

NAVODILO ZA UPORABO

ISPITIVAČ^v TRANSISTORA

MA 4600

Izdanje 1965



ELEKTROMEHANIKA — ELEKTRONIKA
TELEKOMUNIKACIJE — AVTOMATIKA

Združeno podjetje:
ISKRA KRANJ-

Organizacija: Tovarna elektronskih instrumentov
HORJUL

**ISPITIVAČ TRANSISTORA
MA 4600**

Izdanje 1965

Podacima ovog izdanja opozivaju se svi ranije objavljeni podaci

Pravo izmena pridržavamo

S A D R Ž A J :

1. UVOD
2. TEHNIČKI PODACI
3. TEHNIČKI OPIS I PRINCIP RADA
 - 3.1. Opšte
 - 3.2. Baždarenje mernog napona
 - 3.3. Kontrola transistora na defekt, princip
 - 3.4. Merenje faktora strujnog pojačanja "beta", princip
 - 3.5. Merenje povratne struje kolektora I'_{co} , princip
4. UPUTSTVO ZA RAD
 - 4.1. Opis čeone ploče
 - 4.1.1. Instrumenat sa kazaljkom
 - 4.1.2. Preklopnik PNP/NPN
 - 4.1.3. Ostali elementi
 - 4.2. Nameštanje baterije
 - 4.3. Priprema za merenje
 - 4.4. Merenje
 - 4.4.1. Opšte
 - 4.4.2. Prethodna kontrola transistora na položaju "K"
 - 4.4.3. Merenje faktora strujnog pojačanja "beta"
 - 4.4.4. Merenje povratne struje kolektora I'_{co}
5. OPRAVKE
6. BAŽDARENJE I KONTROLA
 - 6.1. Potrebna oprema
 - 6.2. Baždarenje instrumenta sa kazaljkom
 - 6.2.1. Baždarenje otklona 750 μ A
 - 6.2.2. Baždarenje otklona 1500 μ A
 - 6.3. Kontrola baždarenja i rada
7. SPISAK SASTAVNIH DELOVA
 - 7.1. Otpornici
 - 7.2. Ostali materijal

1. UVOD

Iako proizvođeni najsavešnije, sa najvećom pažnjom, pojedini transistori međusobno se električki razlikuju. Kontrola transistora pre ugradnje stoga je neophodno potrebna. Merač transistora MA 4600 namenjen je upravo takovoj brznoj i pouzdanoj kontroli transistora u radionicama i laboratorijama, koju uz to može vršiti i nekvalificirana radna snaga.

Razlike u kristalnoj strukturi primenjenog materijala utiču na strujno pojačanje ("beta") i povratnu struju (I'_{c0}) transistora u tolikoj meri, da se te vrednosti kod pojedinih transistora znatno razlikuju od ostalih. Praksa je pokazala da merenje tih dveju vrednosti daje dovoljan uvid u radne karakteristike transistora, tako da se pojedini transistori, kojima te vrednosti suviše odstupaju od traženih, odnosno suviše se razlikuju od ostalih, mogu izdvojiti i upotrebiti u druge neke svrhe. Merenje strujnog pojačanja ("beta") i povratne struje (I'_{c0}) izvedeno je u emitor-spoju, koji se najčešće upotrebljava, te je stoga merač transistora MA 4600 neobično prikladan za brza merenja PNP ili NPN transistora do 100 mW rasipne snage.

2. TEHNIČKI PODACI

Mereni tip transistora	PNP ili NPN	
Rasipna snaga merenog transistora	100 mW max.	
Merna područja:		
- strujno pojačanje "beta"	0 ... 75	0 ... 150
- povratna struja I'_{co}	0 ... 750 μ A	0 ... 1500 μ A
- bazna struja	10 μ A	10 μ A
Tačnost merenja "beta"	$\pm 15 \%$	
Merni napon na kolektoru	2 V	
Napon baterija za napajanje	4,5 V	
Potrošnja struje	20 mA	

Uslovi merenja tako su izabrani, da ne dolazi do termičkog preopterećenja transistora.

Merenje I'_{co} izvodi se kod otklopljene baze.

3. TEHNIČKI OPIS I PRINCIP RADA

3. 1. Opšte

Uredaj se snabdeva energijom iz baterije, koja se smešta u udubin
binu na poleđini aparata, ili priključuje na ulaz "Uz".

Merni spoj izveden je tako da ne dolazi do termičkog preopterećenja transistora. Merni je napon na kolektoru 2 V, što je dovoljno daleko iznad napona "koljena", koji iznosi ca 0,3 V. Struja je kolektora od 0,3 do 1,5 mA.

Radni napon na kolektoru transistora obično ne iznosi 2 V nego 4 V odnosno 6 V. Obzirom na oblik karakteristika transistora, to, međutim, toliko malo utiče na promenu vrednosti strujnog pojačanja "beta", da se to kod proveravanja upotrebljivosti transistora može zanemariti.

3.2. Baždarenje mernog napona

Obzirom na PNP ili NPN tipu transistora treba na njegove elektrode dovesti pravilno polarizovane napone. To činimo automatski preklopnikom S_2 (vidi shemu veza na kraju priručnika), kada ga prilikom merenja stavljamo u odgovarajuću poziciju. Istovremeno obrću se tim preklopnikom i priključci za instrument sa kazaljkom.

Srednji položaj preklopnika (" U_B ") služi za baždarenje mernog napona kolektora na 2 V, čime je istovremeno baždarena i merna struja baze na 10 μ A. To se postiže kada se okretanjem dugmeta potencijometra " U_B " kazaljka instrumenta otkloni tačno do crvene crte sa oznakom "BAT" u sredini gornje skale. Ujedno je to i kontrola baterije. Kada je, naime, okretanjem dugmeta " U_B " nemoguće postići otklon kazaljke do crvene crte, baterija je slaba i treba ju zameniti, jer merenja inače nisu tačna. Pojednostavljenu shemu merača transistora kod pomenutog položaja preklopnika PNP/NPN, odnosno baždarenja mernog napona kolektora, pokazuje slika br.1.

