

Dr. Nemes József

Egyenirányító áramkörök, tápegységek



A követelménymodul megnevezése:

Elektronikai áramkörök tervezése, dokumentálása

A követelménymodul száma: 0917-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-037-50



EGYENIRÁNYÍTÓ ÁRAMKÖRÖK, TÁPEGYSÉGEK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A szervizbe, – ahol Ön dolgozik – egy elemmel működtetett villanyvasutat hoznak be. Az ügyfél azt a problémát veti fel, hogy a kisvasút használatakor az elemeket gyakran kellett cserélni, és ez nem olcsó dolog. Milyen lehetőségek vannak egy tartósabb és hosszabb időszak alatt megtérülő, gazdaságosabb megoldásnak?

Milyen lehetséges megoldások lehetnek?

Milyen problémát kell megoldani, hogy a kisvasutat a 230V 50Hz-es hálózatról üzemeltessük?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

ÁRAMNEMEK

1. Egyenáram

Az elektrokémiai áramforrások (elemek, akkumulátorok, üzemanyagcellák) illetve a napelemek egyenáramú áramforrások.

Elektromos áram, amelyben az elektronok csak egy irányban mozognak.

2. Váltakozó áram

Az áram váltakozása általában szinuszos; ilyen áram keletkezik ugyanis a generátorok mágneses mezők forgó tekercseiben. A háztartási áram is váltakozó áram, Európában 50 Hz frekvenciájú.

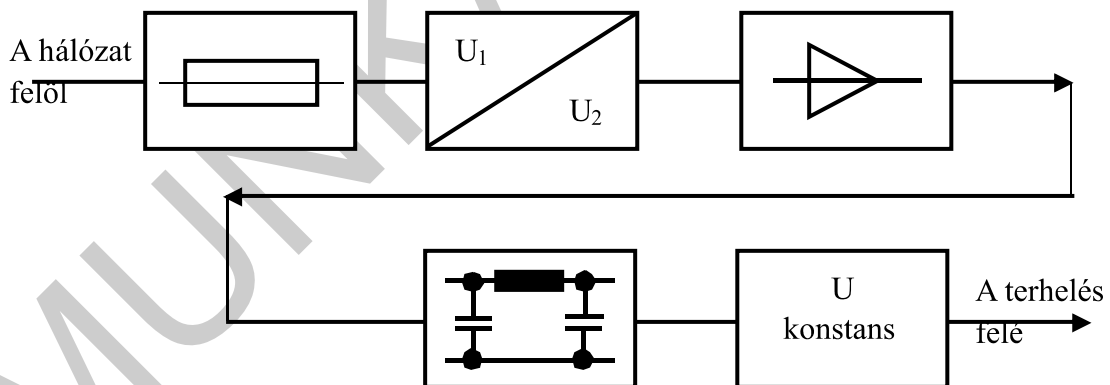
Váltakozó elektromos áram, amelynek iránya szabályos időközönként megfordul.

Összefoglalásként válasz a felvetett esetre

Az elektronikus készülékek általában egyenfeszültséget igényelnek, a hálózat azonban váltakozó feszültséget szolgáltat. A kizárólag teleppel működő készülékektől eltekintve, minden elektronikus készüléket fel kell szerelni hálózati csatlakozással (hálózati tápegységgel). A hálózati tápegységek a váltakozó feszültség egyenfeszültséggé alakításához egyenirányítót tartalmaznak. Mivel a kisvasút mozdonyában egyenáramú villanymotor van, ezért a váltakozó feszültséget egyenirányítani kell, azonkívül a hálózati 230 V feszültséget le kell transzformálni az egyenáramú villanymotor feszültség értékére.

HÁLÓZATI TÁPEGYSÉG

A hálózati tápegységek különféle feladatokat ellátó részegységeket tartalmaznak, amelyek funkcionálisan szétválaszthatók, bár két vagy három egységet gyakran összeépítenek. A hálózati tápegységek feszültségátalakítót, egyenirányítót, simítóáramkört, stabilizátort és túlterhelés elleni védőkapcsolást tartalmaznak.



1. ábra Hálózati tápegység tömbvázlata

Vannak olyan készülékek, amelyekben kapcsolóüzemű hálózati tápegységeket tartalmaznak. Ebben az esetben a hálózati feszültség előzetes egyenirányítása után komplett oszcillátor-kapcsolás található, amelyet ismét transzformátor, majd egyenirányító kapcsolás követ.

EGYENIRÁNYÍTÓ KAPCSOLÁSOK

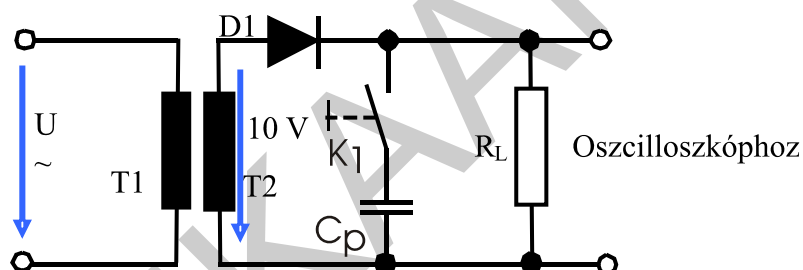
Egyenirányítónak nevezzük azokat a készülékeket, amelyek a váltakozó feszültséget egyenfeszültséggé alakítják. A készülékek legjellemzőbb része az egyenirányító kapcsolás. Az egyenirányítók általában transzformátort és félvezetőket, valamint a simítás céljából kondenzátorokat tartalmaznak.

A következőkben nézzük meg az egyszerű diódás egyenirányító kapcsolások felépítését és működését!

