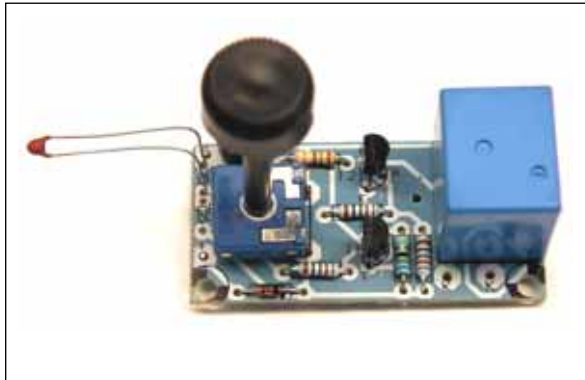


# Termostat od $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Termostat mjeri temperaturu nekoga uređaja ili prostora i, kada se dosegne zadana temperatura, uključuje relej. Tako možemo, npr., automatski uključiti ventilator kada temperatura u prostoriji prijeđe  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

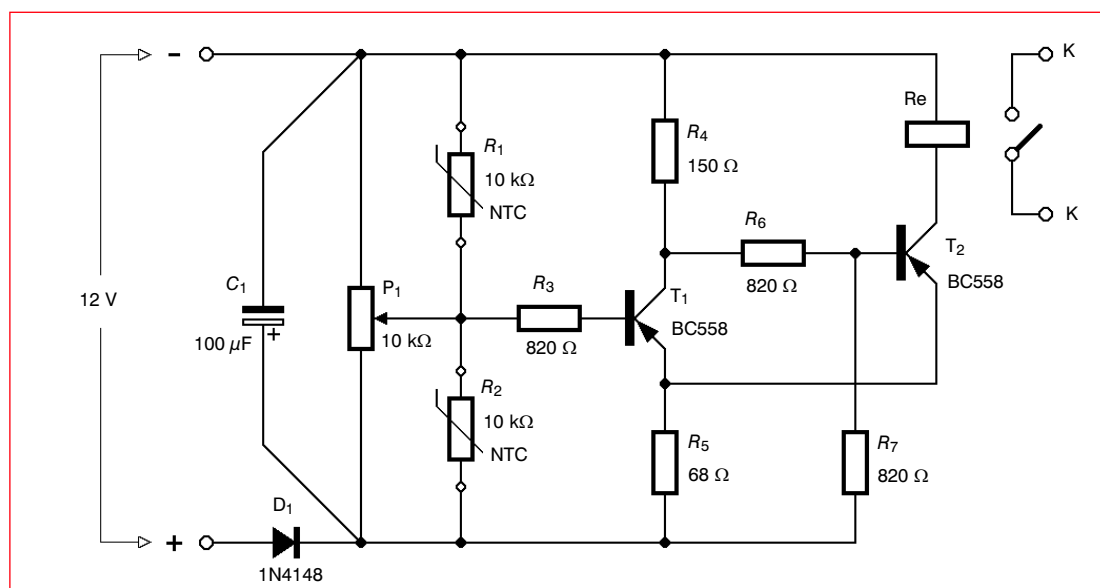
## Kako uređaj radi

Shema termostata prikazana je na slici 1. Zamislimo najprije da otpornici  $R_1$  i  $R_2$  nisu spojeni i neka se klizač potenciometra  $P_1$  nalazi u gornjem položaju. Kroz otpornik  $R_3$  tada će u bazu tranzistora  $T_1$  poteći neka struja, koja je dovoljno velika da tranzistor dovede do zasićenja. U stanju zasićenja tranzistor se ponaša kao zatvorena sklopka i kolektor i emiter se nalaze



na istom potencijalu (u praksi, stanje nije tako idealno i pad napona na tranzistoru je 0,1 do 0,5 V). Zbog toga će tranzistor  $T_2$  biti zatvoren, kroz njega neće teći nikakva kolektorska struja pa će i relej Re biti isključen.

Ako sada klizač potenciometra pomičemo polako prema drugom krajnjem položaju, bazna struja tranzistora  $T_1$  smanjivat će se i u jednom trenutku više neće biti dovoljna da tranzistor  $T_1$  drži u zasićenju. S obzirom na odabrane vrijednosti otpornika, to će se dogoditi kada napon na klizaču otpornika postane oko 4,5 V. Tranzistor se sada više ne ponaša kao zatvorena sklopka, nego poprima sve veći otpor: struja kroz tranzis-



Sl. 1. Shema termostata

tor se smanjuje a napon između kolektora i emitera počinje rasti. Kada ta naponska razlika postane dovoljno velika (ovdje ima ulogu i naponsko djelilo s otpornicima  $R_6$  i  $R_7$ ), provest će tranzistor  $T_2$  i uključiti relej Re. To "prebacivanje stanja" događa se vrlo brzo jer čim  $T_2$  počne voditi struju njegova emitera struja izaziva dodatni pad napona na zajedničkom emiter-skom otporniku  $R_5$ ,  $T_1$  počinje još slabije voditi što dodatno otvara  $T_2$  itd. Zapravo, tranzistor  $T_1$  će se potpuno isključiti a  $T_2$  će prijeći u zasićenje (tj. "sklopka"  $T_2$  će se zatvoriti).