3.3. Kontrola transistora na defekt; princip

Na položaju "K" preklopnika PNP/NPN uključuje se u strujno kolo instrumenta sa kazaljkom zaštitni otpornik R7 (6K8), koji u slučaju defekta transistora (kratkog spoja E-C) ograničava struju kroz kretni kalem instrumenta.

Pojednostavljenu šemu merača transistora MA 4600 kod funkcije kontrole transistora na defekt pokazuje slika br.2.

3.4. Merenje faktora strujnog pojačanja "beta"; princip

Upravljačku elektrodu merenog transistora (bazu) napajamo preko otpornika R3 (350 kOhma) konstantnom strujom 10 μ A. U strujno kolo kolektora merenog transistora uključen je instrumenat sa kazaljkom. Merno područje instrumenta je 750 μ A, a unutrašnji mu je otpor veoma mali, svega 64 Ohma. Zbog početne struje baze 10 μ A pojavljuje se u strujnom kolu kolektora neka početna struja. Ta se struja kompenzuje pomoću potencijometra R9, tako da kazaljka instrumenta ostane na nuli. Pritiskom na tipku "beta 75" vezuje se otporniku R3 paralelno još jedan otpornik i time povećava bazna struja za daljih 10 μ A. Zbog kompenzirane početne struje kolektora, instrumenat sa kazaljkom pokazati će sada samo povećanu struju kolektora.

Za pun otklon instrumenta potrebno je 750 μ A. Uz povećanje bazne struje za 10 μ A povećanje bi kolektorske struje za 750 μ A značilo faktor strujnog pojačanja 75. Jedna od dvaju skala zato ima 75 podeoka, te je stoga moguće direktno otčitavanje faktora strujnog pojačanja.

Pojednostavljenu shemu merača transistora MA 4600 kod funkcije merenja "beta 75" pokazuje slika 3.

Pri merenju strujnog pojačanja do 150, potrebno je pritisnuti tipku "beta 150". Pritiskom na tu tipku jednako se, kao tipkom "beta 75", otporniku R3 vezuje paralelno još otpornik R4 i time povećava bazna struja za 10 μ A. Istovremeno se, međutim, pritiskom na tipku "beta 150", paralelno instrumentu sa kazaljkom

i R_1 vezuje još jedan otpornik. Tim se otpornikom (polupromenljivim potenciometrom R_2 , baždarenim u tvornici) povećava merni opseg instrumenta sa 750 na 1500 μA . Gornja skala ima 150 podeoka, te je tako i ovaj faktor strujnog pojačanja moguće direktno otčitavati.

3.5. Merenje povratne struje kolektora I'_{co} ; princip

Pritiskom na tipku " I'_{co} " prekida se - u odnosu na situaciju na slici 3. - priključak baze i veza za kompenzaciju početne kolektorske struje. Merni instrument može tako da meri povratnu struju kolektora do 750 μA . Pošto je za pun otklon instrumenta potrebno upravo 750 μA , a donja skala ima 75 podeoka, povratna se struja kolektora otčitava na donjoj skali, i rezultat množi sa 10 μA .

Želimo li izmeriti povratnu struju kolektora do 1500 μA , treba istovremeno sa tipkom " I'_{co} " pritisnuti i tipku "beta 150". Njome se, u tom slučaju, samo proširuje merni opseg instrumenta sa kazaljkom na dvostruko. Povratna se struja kolektora sada otčitava na gornjoj skali, a rezultat opet množi sa 10 μA . To merenje retko će doći u obzir, jer su vrednosti I'_{co} iznad 500 μA veoma retke, odnosno su transistori u tom slučaju veoma slabi ili posvema neupotrebivi.

Pojednostavljenu shemu merača transistora MA 4600 kod merenja I'_{co} pokazuje slika 4.

4. UPUTSTVO ZA RAD

4.1. Opis čeone ploče

4.1.1. Instrumenat sa kazaljkom

Na indikacionom instrumentu (u shemi označen sa J) ucrtane su dve skale: od 0 do 75 i od 0 do 150. Pri merenju faktora strujnog pojačanja bira se pritiskom na odgovarajuće dugme, automatski i odgovarajući merni opseg instrumenta. Faktor se strujnog pojačanja zato otčitava direktno sa odgovarajuće skale.

Pri merenju povratne struje kolektora, pritiskom se na dugme " I'_{co} " uključuje merno područje instrumenta do 750 μA , te se povratna struja kolektora otčitava na skali sa 75 podeoka, a rezultat množi sa 10 μA (vidi tč. 3.5.).

U sredini gornje skale nalazi se crvena oznaka "BAT" (vidi tč.3.2)

4.1.2. Preklopnik PNP/NPN

Ispod instrumenta nalazi se preklopnik (u shemi označen sa S_2), koji ima pet položaja:

- srednji položaj za baždarenje mernog napona i kontrolu baterije
- NPN, kontrolni položaj "K", za prethodnu kontrolu transistora na defekt
- NPN, merni položaj "M", za merenje "beta 75", "beta 150" i " I'_{co} "
- PNP, kontrolni položaj "K"
- PNP, merni položaj "M"

4.1.3. Ostali elementi

Levo od preklopnika nalazi se dugme potencijometra " U_B " (u shemi potencijometar R_{11}), kojim se baždari merni napon (tč.4.1.2.).

Desno od preklopnika nalazi se dugme potencijometra "KOMPENZ" (u shemi potencijometar R_5), kojim se kompenzira početna struja kolektora, t.j. doteruje kazaljka instrumenta na nulu pre merenja "beta". Ispod preklopnika nalaze se dugmeta "beta 75", "beta 150" i " I'_{co} " (u shemi označena sa T_1 , T_2 , T_3).