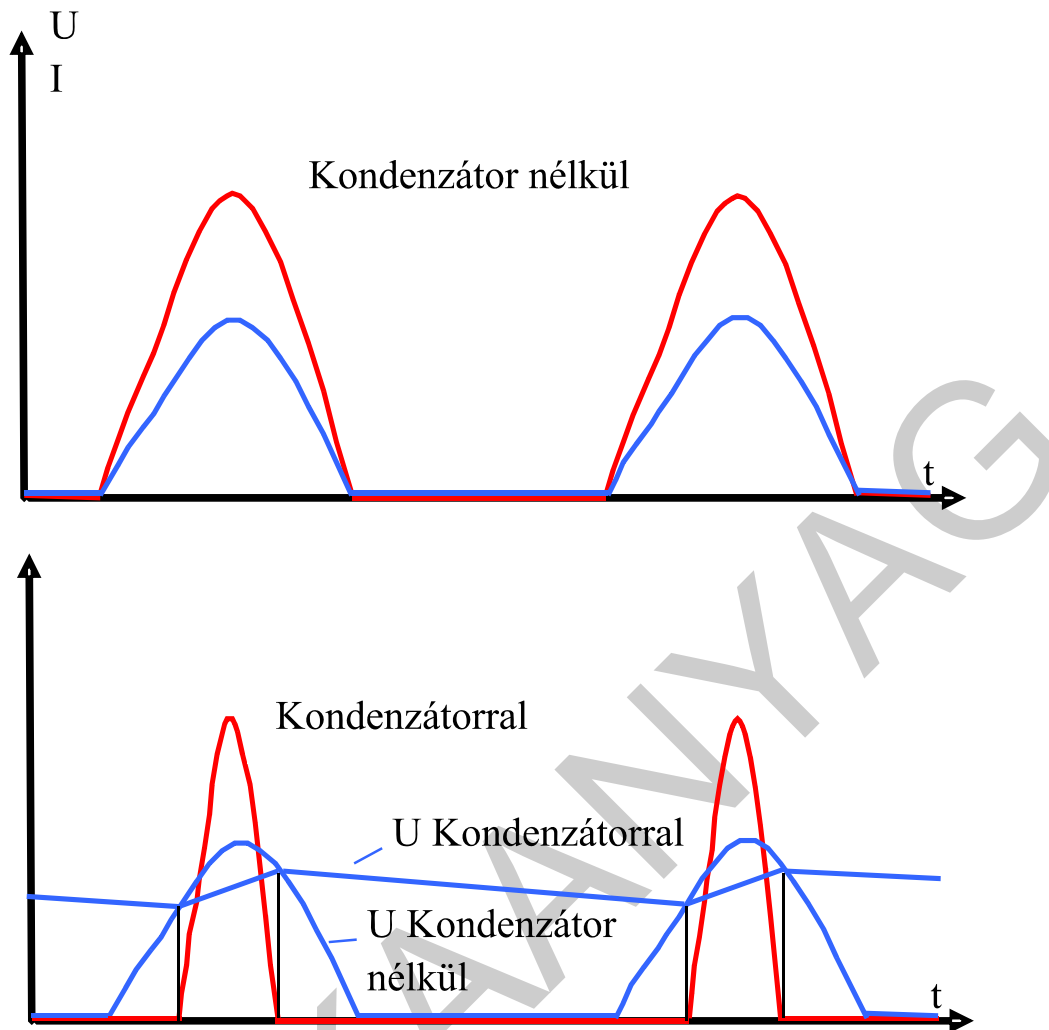
1. Egyutas egyenirányítás

Egyutas egyenirányítók: a bemeneti szinuszos váltakozó feszültség egyik félperiódusát hasznosítják.

A dióda átengedi a nyitóirányú áramot, ha a váltakozó feszültség megfelelő polaritású és nagyobb, mint a nyitófeszültség. Ha a váltakozó feszültség záróirányú, akkor csak kis visszáram folyik át a diódán. A nyitófeszültség és a visszáram hatására kb. 10 V feszültség esetén már általában elhanyagolható. A tápegységek diódáit úgy tekinthetjük, hogy azok csak nyitóirányban vezetnek, és az áram nyitóirányú feszültség esetén azonnal megindul.



2. ábra Egyutas egyenirányító kísérleti kapcsolása



3. ábra Az áram és a feszültség alakulása egyutas egyenirányításkor

Mi a feladata a C_p pufferkondenzátornak?

Az egyenirányító után kapcsolt feszültségmérő az impulzus formájú feszültség középvértékét mutatja. Ideális, veszteség- és nyitófeszültség-mentes diódánál ezt az egyenfeszültséget ideális egyenfeszültségnek nevezzük.

Az ideális egyenfeszültség minden egyenirányító kapcsolásnál szoros összefüggésben van a rákapcsolt váltakozó feszültséggel. A diódák és a terhelés fajtájától függően a valóságos egyenfeszültség eltér az ideálistól. Ha az egyenirányítóra kondenzátort kapcsolunk, akkor miközben a terhelés folyamatosan sűti ki a kondenzátort, az impulzusszerűen újra feltöltődik.

Az egyenirányítóra kapcsolt kondenzátor növeli az egyenirányított feszültség középvértékét és simítja a jelalakot.

Egyutas egyenirányításkor az egyenirányított áram átfolyik a transzformátor szekunder tekercsén, ezért a vasmag erősen előmágneseződik. Ennek következtében nagyobb teljesítményű transzformátorra van szükség, mint ami az egyenirányító teljesítményadataiból következne.