Nastavimo li pomicati klizač i dalje prema donjem položaju, neće se događati više ništa - taj sklop ima samo dva stabilna stanja:

- jedno, u kojem tranzistor  $T_1$  jako vodi a  $T_2$  i relej Re su isključeni i
- drugo, u kojem je tranzistor  $T_1$  isključen a  $T_2$  i relej su uključeni.

U skladu s njegovim ponašanjem, ovakav sklop nazivamo *bistabilom*. U prvo ćemo ga stanje vratiti ako klizač potencijometra počnemo zakretati prema gore; u jednom trenutku odigrat će se isti proces, ali u obrnutom smjeru i relej će se isključiti.

Ako želimo da sklop reagira na promjenu temperature, a ne na zakretanje klizača potencijometra, upotrijebit ćemo temperaturno ovisni otpornik NTC. Otporniku takva tipa zagrijavanjem se smanjuje otpor. Ugradimo li ga na mjesto označeno kao  $R_2$  i postavimo li klizač potencijometra  $P_1$  u srednji položaj:

- zagrijavanjem ćemo smanjivati otpor NTC-a sa sličnim učinkom kao da zakrećemo klizač  $P_1$  prema dolje i, u jednom trenutku, relej će se uključiti;
- hlađenjem ćemo povećavati otpor NTC-u kao da zakrećemo klizač  $P_1$  prema gore i, u jednom trenutku, relej će se isključiti.

Takav spoj uključuje relej kada temperatura postane viša od neke zadane temperature a isključuje ga kada temperatura pada. Obrnuti efekt postići ćemo ako NTC ugradimo na mjesto označeno kao  $R_1$ :

- hlađenjem ćemo povećavati otpor NTC-a sa sličnim učinkom kao da zakrećemo klizač  $P_1$  prema dolje i, u jednom trenutku, relej će se uključiti;

- zagrijavanjem ćemo smanjivati otpor NTC-u kao da zakrećemo klizač  $P_1$  prema gore i, u jednom trenutku, relej će se isključiti.

Dakle, sada se relej uključuje kada temperatura padne ispod zadane temperature a isključuje kada ponovno poraste. U oba primjera temperaturu pri kojoj dolazi do uključivanja releja reguliramo potencijometrom  $P_1$ . Klizač ne smijemo postaviti u krajnji položaj, jer tada sklop neće raditi.

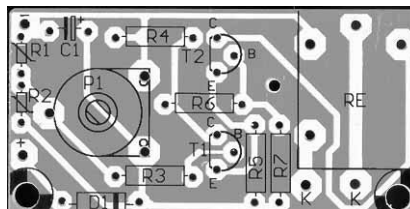
Uloga diode  $D_1$  je zaštita od pogrešnog spajanja napona napajanja.

### Izrada

Tiskana pločica je prikazana na slici 2., a raspored elemenata na slici 3. Pri postavljanju elemenata posebno pripazite na orijentaciju tranzistora  $T_1$  i  $T_2$  (okrenite ih tako da oblik kućišta odgovara crtežu na montažnoj shemi) i diode  $D_1$ . Kod kondenzatora  $C_1$  također treba paziti da se oznake "+" i "-" poklapaju s oznakama na pločici.



S. 2. Tiskana pločica je sastavni dio Kemo kita B048, zajedno sa svim ostalim dijelovima



Sl. 3. Raspored elemenata na tiskanoj pločici

NTC otpornik spajamo žicom dugačkom do 1 m na priključke  $R_1$  ili  $R_2$ , ovisno o efektu koji želimo postići. NTC nije izoliran pa, želimo li mjeriti temperaturu tekućina ili metalnih predmeta, obvezno ga moramo dobro izolirati (i spoj s vodovima!) uranjanjem u lak ili ugradnjom i zalijevanjem u keramičko kućište.

