

# Hőmérséklet-szabályozó

Urbán István okl. villamosmérnök

Gyakori szabályozástechnikai feladat valamilyen berendezés, klímakamra vagy helyiség hőmérsékletének állandó értéken tartása. Megemlíthetem itt az egyedi fűtésű családi ház fűtésének szabályozását, fürdőmedence, szauna, akvárium temperálását és a hétköznapi gyakorlatban előforduló hasonló problémákat. A következőkben egy hagyományos alkatrészekből felépített, triakos kimenetű univerzális hőfokszabályozót ismertetünk.

## A hőmérséklet-szabályozó működése

Hőmérséklet-érzékelő elemként egy tranzisztor pn átmenetét használjuk: pontosabban az e-b átmenet feszültségesésének a hőmérséklet függvényében bekövetkező változását. Ennek meredeksége megközelítőleg  $-2,3 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  (azaz a hőmérséklet növekedésével csökken). Ez az érzékelő olcsó és mindenki számára hozzáférhető.

A készülék szabályozási tartománya  $0 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig terjed, ami sok feladat megoldásánál elegendőnek bizonyul.

Az érzékelő a precíz szabályozás érdekében egy hőkompenzált referenciaszűrésforrásról táplált hídáramkörhöz csatlakozik. A kapcsolás (1. ábra) alapja a jól ismert 723-as IC, amelynek 6-

os kivezetésén jelenik meg a T4, R2, R3, R6, P1 elemekből álló híd tápláló stabil feszültség: tipikus értéke  $+7,2 \text{ V}$ . Az érzékelő egy TO-220 tokozású (BDxxx) npn tranzisztor, amely a tok hűtőzászlójánál fogva csavarral bárhová jól rögzíthető, kiváló termikus kapcsolatot biztosítva a mérendő felülettel. (Persze nem szabad elfeledkezni arról, hogy a hűtőzászló kollektorpotenciálján, azaz a HE1 pont potenciálján van. Ezért a legtöbb esetben gondoskodni kell a tok galvanikus elszigeteléséről. A jó hőátadás érdekében sokszor célszerű itt is szilikonszirt használni!

A tranzisztoron a hőmérsékletváltozás hatására létrejövő feszültségváltozást a tok műveleti erősítője 3,3-szorosára felerősíti és szinteltolást is végez. Ennek mértékét a P1-gyel úgy állítjuk

be, hogy a műveleti erősítő kimenetén (10. láb) a feszültség  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ -on egyezzen meg a referenciaszűrésfeszültséggel.

A kimeneti feszültség a hőmérséklet növekedésével arányosan csökken. Az R2 és az R3 ellenállás leszűkíti a P1 szabályozási tartományát, ezáltal a nulla beállítása könnyebb.

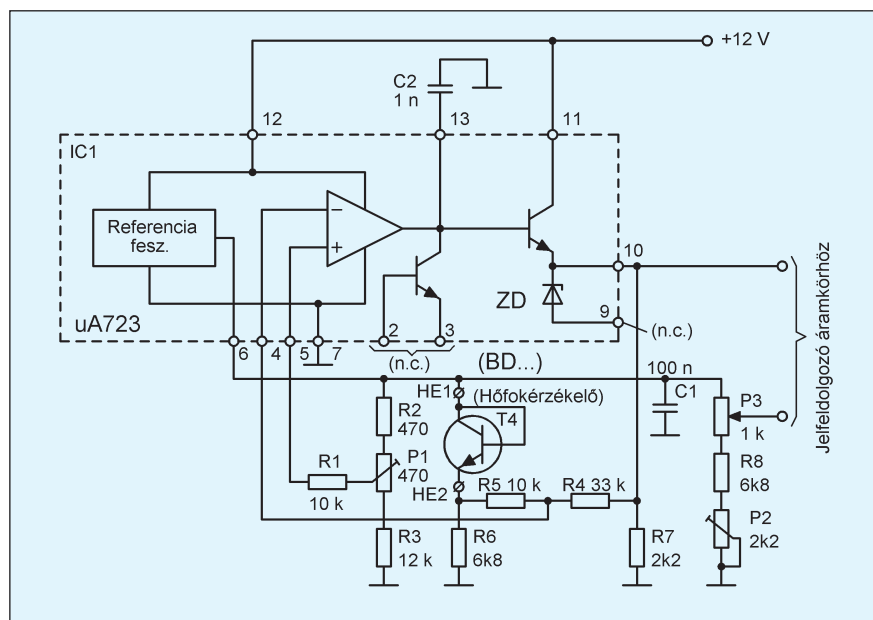
Az R7 a 723-as kimenetén levő emitterkövető munkaellenállása. Az R9, C3, R10, C4 zavarűrészt végeznek, mivel már millivoltos nagyságrendű zavarok is befolyásolhatják az áramkör működését.