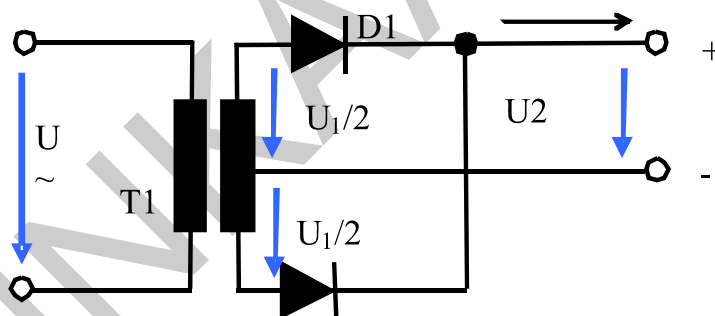
Az egyutas egyenirányító kapcsolás kis áramok egyenirányítására használatos. Ha az egyenirányító kapcsolás kondenzátort vagy akkumulátort tartalmaz, akkor a terhelés ellentétes feszültséget juttat a diódákra. A záróirányban előfeszített diódáknak ekkor a kimeneti váltakozó feszültség és a kondenzátorfeszültség, ill. az akkumulátorfeszültség összegét kell elviselnie.

Az egyutas egyenirányítóban kondenzátorral való terheléskor a dióda záróirányú igénybevétele megkétszereződik.

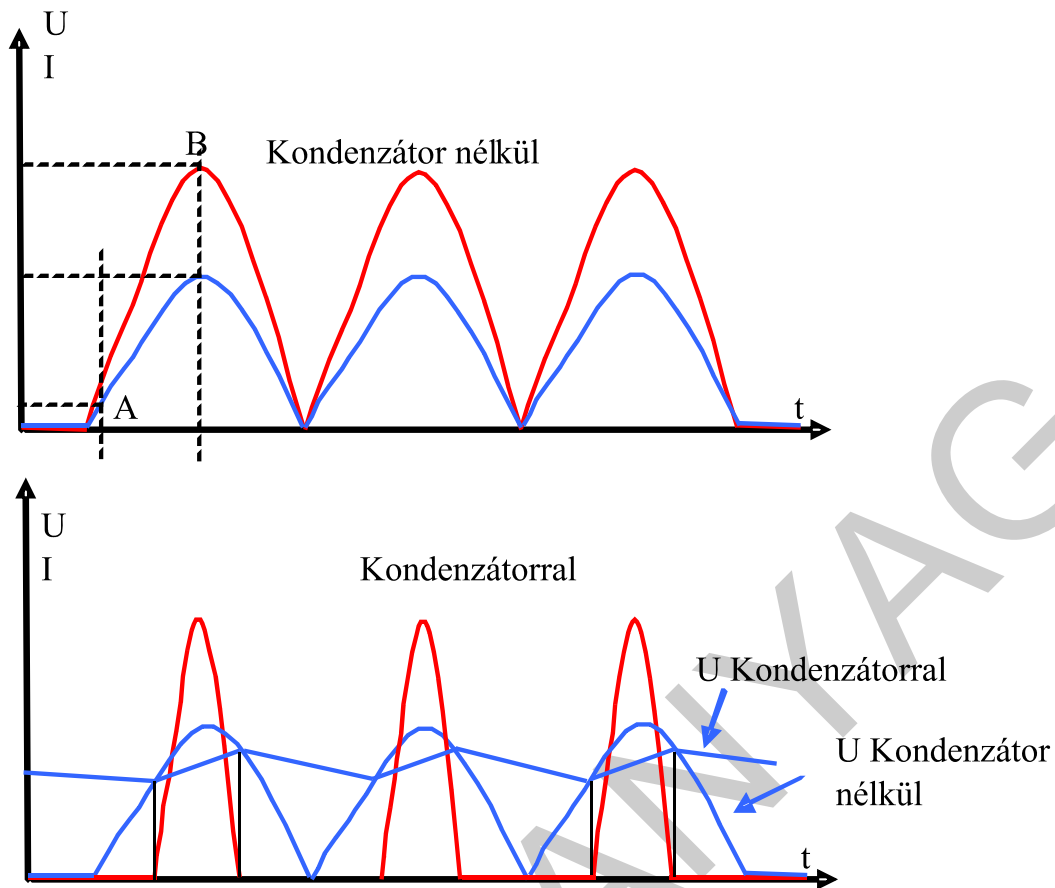
2. Kétutas egyenirányítás

A kétutas középleágazásos kapcsolás lényegében két egyutas egyenirányító kapcsolásból áll, amelynél a közös pont a transzformátor szekunder tekercsének középleágazása.

Kétutas egyenirányítók: a bemeneti váltakozó feszültség mindkét félperiódusát hasznosítják, ezért a kétutas egyenirányítók már simítottabb egyenfeszültséget állítanak elő. A kétutas egyenirányítók hatásfoka sokkal jobb, mint az egyutasoké.



4. ábra Kétutas egyenirányító kapcsolása



5. ábra Az áram és a feszültség alakulása kétutas egyenirányításkor

A hálózati transzformátor szekunder tekercse két, egyforma menetszámú és ezért egyforma feszültséget leadó tekercsfélre van osztva. Ha a teljes szekunder feszültség U_1 , akkor mindkét tekercsfélén a középkezeléshez képest egymással ellentétes polaritású, $U_1/2$ nagyságú feszültség mérhető. Legyen a példában $U_1/2$ csúcstértéke 10V, az egyenirányítót terhelő áram 0.1A és $C=1000\mu\text{F}$.

