

Az amatőr legprecízebb DC feszültségreferenciája

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

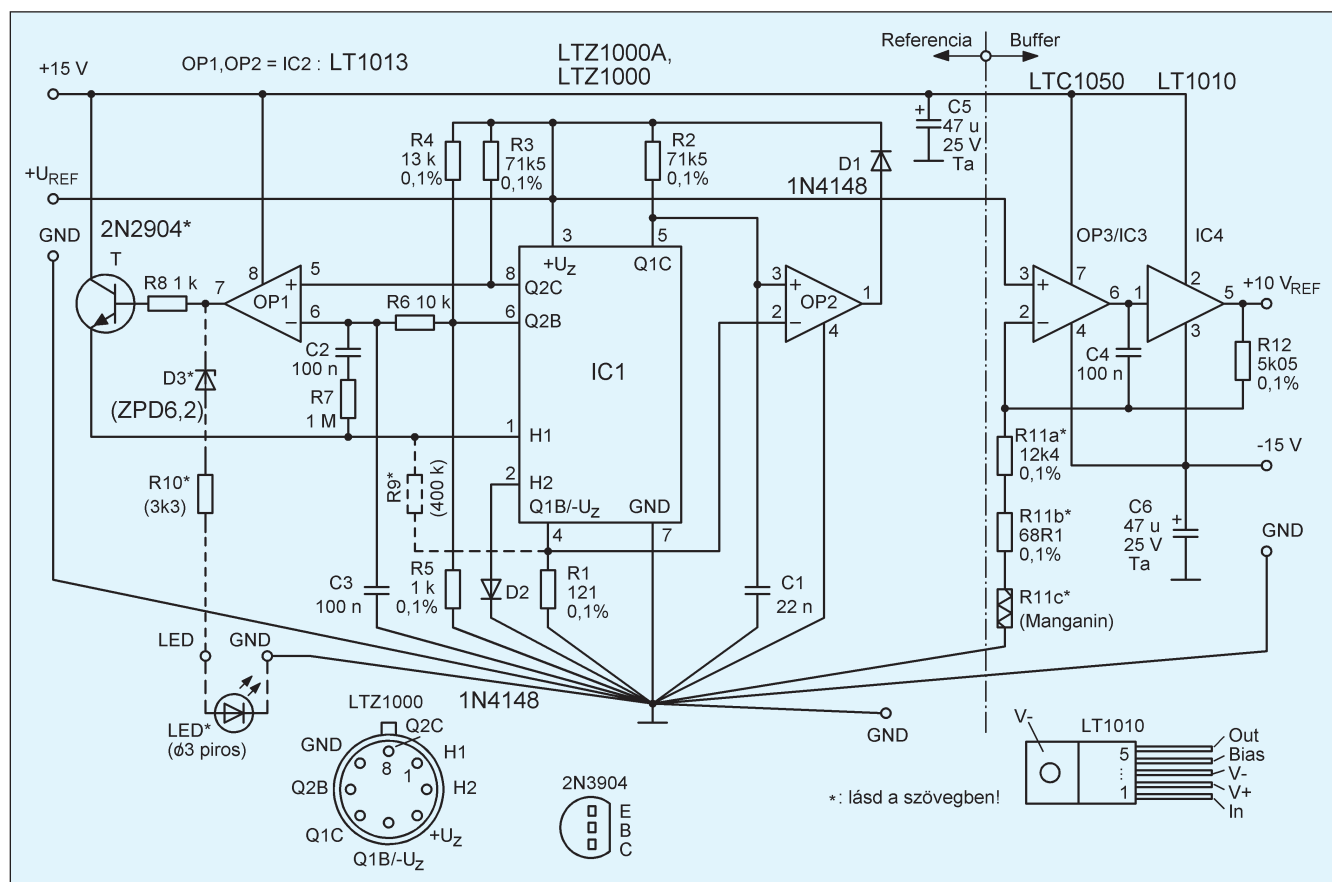
Sok hobbista teszi fel a kérdést a neten található különböző szakfórumokon, hogy miként lehet otthoni körülmények között a lehető legnagyobb pontosságú és stabilitású feszültségreferenciát előállítani, akár precíziós labortápegység vagy mérőműszer részáramkörként, akár különálló referenciaforrásként. Bő két évtizede már annak, amikor magam is közöltem egy nehézség nélkül beszerezhető alkatrészekből megépíthető termosztátos, beállítható kimenőfeszültségű feszültségreferenciát ([1]). Az átlagos követelményeket ez kielégíti, de mi van, ha valaki az elérhető legstabilabbra, legprecízebbre törekszik?