A hőmérséklet-szabályozó teljes kapcsolását mutatja a 2. ábra. Az IC2 OPA feszültségkomparátorként üzemel. Az invertáló bemenetére a pillanatnyi hőmérsékletnek megfelelő feszültség-szint kerül, amely  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  szabályozási tartományban folytonosan csökken mintegy  $8 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  meredekséggel.

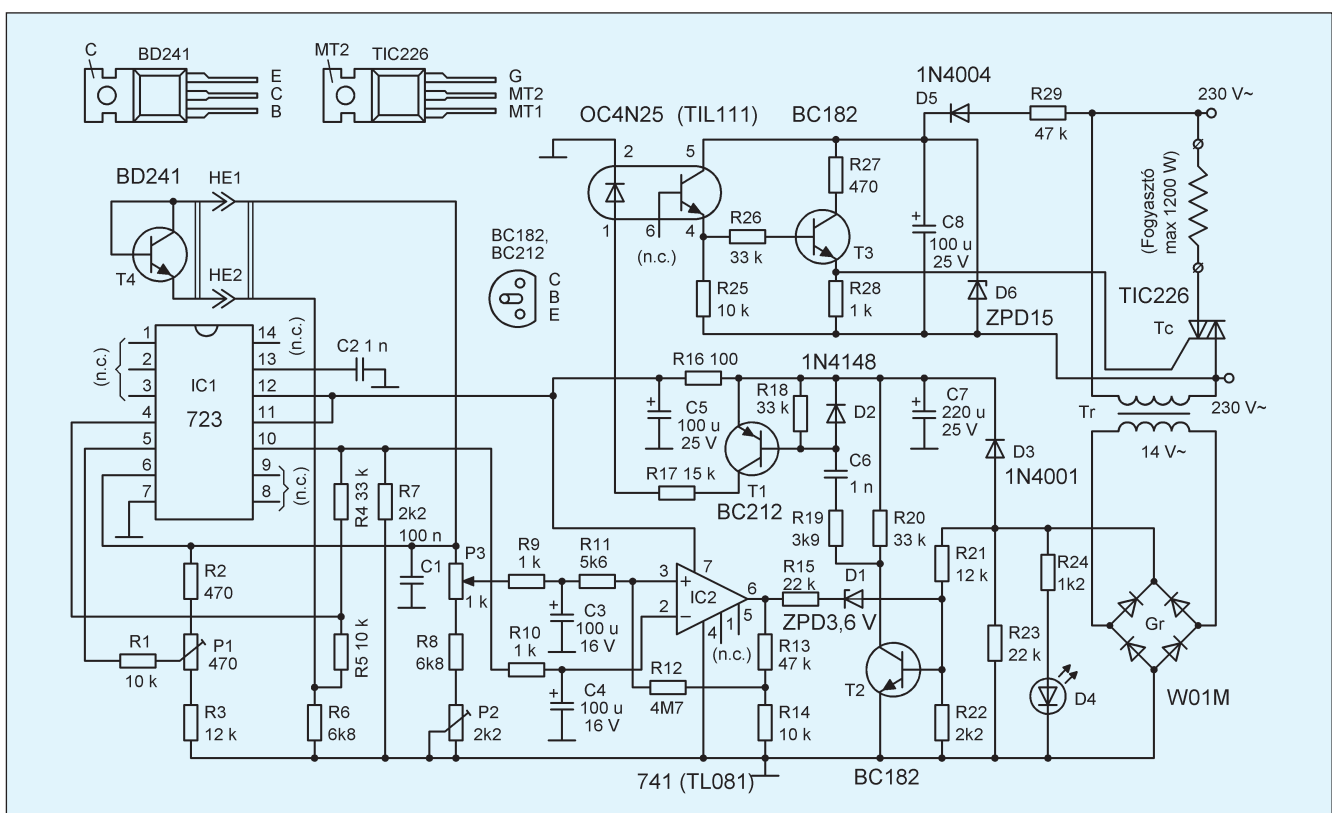
A komparátor neminvertáló bemenetére a P3-mal szabályozható egyenfeszültséget adjuk. Ezzel állítható be az a hőmérséklet, amelyet a szabályozóval szeretnénk. A feszültségesést a P3-on megközelítőleg  $8 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ -ra kell állítani az R8 és a P2 segítségével.