A vizsgálat kezdetekor C nincs feltöltve, $U_2=0$ V. Amikor $U_1/2$ a szinusz függvény szerint növekedni kezd és eléri D1 szilíciumdióda 0.6 V nyitófeszültségét, D1 kinyit, és U_2 (a diódán eső 0.6 V-os nyitófeszültséggel csökkentve) követi $U_1/2$ -t. Annak csúcstértékénél $U_2=9.4$ V ($10\text{ V}-0.6\text{ V}$). Amikor a bemenő feszültség csökkenni kezd, D1 lezár. I áram hatására C töltése és így feszültsége folyamatosan csökken. (Ebben a félperiódusban D2 zárva van, mert anódfeszültsége a katódhoz képest negatív.)

Feladat: Ha az egyutas egyenirányító számpéldájához hasonlóan most is feltételezzük, hogy C töltődési ideje elhanyagolhatóan rövid kisülési idejéhez képest, azt mondhatjuk, hogy $t \cong T/2$.

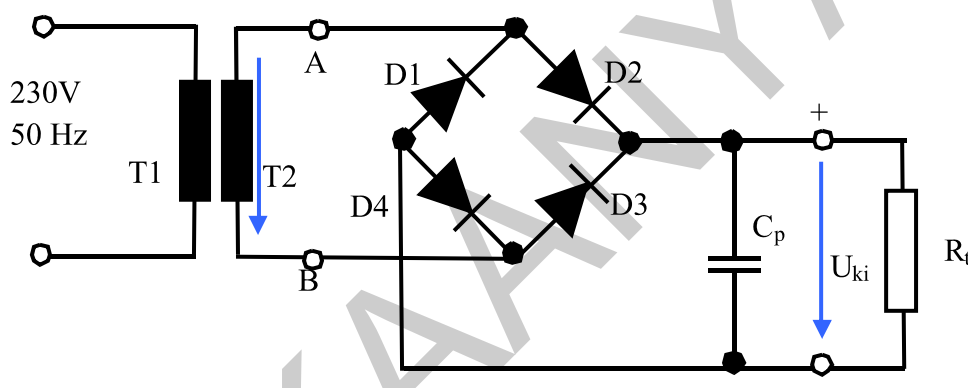
Így

$$\Delta U_2 = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{I \cdot T}{C} = \frac{0.1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 1V,$$

azaz ugyanakkora szűrőkondenzátorral kétutas egyenirányítás esetén a bűgőfeszültség fele akkora, mint az egyutas egyenirányításnál adódó.

3. Graetz–kapcsolású kétutas egyenirányító

A hídkapcsolású, kétutas egyenirányító áramkör nem igényel különleges felépítésű transzformátort, ezért még így is olcsóbb, hogy a szükséges egyenirányító diódák száma megnő. A hálózatot az egyutas egyenirányító kapcsoláshoz képest kevésbé terhelik nagy áramimpulzusok. A kétutas kapcsolások hátránya viszont, hogy az áram két diódán folyik keresztül. Ezért a feszültségesés kétszer akkora, mint középleágazásos kapcsolások esetében.



6. ábra Graetz egyenirányító kapcsolás

Működési elv:

- Ha az **A** pont pozitívabb, mint B. Ekkor a következő úton folyik az áram: Tr szekunder A pont – D2 dióda – R_t ellenállás – D4 dióda – Tr szekunder B pontja.
- Ha a **B** pont pozitívabb, min A. Ilyenkor az áram útja: Tr szekunder B pontja – D3 dióda – R_t ellenállás D1 dióda – Tr szekunder A pontja.

R ellenálláson mindkét félperiódusban azonos irányú feszültség keletkezik, tehát a híd egyenirányít.

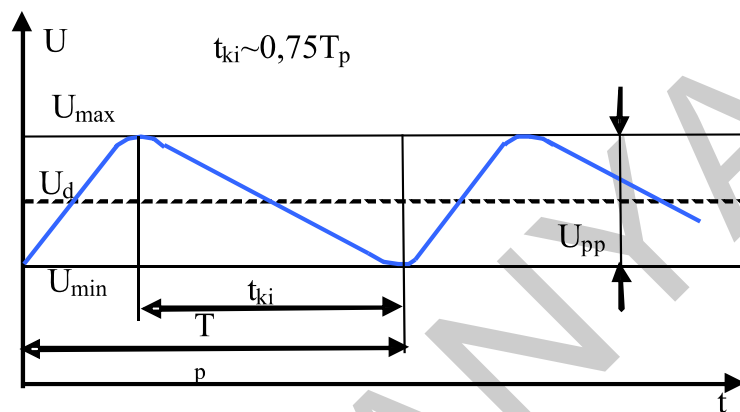
A Graetz kapcsolású egyenirányító kimenőfeszültségének jelalakja megegyezik a kétutas egyenirányító kapcsolásával, azzal az eltéréssel, hogy ebben az esetben mindkét félperiódusban 2 nyitott diódán halad át az áram, ezért a kimenő U_2 feszültség csúcsértéke a bemenő U_1 feszültség csúcsértékénél nem egy, hanem két dióda nyitófeszültséggel (1.2V) alacsonyabb.