## Način upotrebe

Za napajanje upotrebljavamo mrežni adapter stabiliziranog napona 12 do 14 V. Moguće je upotrijebiti i akumulator ili baterije napona 12 V ali, kako je najveća potrošnja oko 100 mA, baterije neće dugo trajati. Pri spajanju, pazimo na oznake "+" i "-" na pločici! NTC otpornik postavljamo na predmet ili u prostor čiju temperaturu kontroliramo (-30 ... +150 °C), ali sam uređaj ne smije biti izložen ekstremnim temperaturama (dobro će raditi u rasponu od 0 do 40 °C).

Upotrijebljeni relej ima kontakte za 3 A i može prekopčavati napone do 25 V. Moći će ukopčati signalnu žarulju, zvono, ventilator ili snažniji relej. Nipošto ga ne smijemo upotrijebiti za prekopčavanje mrežnog napona!

Ako, npr., želimo mjeriti temperaturu hladnjaka snažnog pojačala i uključiti dodatno hlađenje ili zvučni alarm kada temperatura prijeđe 70 °C, NTC otpornik ćemo izolirati, pričvrstiti uz hladnjak i dvožilnim vodom spojiti na priključke  $R_2$  na pločici. Pojačalo ćemo uključiti i dobro ga opteretiti, da se hladnjak zagrije do željenih 70 °C (moramo mjeriti prikladnim toplomjerom). Sada uključimo napajanje termostata i pažljivo zakrećemo  $P_1$  dok se relej upravo ne uključi. Time je ugađanje završeno. Želimo li uključiti alarm kada temperatura u inkubatoru za piliće padne ispod 20 °C, postupak će biti jednak samo sada NTC ležimo na priključke  $R_1$ .

Od tako jednostavnog sklopa ne možemo očekivati preveliku točnost i moramo računati s odstupanjima 10 °C od zadane vrijednosti. Stoga ga nije uputno upotrebljavati u primjenama koje zahtijevaju preciznije namještanje temperature.

## Ako nešto ne radi dobro

Ako je termostat trajno uključen ili isključen, najprije provjerite je li napon napajanja unutar zadanih granica i je li ispravnog polariteta. Zatim pogledajte da se  $P_1$  možda ne nalazi u krajnjem položaju. Ako je i to u redu, odspojite NTC otpornik zajedno s priključnim vodovima i provjerite je li radom termostata moguće upravljati zakretanjem potenciometra  $P_1$ . Ako jest, pogreška je negdje u NTC otporniku i priključnim vodovima; provjerite da nisu možda u kratkom spoju. Ako sklop uopće ne radi, provjerite

kako su zalemljeni elementi na pločici; npr., okrenemo li "naopako" diodu  $D_1$ , sklop neće dobiti napon napajanja.

## Za one koji žele znati više

Bitno je osigurati da se prebacivanje u jednom i drugom smjeru ne odigrava pri istom položaju klizača potenciometra (tj. ulaznom naponu). Npr., neka se relej uključuje kad ulazni napon spustimo do 4 V, a ponovno uključuje kada ga podignemo na 5 V. Ta se razlika naziva *histerezom* i nužna je za sprječavanje neprekidnog naizmjeničnog uključivanja/isključivanja. U sklopu prema slici 1. histereza je postignuta dimenzioniranjem otpornika  $R_4$  do  $R_7$  a i relej ima "ugradenu" histerezu jer su mu potrebni veća struja i napon pri uključenju nego pri isključenju.

Umjesto NTC, kao temperaturni senzor u ovom sklopu mogli smo upotrijebiti i PTC otpornik otpora oko 10 k $\Omega$  pri sobnoj temperaturi. Takvim otpornicima otpor raste s porastom temperature, pa je logika sklopa "obrnuta": za ukopčavanje pri prekoračenju temperature PTC se spaja s priključcima  $R_1$ , a za ukopčavanje pri spuštanju temperature ispod zadane granice, PTC se spaja na priključke  $R_2$ .

## Popis dijelova

Oznaka	Opis	Kom.
$T_1, T_2$	BC558 (BC556, BC557 i sl.)	2
$D_1$	1N4148	1
Re	relej 12 V, 1 kontakt 3 A	1
$P_1$	trimmer 10 k $\Omega$	1
$R_1$ ili $R_2$	NTC 10 k $\Omega$	1
$R_3, R_6, R_7$	820 $\Omega$	3
$R_4$	150 $\Omega$	1
$R_5$	68 $\Omega$	1
$C_1$	100 $\mu$ F/16 V	1

(Članak je izvorno objavljen u časopisu *Svijet elektronike*. Kit-komplet Kemo B048, koji sadržava tiskanu pločicu i sve dijelove za izradu opisanog sklopa, osim izvora napajanja, možete naručiti putem prodajne službe *Svijeta elektronike*, 040-396-606.)

Mr. sc. Vladimir Mitrović