Megfelelő beállítással elérhetjük, hogy a P3 maximumra állításakor a szabályozni kívánt maximális hőmérsékletet tartsa fenn az áramkör.

Az R12, R13, R14 pozitív visszacsatoló láncot alkot, amelynek szerepe a hiszterézises hőmérséklet-szabályozás megvalósítása. Ennek az a lényege, hogy ha az áramkör bekapcsol egy adott hőmérsékleten, akkor csak egy picivel magasabb hőfok el-



1. ábra



2. ábra

érése után kapcsol ki. Így elkerülhető a beállított hőmérséklet határán bekövetkező „prellégés”, ami az egyszerű áramköri megoldások jellemzője.

A be- és kikapcsolási hőmérsékletek közötti különbséget a pozitív visszacsatolás mértékével határozhatjuk meg. A megadott elemekkel a hiszterézis  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , de az R14 értékének megváltoztatásával módosítható. Például ha  $R14 = 22\text{ kohm}$ , akkor a hiszterézis  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $R = 14,47\text{ kohm}$ -nál pedig már  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Amikor a szabályozó bekapcsol, az IC2 kimenete alacsony szintre áll be, ha kikapcsol, a tápfeszültséghez közeli szintre ugrik. Az IC2 kimeneti szintje a fentiek szerint az R15, D1 soros tagon keresztül engedélyezi vagy leállítja a triak gyújtóimpulsusait előállító áramkör működését.

Ez az áramkör a hálózati feszültség félpériódusainak kezdetén egy gyújtóimpulzust hoz létre (ún. nullátmeneti kapcsoló). Használata két szempontból is előnyös: az elektromos hálózatban nem keletkeznek zavarok a

kapcsolgatások során, a fogyasztót pedig megkíméljük a nagy bekapcsolási áramlökések káros hatásától.

A nullátmeneti kapcsoló a Tr hálózati transzformátor szekunder tekercséről veszi a szinkronizáció jeleit. A Gr Graetz-híd töltés szerepet tölt be. A váltakozó feszültség nullátmeneteinek pillanataiban R21-en keresztül szinkronizáló impulzusokat ad a T2 tranzisztor bázisára, ezt követően pedig a D3 diódán keresztül tölti a C7 pufferkondenzátort, amely az egész áramkör tápfeszültségét szűri.

A T2 a nullátmenetek közelében lezár, kollektorán ilyenkor a tápfeszültséggel megegyező amplitúdójú impulzus jelenik meg. Az átmeneteket követően – amint T2 telítésbe kerül – az R19, C6 tagon keresztül telítésbe vezérli T1-et, amely R17 áramkorlátozó ellenálláson keresztül vezérli az OC optocsatoló fényemittelő diódáját.

A T1 monostabil kapcsolásban működik. Az R19-en átfolyó áram tölti C6-ot. Kb.  $5\text{ }\mu\text{s}$  elteltével az R19-en a feszültségesés a

0 felé közelít. A T1 zár, és az optocsatoló sem kap áramot. Ez az állapot a tápfeszültség következő nullátmenetének a kezdetéig áll fenn. Ekkor a T2 megszűnik vezetni, és C6 az R19, R20, R18, D2 hálózaton keresztül kisül. Ezt követően a folyamat kezdődik előlről.

Azokban az időközökben, amikor a T1 vezet, az optocsatoló fototranzisztorja is vezetni fog, és az R26-on keresztül vezérli a T3-at. Ez telítődve begyűjtja a Tc triakot, amely hálózati feszültséget kapcsol a fogyasztóra. A nullátmenetek közötti időintervallumban a triak vezérlőelektródáját az R28 0-ra húzza.

Az R22 módosításával megváltoztatható a gyújtási szög, vagyis a nullátmenet pillanata és a triak gyújtása között eltelt idő. Túlságosan kicsi gyújtási szögnél a triak nem tud begyűjtani, feleslegesen nagy gyújtási szögek a „fázishasítás” miatt hálózati zavarokhoz vezetnek, illetve csökkentik a fogyasztóra jutó effektív tápfeszültséget. Mindenképpen törekedni kell tehát a lehető legkisebb – de a triak biztonságos