Ezen már magam is eltöprengtem korábban, és utánanézttem, hogy a neves műszergyártók 6-8 digitos asztali multimétereiben vajon milyen feszültségreferenciát alkalmaznak? Kiderült, hogy általában a Linear Technology LTZ1000, vagy annak továbbfejlesztett változatát, az LTZ1000A típusú, *Ultra Precision Reference* elnevezésű, speciális technológiával gyártott Z-diódás, fűthető csipet tartalmazó tokját építik be, a

gyártó adatlapján és alkalmazási segédleteiben javasolt áramköri környezettel együtt. Utóbbin esetleg minimális módosításokat eszközölnek (ezt illusztrálja pl. a [2], amely egy HP gyártmányú, 8,5 digitos voltmérő referencia-áramkörét mutatja be a szerelt panel fotójával együtt). Az LTZ-vel kapcsolatos tudnivalókról kellő részletességgel szóltam a [3]-ban. A következőkben nem is térek ki sem az LTZ1000 mű-

ködésére, paramétereinek ismertetésére, sem annak a bizonyos áramköri környezetnek a részletes ismertetésére. E helyett egy konkrét, megvalósított áramköri egységet mutatok be, amellyel kedvező tapasztalatokat szereztem.

Elöljáróban felhívom a figyelmét az utánépíteni szándékozóknek, hogy egyrészt az áramkör „fődarabjai” nem szerezhetőek be túlságosan egyszerűen, nem is olcsók, másrészt a



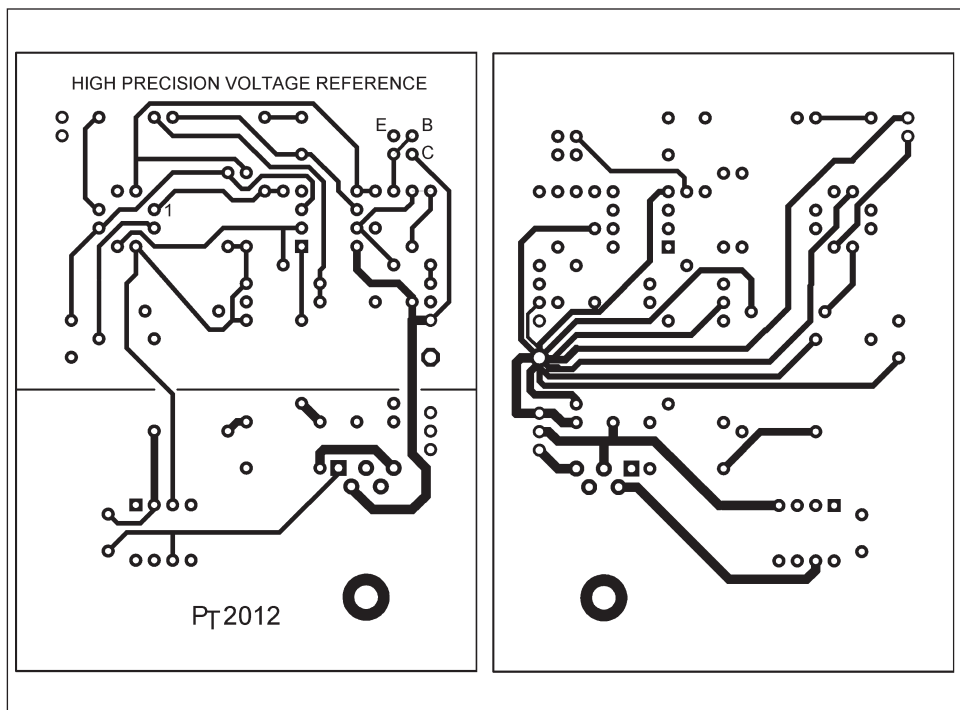
1. ábra

kész áramkör beállítását bizony illik legalább 6 digitos kalibrált feszültségmérővel, ill. kalibrált feszültségreferenciával végezni! Csak annak érdemes tehát beruházni mind anyagiakban, mind munkában ebbe a projektbe, aki utóbbiakhoz hozzáférhet, netán ilyenekkel rendelkezik!