4. Az egyenirányított feszültség simítása

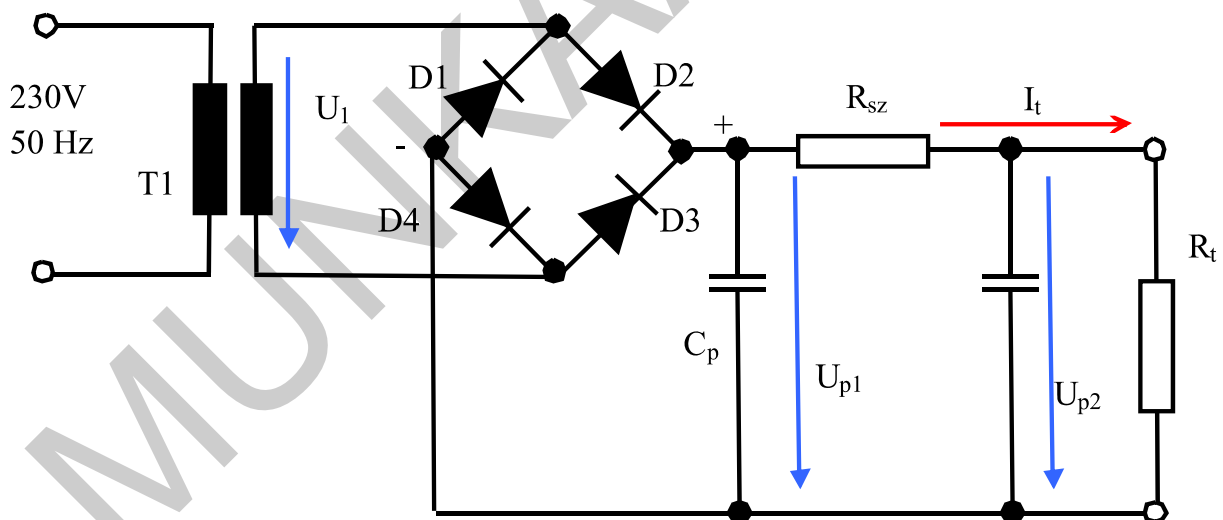
Ismételje át: Váltakozó áramú feszültségosztók felépítése, méretezése.

Az egyenirányított feszültség alapvetően szűrőtagokkal simítható. Kisebb áram esetén kondenzátor használható erre a célra, nagyobb áramnál induktivitás.

Az akkumulátorok töltőkészülékeiből elhagyható a simítás, mert az akkumulátor nagy kapacitásként működik.



7. ábra Az egyenirányított feszültség simítása



8. ábra Egyenirányító kapcsolás RC-szűréssel

- U_{pp} brummfeszültség
- I_t terhelőáram
- t_{ki} kisülési idő
- f_b brummfrekvencia
- C_s simító kondenzátor kapacitása
- U_b brummfeszültség effektív értéke

- $\sqrt{3}$ a csúcstényező háromszögfeszültségnél

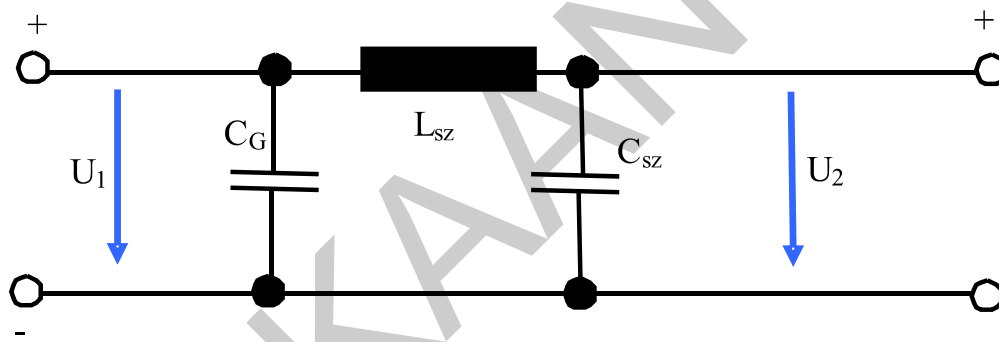
$$Q \approx U_{pp} \cdot C_s = I_t \cdot t_{ki} \Rightarrow U_{pp} \approx \frac{I_t \cdot t_{ki}}{C_s}$$

$$U_b \approx \frac{U_{pp}}{2 \cdot \sqrt{3}} \quad U_{pp} \approx \frac{0.75 \cdot I_t}{f_b \cdot C_s}$$

A bűgófeszültség csökkentésére szolgáló szűrőáramkörök olyan feszültségosztók, amelyeknek az egyenáramú összetevőt kis mértékben, míg a váltakozó áramú összetevőt nagy mértékben kell leosztania. Ezek az áramkörök tulajdonképpen alul átteresztő szűrők.

- RC - szűrők
- LC - szűrők

Ismételje át az alulátteresztő szűrőknél tanultakat!



9. ábra Simitókapcsolás LC-szűréssel

- s szűrési tényező
- U_{b1}, U_{b2} brummfeszültségek
- s_1, s_2 egyedi szűrési tényezők
- ω_p a pulzus körfrekvencia
- R_{sz} szűrőellenállás
- C_{sz} szűrőkondenzátor kapacitása
- L_{sz} fojtótekercs induktivitása
- X_{Csz} a C_{sz} látszólagos ellenállása
- X_{Lsz} az L_{sz} látszólagos ellenállása.

$$s = s_1 \cdot s_2 \quad s = \frac{U_{b1}}{U_{b2}}$$

Ha $R_{sz} \gg X_{Csz}$

$$s \approx \frac{\sqrt{X_{Cs}^2 + R_{sz}^2}}{X_{Cs}} \Rightarrow s \approx \omega_p \cdot R_{sz} \cdot C_{sz}$$

Ha $X_{Lsz} \gg X_{Cs}$

$$s \approx \frac{X_{Lsz} - X_{Cs}}{X_{Cs}} \Rightarrow s \approx \omega_p^2 \cdot L_{sz} \cdot C_{sz}$$

Ismétlő kérdések:

- Milyen elemeket használhatunk az egyenirányított feszültség simítására?
- Mi a brummfeszültség?
- Milyen típusú simítószűrőket különböztetünk meg?
- Milyen előnyös tulajdonságai vannak az LC szűrésnek?