Desno od natpisa MA 4600 nalazi se prekidač za uključivanje napona baterije (u shemi označen sa S_1). Položaj "UKLJUČENO" je gore. U levom donjem uglu nalaze se tri bananske priključnice za priključivanje odgovarajućih elektroda transistora (E, B, C).

Na dve bananske priključnice u donjem desnom uglu može se priključiti vanjski izvor napona, koji se isto tako može isključiti prekidačem S_1 .

4.2. Nameštanje baterije

Na stražnjoj stranici kućišta je spremište za bateriju od 4,5 V, pokriveno poklopcem pričvršćenim sa dva zavrtnja. U proreze priključaka stavljaju se polaritetom odgovarajući priključci baterije. Pričvršćenjem poklopca sa pomenuta dva zavrtnja učvršćena je i baterija.

Bateriju treba menjati kad se prilikom baždarenja potencionetrom U_B (na položaju U_B preklopnika PNP/NPN) kazaljka instrumenta više ne može podesiti na crvenu crtu, na oznaku "BAT".

4.3. Priprema za merenje

Preklopnik NPN/PNP stavi se u položaj U_B , a prekidač za uključivanje (na shemi S_1) u gornji položaj; time je aparatura uključena. Ukoliko je baterija upotrebiva kazaljka će se instrumenta otkloniti približno do sredine skale. Sa potencionetrom U_B baždarimo kazaljku tačno na crvenu crtu.

4.4. Merenje

4.4.1. Opšte

Pošto smo shodno tč. 4.3. baždarili merni napon, priključimo elektrode merenog transistora u odgovarajuće bananske priključnice dok je preklopnik PNP/NPN još u položaju U_B . Levo i desno od toga položaja nalaze se po dva merna položaja "K" i "M" t.j. kontrola i merenje. Levo za transistore tipa NPN a desno za transistore tipa PNP. Na to je potrebno paziti, jer bi pogrešan

položaj preklopnika, obzirom na tipu transistora, mogao da uništi instrumenat i transistor; o tome, da je rezultat merenja potpuno pogrešan, da ni ne govorimo.

4.4.2. Prethodna kontrola; položaj "K"

Okrenimo sada preklopnik PNP/NPN u položaj "K" shodno tipu transistora. U tom položaju ugotovićemo da li je transistor uopšte ispravan. Defektan, odnosno probijen transistor može, naime, da ošteti instrumenat. Mali otklon kazaljke pokazuje da je transistor sposoban za merenje, a otklon preko polovine skale, da je transistor defektan i da nije sposoban za merenje.

4.4.3. Merenje faktora strujnog pojačanja "beta"

Pošto smo ustanovili da je transistor sposoban za merenje, prebacimo preklopnik dalje u položaj "M" i potencijetrom "KOMPENZ" baždavimo kazaljku instrumenta na nulu. Pritisnimo zatim tipku "beta 150". Ukoliko je otklon kazaljke ispod polovine skale opustimo tu tipku i pritisnimo tipku "beta 75". Faktor pojačanja transistora otčitava na odgovarajućoj skali sa 150 odnosno 75 podeoka. Rezultat se merenja proveriti tako da se opušta tipka i ponovno proverava odnosno baždari nula.

4.4.4. Merenje povratne struje kolektora " I'_{co} "

U položaju "M" baždavimo nulu potencijetrom "KOMPENZ" (vidi tč.4.4.3.) i nato pritisnimo tipku " I'_{co} ". Rezultat se u podecima otčitava na donjoj skali i množi sa 10 μA . Tako merimo povratnu struju kolektora do 750 μA , što obično zadovoljava.

Postoji mogućnost merenja povratne struje kolektora i do 1500 μA , i to na taj način što istovremeno sa tipkom " I'_{co} " pritisnemo i tipku "beta 150". Rezultat se u podecima otčitava na gornjoj skali i množi sa 10 μA . Povratne struje kolektora iznad 500 μA , međutim, veoma su redak slučaj, odnosno je takav transistor defektan ili uopšte neupotrebljiv.

5. OPRAVKE

5.1. Opšte

U okviru garantnog roka (godinu dana od datuma prodaje) naš specializovani servis mernih aparatura ISKRA-SERVIS LJUBLJANA, Rožna dolina, cesta IX/6a, opraviće vam svaki kvar, koji ulazi u okvir garancije, besplatno. Servis preuzima i sve druge opravke mernih instrumenata uz naplatu. Ukoliko želite izvršiti eventualnu opravku sami, daćemo vam u sledećim poglavljima nekoliko uputstava za opravku i baždarenje. Otvaranjem aparata uništava se plomba i propada mogućnost na besplatan opravak u okviru garancije, odnosno propada garancija uopšte, što molimo cenjene potrošače da uzmu na znanje. Troškovi transporta aparata do ISKRA SERVISA i natrag idu na teret mušterije.

Kod opravke upotrebljavajte za lemljenje samo tinol-žicu i kalofoniju, a nikako kiseline ili razne paste i vodice, da ne biste uništili aparat.

5.2. Pregled grešaka

Niže navedena tabela pretpostavlja postojanje samo jedne greške odjednom. Greška se pojavljuje kao posledica defekta pojedinog sastavnog dela. To, međutim, ne znači da su to jedine moguće greške. Moguće su, naime, još i greške koje se pojavljaju kao posledica kompleksnih oštećenja zbog mehaničkih, hemiskih ili sličnih uticaja.