Az egység kapcsolása és elkészítése

A komplett megvalósítandó kapcsolást az 1. ábrán láthatjuk. Ez lényegében a [3] 4. és 5. ábrájának kombinálásából állt össze, és a gyakorlati szempontokra helyezi a hangsúlyt. Ahol lehetett, megtartottam az eredeti pozíciószámozást. **Figyelem!** A hivatkozott 4. ábráján hiányzik az IC1 4. lábát az OP2 6. lábával (ott) összekötő csatlakozópont és az itt C3-mal jelölt kondenzátor. Újdonság az R10, D3, LED fűtés-indikátor. Az extrafényű piros LED a tápfeszültség rákapcsolásakor egy pillanatig erős fényvel villan fel, majd a fény gyorsan halványulni kezd. A felfűtés végére alig láthatóan parázslík. A LED helyett akár egy kis Deprez-rendszerű indikátorműszert is beköthetünk. Utóbbi a drágább, de jobb megoldás: nemcsak a szabályozás működőképességét indikálja, de a műszer mutatójának mozdulatlan-ságából sokkal egyértelműbben megállapíthatjuk a lapkahőmérséklet stabilizálódását, mint a LED fényerejéből. Egy kéznél levő, 500 uA-es indikátorműszert próbáltam ki, a LED helyére bekötve. Ehhez a D3-at ZPD6,8-ra, az R10-et 10 kohmosra cseréltem. Az R10 értéke mind a LED-hez, mind a műszerhez egyedileg kísérletezendő ki, de akár az egész soros komplexum el is hagyható.

A nyákterv (2.a ábra: beültetési oldal, 2.b ábra: forrasztási oldal) egy 63×85 mm-es, kétoldalon fóliázott, ónozott és furatgalvanizált panelre vonatkozik. A tervezése során igyekeztem betartani az [4]



2. ábra

ajánlásait, így például láthatóan törekedtem a szigorúan egypon-tos testelésre, ahogyan az a kapcsolási rajzon is szerepel. Az alkatrészválasztás nehezebb eset volt: sem a javasolt Vishay precíziós ellenállásokat nem tudtam beszerezni, sem a korábban a HIKI-ben (később MEV-ben) gyártott, alkalmas értékű UPR-ekhez nem jutottam hozzá. Végül nagyon jó minőségű, 0,1%-os tűrésű, hagyományos kivitelű ellenállásokat sikerült vásárolnom a VE-MIX Kft.-nél. Ha megnézzük a [2]-ben szereplő fotót, azon a panelon is hasonló ellenállásokat találunk! A C1...C4 műanyagfólia-dielektrikumú, a C5, C6 pedig cseptantál. Lévéen a kapcsolás alapját képező LTZ1000 tokozása mondhatni, a „leghagyományosabb”, minden egyéb alkatrész is hagyományos, furatszerelt. Így aztán nem törekedtem a mindenáron való miniatürizálásra sem, bár elismerem, hogy ugyanezekkel az alkatrészekkel, a vázolt konstrukciós elvek megtartása mellett, hasonló topológiájú, de kisebb panelen is elfértek volna az áramkörök.

Az IC-k természetszerűen nálam is eredeti LT gyártásúak, sőt, a javasolt 2N3904 tranzisztortípust is megtartottam. Megjegy-

zem, hogy helyette tökéletesen megfelel pl. a BC337 vagy a 2N2222 (PN2222) is, de vigyázzunk a beültetésnél, mert utóbbiak emitter- és kollektorkivezeteése fel van cserélve egymással a 2N3904-éhez képest! A nyákterv olyan, hogy mindkét fajta lábkiosztású tranzisztor lábajlítgatás nélkül beültethető. A forrasztást hagyományos összetételű, jó minőségű forrasztóónnal végeztem, de hát amúgy is óvakodom az ólommentes forraszok használatától.

A kapcsolási rajzon pontvonallal, a nyákon vékony rézsávokkal jelölve látható, hogy a kapcsolás tulajdonképpen két részáramkörből áll. Az 1. ábrán az elválasztó pontvonaltól balra van a voltaképpen termosztált referenciaegység, amelynek $+U_{REF}$ zenerfeszültségét külön kivezitettem. A jobb oldali rész az a szuperstabil buffer, ami névlegesen 10 V-os referenciafeszültséget biztosít, jól terhelhető, igen alacsony impedanciájú kimeneten. A buffer-rész tápfeszültség-szükséglete ± 15 V. A jelölt helyen a nyák elvágható, így a „lecsupa-szított”, +15 V-ról táplálendő, példánytól függően 7...7,5 V-ot adó referenciaegység más áram-