5. Stabilizálás

MUNKAHELYZET

A fentebbi kisvasúti példában szereplő problémát megoldottuk, tehát egy kismozdony már üzemel. Az ügyfél bővítette a sín pár hosszát és több mozdonyt is szeretne egyidőben működtetni. Ekkor viszont azt tapasztaljuk, hogy a mozdonyok sebessége csökken. Mi lehet a jelenség oka? Hogyan lehet ezt megszüntetni?

A stabilizálás feladata, hogy a terheléstől és a bemeneti feszültség-ingadozásától függetlenül állandó értéken tartsa a terhelésre jutó feszültséget.

A stabilizátorok fajtái

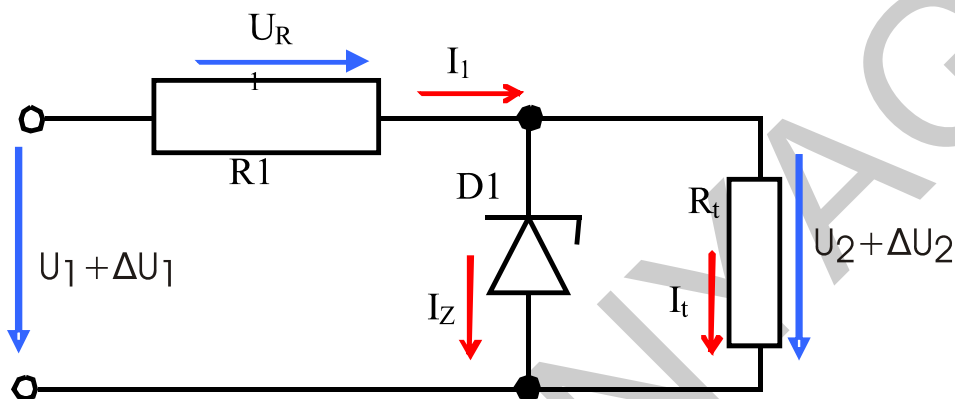
- **Energiatárolóval való stabilizálás**

Kapcsolóüzemű hálózati tápegység esetén a hálózati feszültséget egyenirányítják, majd kapcsolótranszistorra vezetik. Ez 20 kHz-es vagy nagyobb frekvenciával kapcsol. A kimeneti feszültség stabilizálására a tranzisztort szabályozó körbe kapcsolják. A kivezérlés vagy konstans kapcsolási frekvenciával és változó impulzusszélességgel történik (PWM), vagy úgy, hogy az impulzusszélesség állandó és a frekvencia változik.

Energiatárolóval való stabilizálás esetén induktivitásokat és kapacitásokat használnak energiatárolóként, amelyek váltakozó töltését és kisütését elektronikus kapcsoló irányítja. Az energiatárolós stabilizálás kis veszteséggel jár, ezért hatásfoka nagy.

- **Energiatároló nélküli stabilizálás**

A stabilizációs tényező a bemeneti relatív feszültségváltozás és a kimeneti relatív feszültségváltozás arányát adja meg.



10. ábra Zéner-diódás stabilizátor kapcsolás

$$S = \frac{\frac{\Delta U_1}{U_1}}{\frac{\Delta U_2}{U_2}} \quad S = \frac{\Delta U_1 \cdot U_2}{\Delta U_2 \cdot U_1}$$

S a stabilizációs tényező

U_1, U_2 a bemeneti feszültség és kimeneti feszültség;

$\Delta U_1, \Delta U_2$ feszültségváltozások.

Energiatároló nélküli stabilizálás esetén az áram előtét-ellenálláson folyik át, így veszteségek lépnek fel.

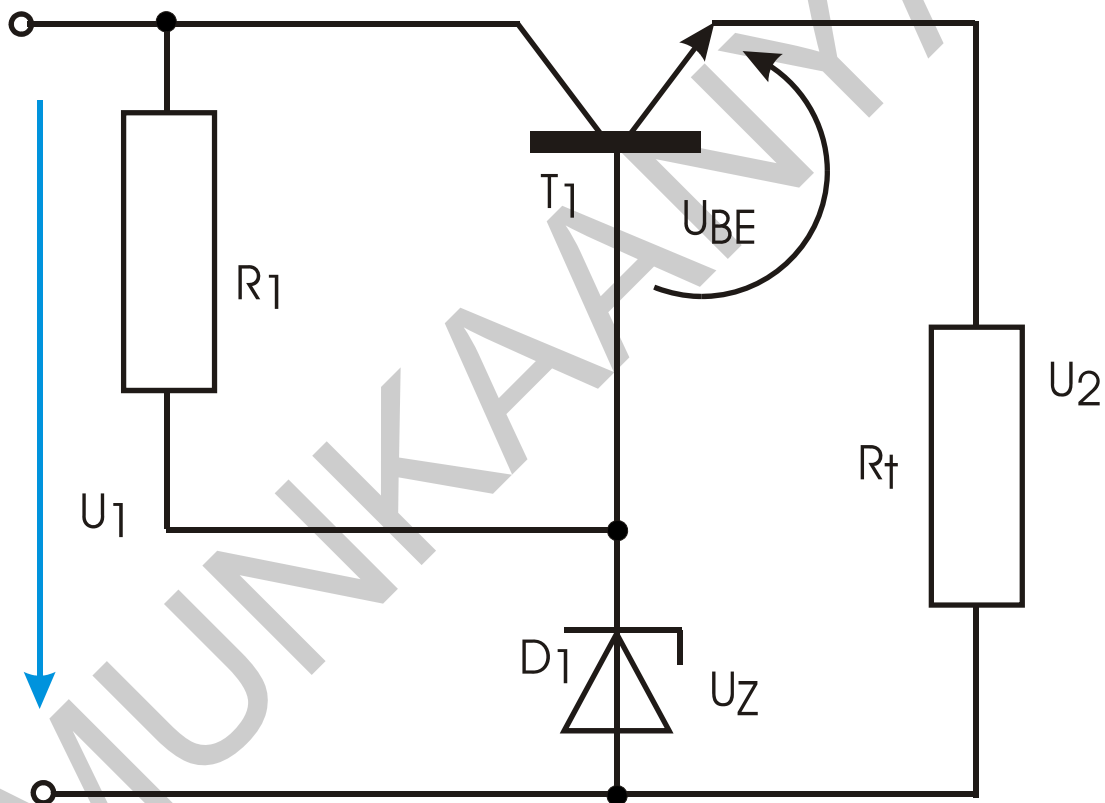
Kísérlet: Kössünk sorba Z-diódát és kb. 1000Ω értékű ellenállást! Kapcsoljuk ezt a soros tagot beállítható egyenfeszültségre úgy, hogy a Z-dióda polaritása záróirányú legyen. Növeljük a bemeneti feszültséget és mérjük a kimeneti feszültséget!

