NiMH akku	350 Ft/db
1000 mAh-s	AAA- (mikroelem-) méretű	NiMH akku	600 Ft/db
2000 mAh-s	AA-méretű, <u>forrfüles</u>	NiMH akku	750 Ft/db
2300 mAh-s	AA- (ceruzaelem-) méretű	NiMH akku	750 Ft/db
2600 mAh-s	AA- (ceruzaelem-) méretű	NiMH akku	850 Ft/db
2900 mAh-s	C-méretű (bébi) forrfüles	NiMH akku	1250 Ft/db

Budapest XIII., Dagály u. 11. I. em., H-P 9-14, Cs. 9-17 óra.
Tel./fax: 239-4932, 239-4933, 36-os mellék, hambazar@radiovilag.hu www.radiovilag.hu

Ne sokat elemezzen, inkább akkuzzon! (áfas árak)