<u>GREŠKA</u>	<u>UZROK</u>
- Na položaju "BAT" preklopnika NPN/PNP nema otklona instrumenta	- Nema baterije - Slab kontakt baterije - Prekinut dovod od baterije do preklopnika - Slab kontakt preklopnika - Defektan R6

GREŠKA

UZROK

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Na položaju "BAT" preklopnika NPN/PNP nema otklona instrumenta
- Na položaju "BAT" preklopnika PNP/NPN otklon instrumenta je premalen
- Na položaju "K" preklopnika PNP/NPN i kod kratko spojenih priključnica E-C nema otklona.
- Kod merenja transistora nije moguće podesiti nulu sa dugmetom "KOMPENZ"
- Kod merenja transistora nije moguće podesiti nulu dugmetom "KOMPENZ"
- Kod merenja transistora regulacija "KOMPENZ" deluje, no kod pritiska na tipku "beta 75" odnosno "beta 150" nema otklona
- Kod merenja transistora ne poklapaju se rezultati merenja tipkom "beta 75" i tipkom "beta 150" | <ul style="list-style-type: none">- Kretni kalem instrumenta prekinut
- Slaba baterija- Ne odgovara R6- Pomaknuo se kližač R₁- Regulacija sa R₁₁ ne zadovoljava (pregledati R₁₁ i okolne veze).
- Greška u vezju- Prekinut R7
- Loš "beta" transistora- Prekinut R5- Prekinuta veza R₉
- Prekinut kontakt tipke "I'_{co}"
- Kontakti tipaka ne deluju
- Instrument nije baždaren; pomaknuo se klizač R₁ odnosno R₂ |
|--|--|

6. BAŽDARENJE I KONTROLA

6.1. Potrebna oprema

Uz uobičajen radionički alat potrebna je za baždarenje MA 4600 još i sledeća oprema:

- Univerzalni A-V-metar, 20.000 Ohma/Volt dc
- mA-metar, 1,5 mA; $R_i = 50$ do 100 Ohma
- Otporna dekada MA 2100

6.2. Baždarenje instrumenta sa kazaljkom

6.2.1. Baždarenje otklona 750 μ A

Namestimo bateriju u spremište na poledini aparata i priključimo ju. Preklopnik PNP/NPN postavimo na položaj "M" levo ili desno. Na priključnice C i E priključimo u seriju mA-metar i otpornu dekadu. Dekadu podesimo na vrednost 2600 Ohma. Uključimo aparaturu preklopnikom S_1 . Ukoliko nema grešaka u vezama aparata, oba će instrumenta pokazivati neke otklone. Menjajući otpor deкаде podesimo vanjski instrument tako, da pokazuje tačno 0,75 mA. Pritisnimo tipku " I'_{co} " (da prekinemo vezu $R_1 - R_5 - R_9$, koja smeta baždarenju) te podesimo puni otklon instrumenta potencijometrom R_1 . Nakon toga potrebno je lakom zaštititi osovinu potencijometra R_1 da se ne bi okrenula.

6.2.2. Baždarenje otklona 1500 μ A

Namestimo bateriju u spremište na poledini aparata i priključimo ju. Preklopnik PNP/NPN postavimo u položaj "M" levo ili desno. Na priključnice C i E priključimo u seriju mA-metar i otpornu dekadu. Dekadu podesimo na vrednost 1300 Ohma. Uključimo aparaturu preklopnikom S_1 . Ukoliko nema grešaka u vezama aparata, oba će instrumenta pokazivati neke otklone. Menjajući otpor deкаде podesimo vanjski instrument tako, da pokazuje tačno 1,5 mA. Pritisnimo tipku " I'_{co} " (da prekinemo vezu $R_1 - R_2 - R_5 - R_9$, koja smeta baždarenju) i tipku "beta 150" (da uspostavimo vezu kojom se R_2 veže paralelno k instrumentu i tako

zajedno sa R_1 omogućava pun otklon instrumenta kod 1,5 mA) te podesimo puni otklon instrumenta potencijometrom R_2 . Nakon toga potrebno je zaštititi osovinu potencijometra R_2 lakom, da se ne bi okrenula.

6.3. Kontrola baždarenja i rada

Baždarenje po tačkama 6.2.1. i 6.2.2. kontrolišimo u oba položaja "M" (na PNP i NPN) odmah nakon baždarenja potencijometara R_1 i R_2 .

Na položaju " U_B " preklopnika PNP/NPN mora instrument pokazivati približno polovinu punog otklona. Regulacijom pomoću potencijometra " U_B " (u shemi R_{11}) mora biti moguće podesiti otklon kazaljke na crvenu crtu na gornjoj skali kod napona baterije od 4 V do 4,5 V. Ukoliko to nije moguće, proverite bateriju ili R_6 .

Na položaju "K" preklopnika PNP/NPN i kod kratkog spoja između priključnica E i B, odnosno B i C, mora kazaljka instrumenta da se otkloni preko polovine skale. Obratite pažnju na to, jer će vam defektan transistor uništiti instrument sa kazaljkom!