Az előtét ellenállás méretezése.

A választható előtét-ellenállás értéke R_{\min} és R_{\max} között lehet, a legnagyobb, ill. legkisebb bemeneti feszültségtől, az adatlapból kiolvasható legnagyobb és legkisebb Zener-áramtól, ill. a legnagyobb és legkisebb terhelőáramtól függően. R_{\max} érték nem léphető túl, mert a dióda ekkor nem határol, R_{\min} -nél kisebb ellenállás nem választható, mert ekkor túl nagy lenne a Zener-áram. Általában R_{\max} körüli ellenállást választanak, mert ekkor a legkisebb a Z-dióda veszteségteljesítménye.

– Feszültségstabilizálás áteresztőtranzisztorral

Az előző kapcsolás nem alkalmazható nagy terhelőáram esetén, mert a Z-dióda működési tartománya behatárolja. Nagyobb terhelésnél soros áteresztőtranzisztort használnak. Ha az alábbi ábra szerinti kapcsolásban az U_1 bemeneti feszültség nő, U_2 is nagyobb lesz, ezért $E_{BE}=U_Z-U_2$ csökken. A tranzisztor ezáltal kevésbé vezérlődik ki, ellenállása nő. U_2 értéke végeredményben alig változik. $U_2=U_1-U_{CE}$.



11. ábra Feszültségstabilizálás áteresztőtranzisztorral

A feszültségszabályozással igen nagy stabilizációs tényező érhető el nagy terhelőáram esetén is, és a kimeneti feszültség is beállítható. Ilyen stabilizáció esetén a kimeneti feszültséget a kívánt feszültséggel összehasonlító áramkör segítségével hasonlítják össze. Az összehasonlítás eredményét beállítófokozatra vezetik úgy, hogy a különbség csökkenjen vagy megszűnjön.

$$R_{1\min} = \frac{U_{1\max} - U_Z}{I_{Z\max} + I_{t\min}}$$

$$R_{1\max} = \frac{U_{1\min} - U_Z}{I_{Z\min} + I_{t\max}}$$

Ha egyébként nincs megadva, akkor $I_{Z\min} \approx 0.1 \cdot I_{Z\max}$.

Tápfeszültség ingadozásokor: $\Delta U_2 \approx \frac{\Delta U_1 \cdot r_z}{R_1}$.

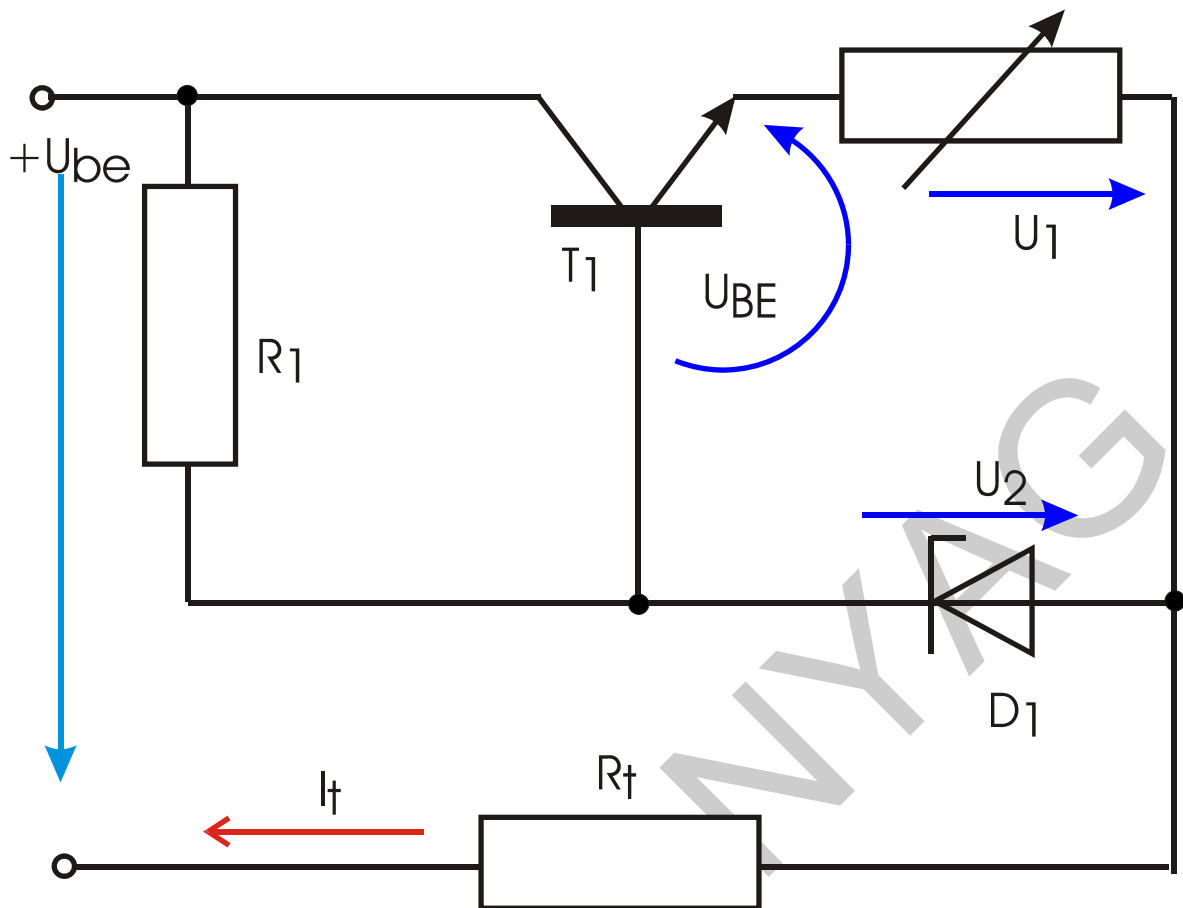
Terhelőáram ingadozásokor: $\Delta U_2 \approx -\Delta I_t \cdot r_z$.