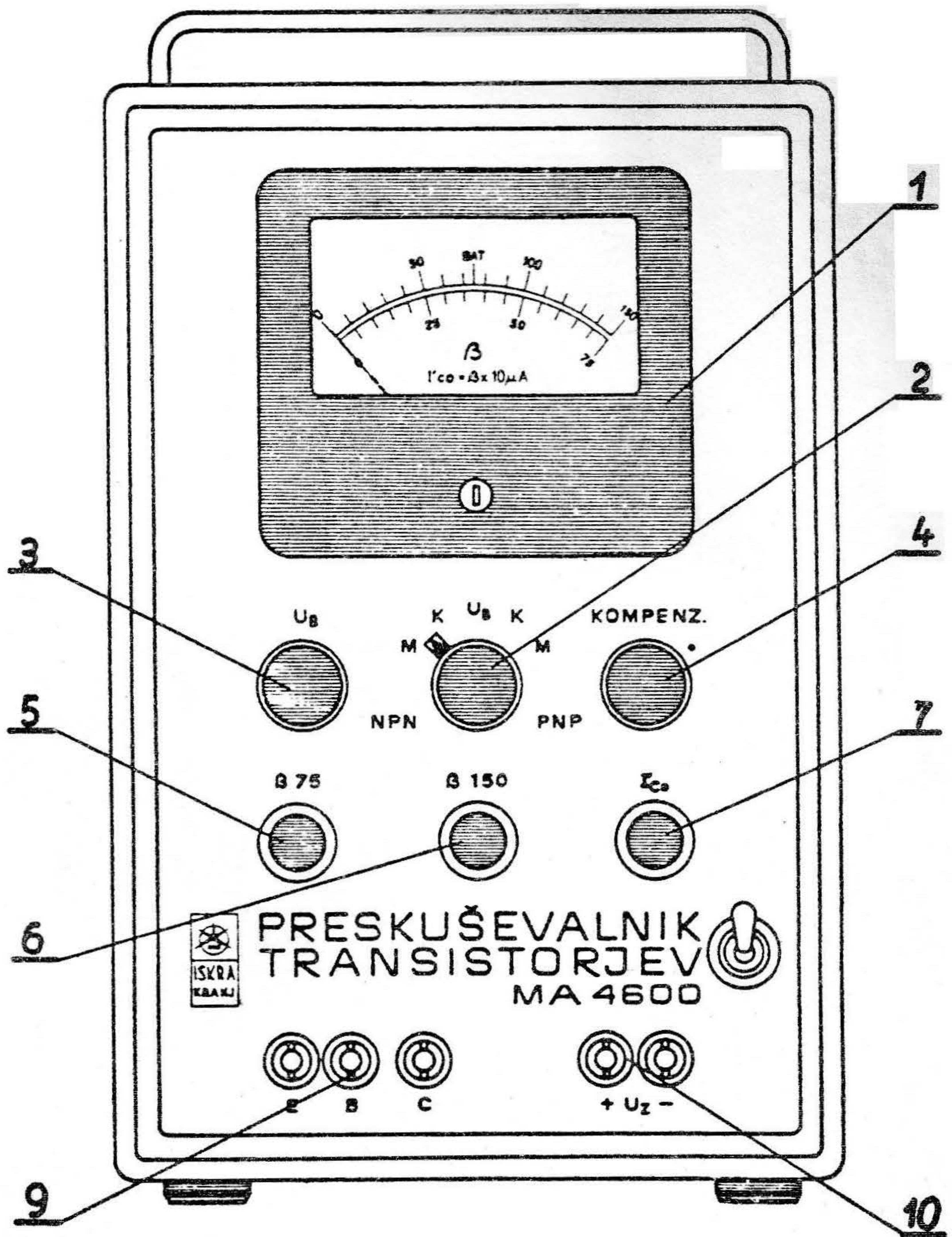
7. SPISAK SASTAVNIH DELOVA

7.1. Otpornici

- R₁ Potenciometar slojni, linearni, 500 Ohma; ISKRA P5
- R₂ Potenciometar slojni, linearni, 100 Ohma; ISKRA P5
- R₃ Otpornik slojni 350 kOhma 0,5 W \pm 5 %
- R₄ Otpornik slojni 350 kOhma 0,5 W \pm 5 %
- R₅ Otpornik slojni 600 Ohma 0,5 W \pm 10 %
- R₆ Otpornik slojni 9k3 0,5 W \pm 2 %
- R₇ Otpornik slojni 6k8 0,5 W \pm 10 %
- R₈ Otpornik slojni 100 Ohma 0,5 W \pm 10 %
- R₉ Potenciometar slojni, linearni 100 Ohma; ISKRA P5
- R₁₀ Otpornik slojni 300 Ohma 0,5 W \pm 10 %
- R₁₁ Potenciometar slojni linearni 100 Ohma; ISKRA P5

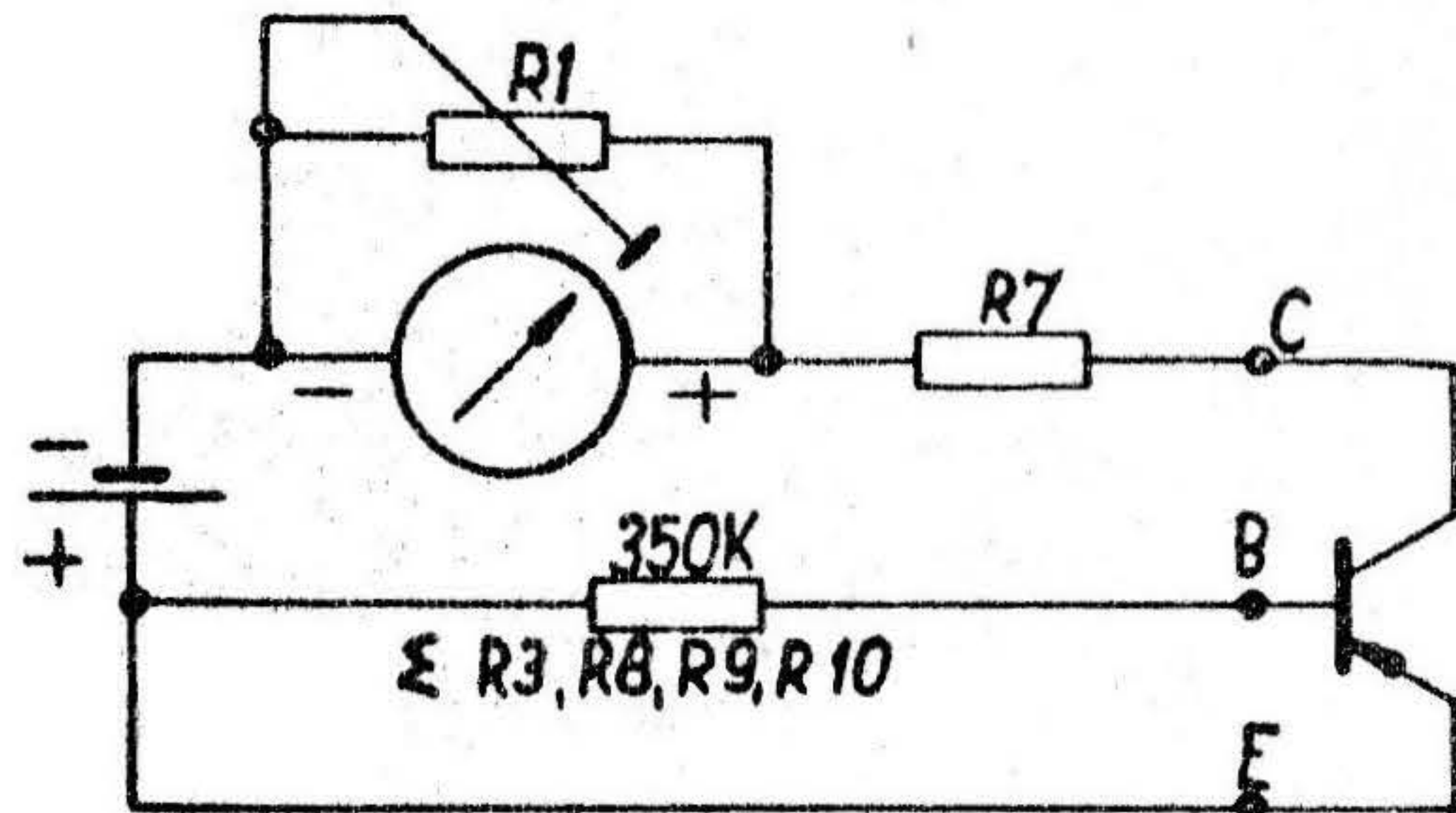
7.2. Ostali material

- J Instrumenat 600 μ A; R_i=64 Ohma; ISKRA BN₁
- S₁ Prekidač jednopolni, jednostrani
- S₂ Preklopnik pertinaksni miniaturni; ISKRA SSM
- S₃ Povratna tipka sa slogom kontakata; ISKRA 1 (-)1
- S₄ Povratna tipka sa slogom kontakata; ISKRA 1(-)1
- S₅ Povratna tipka sa slogom kontakata; ISKRA 2(-)2

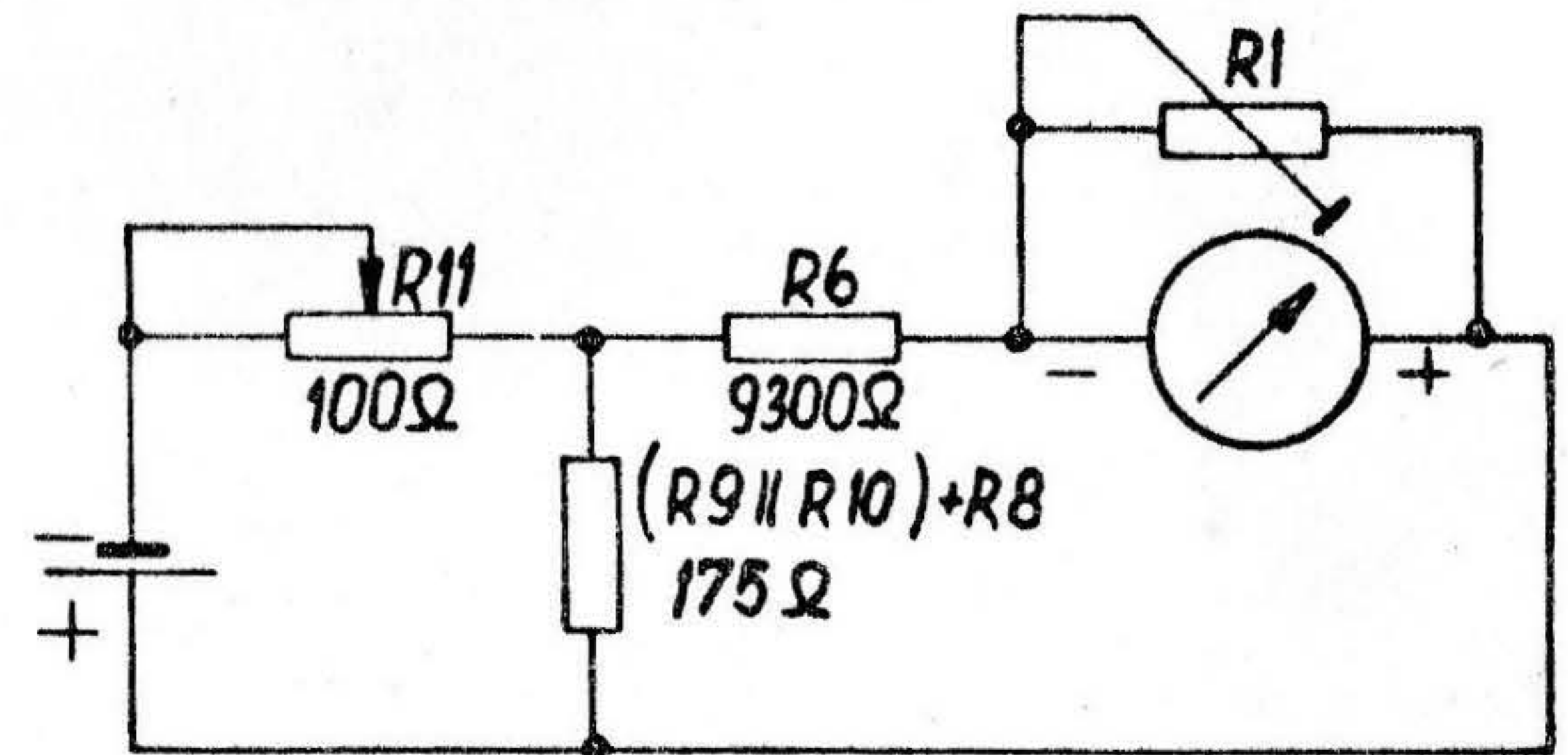


ČEONA PLOČA MA 4600

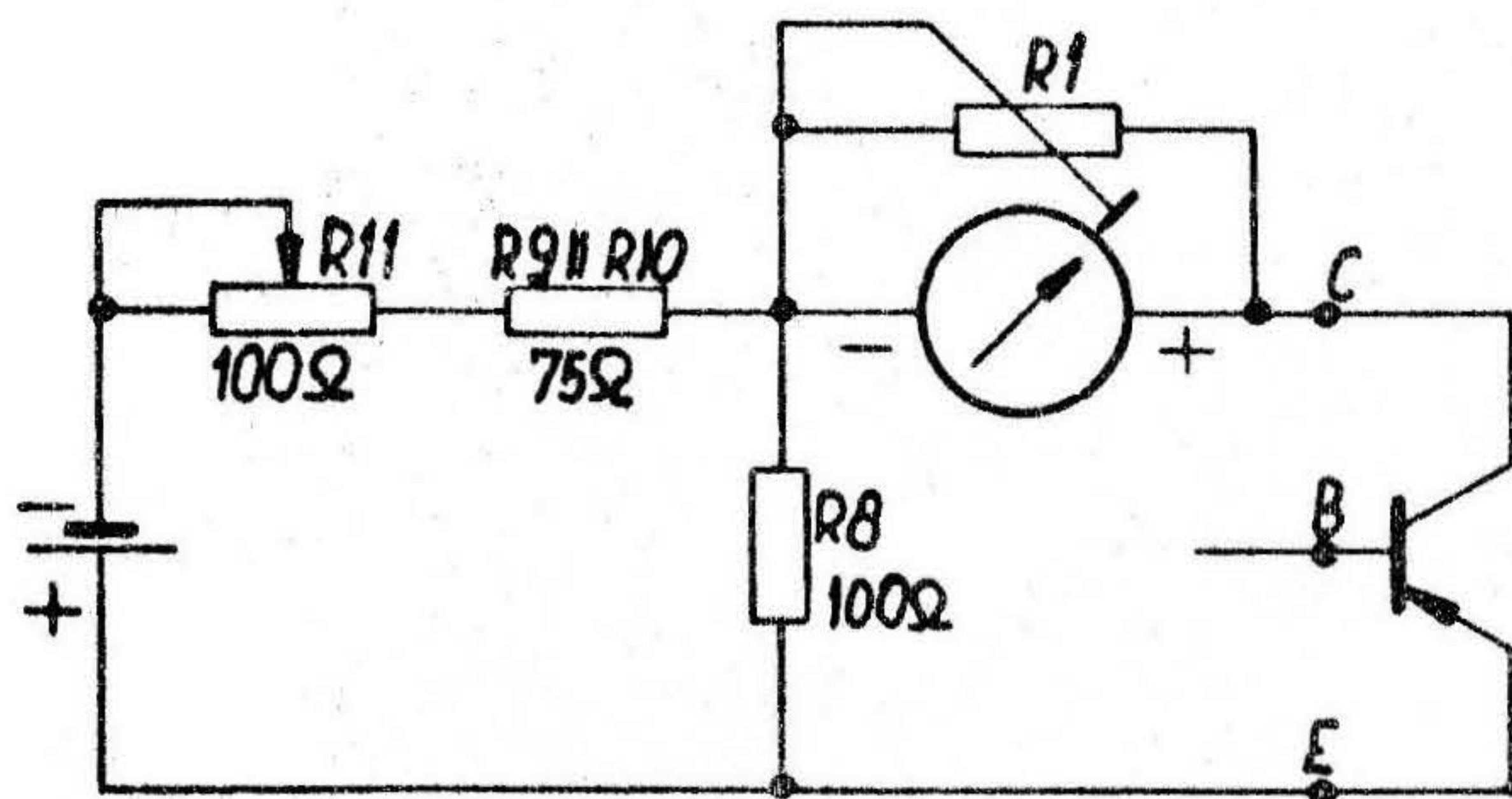
2. Položaj K - kontrola transistora na defekt



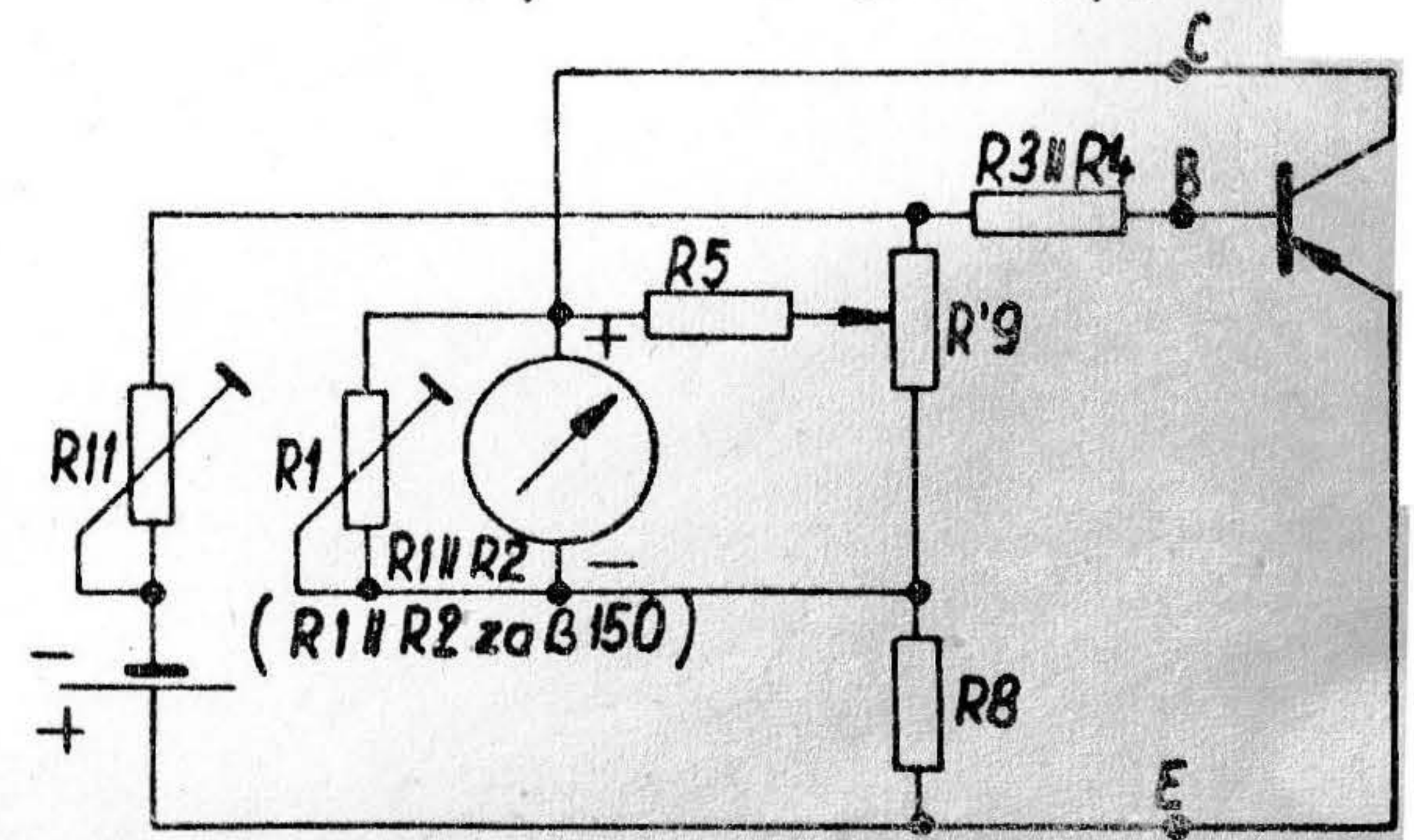
1. Položaj U_B - bazdarenje mernog napona



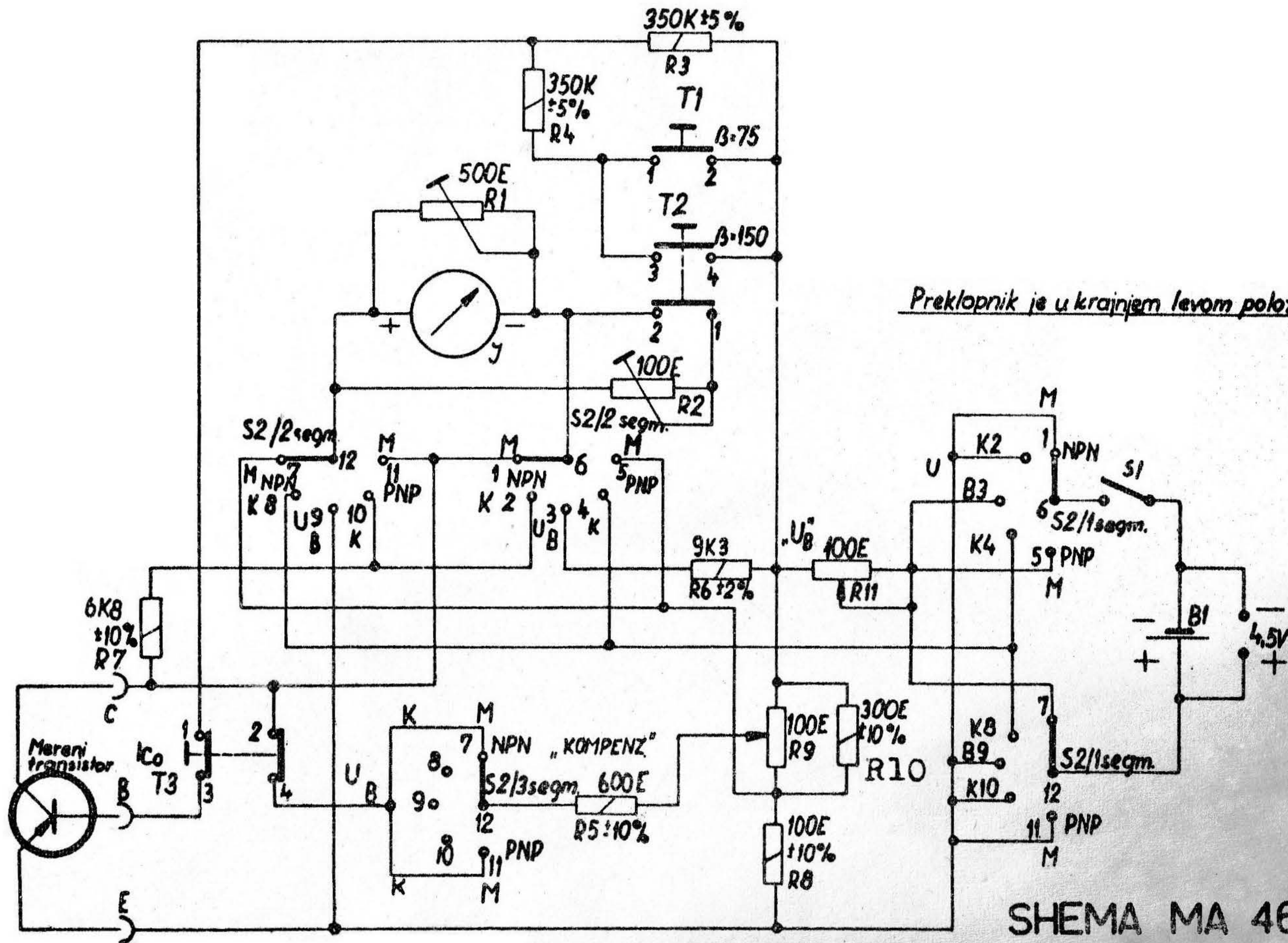
4. Položaj M - merenje I_{CO}



3. Položaj M - merenje $\beta_{75}, (\beta_{150})$



Pojednostavljene sheme pojedinih merenja sa MA 4600



Preklopnik je u krajnjem levom položaju

SHEMA MA 4600