r_z a Z-dióda differenciális ellenállása.

Összehasonlító fokozatként alkalmas pl. a tranzisztoros kapcsolás. Integrált áramkörös megvalósításban erre műveleti erősítőt használnak, és a teljes áramkört egy szeleten valósítják meg. Beállítótagként tranzisztor vagy tirisztor használatos.

Áramstabilizálás

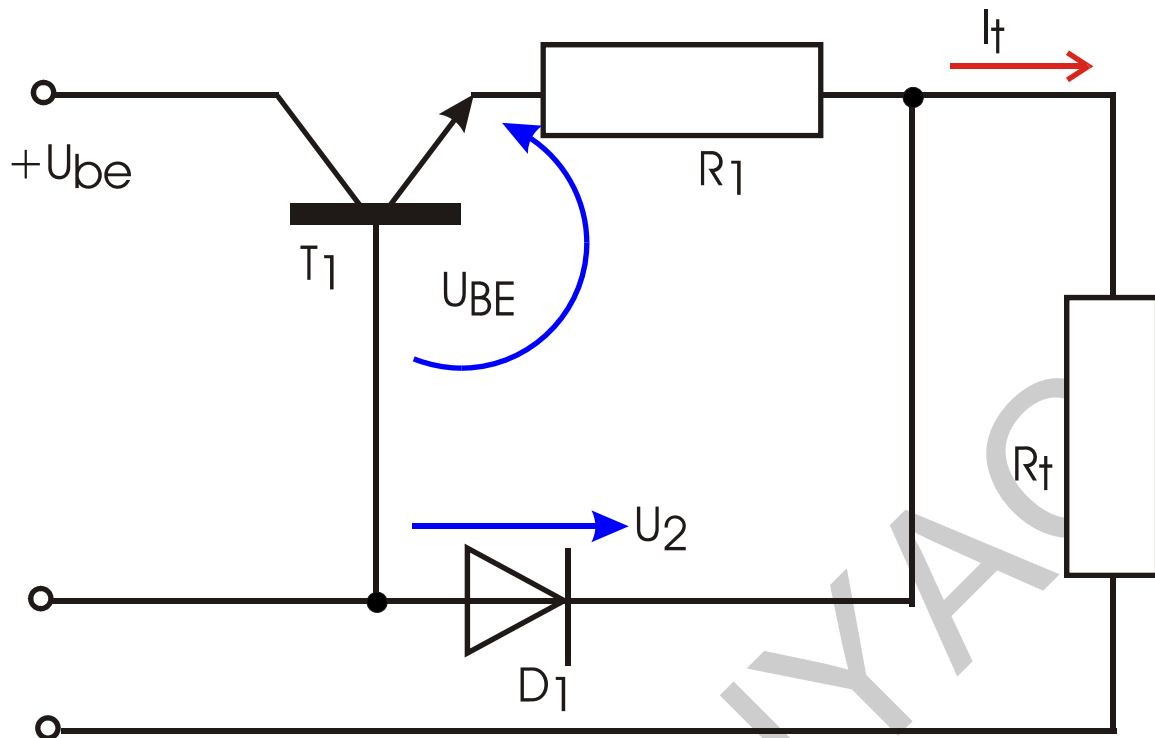
Áramstabilizálás akkor valósul meg, ha a kimeneti áram széles tartományban független a bemeneti feszültségtől és a terhelő-ellenállástól. Az áramstabilizálás mindenekelett tranzisztorokkal és diódákkal oldható meg.



12. ábra Egyszerű áramstabilizálás

A kimeneti áram R_1 -en feszültségesést okoz. D_1 feszültsége állandó. Ha a terhelőáram a kívánt érték alá csökken, R_1 feszültsége kisebb, mint D_1 feszültsége és a bázis-emitter feszültség megnő. Ennek hatására nagyobb bázis-áram folyik, amely nagyobb kollektoráramot (terhelőáramot) eredményez. Ha a terhelőáram túl nagy, az előbbiekkal ellentétes folyamat alakul ki, a tranzisztor bázisárama csökken. R_1 értékével a terhelőáram kívánt értéke állítható be. D_1 nyitóirányba kapcsolt dióda.

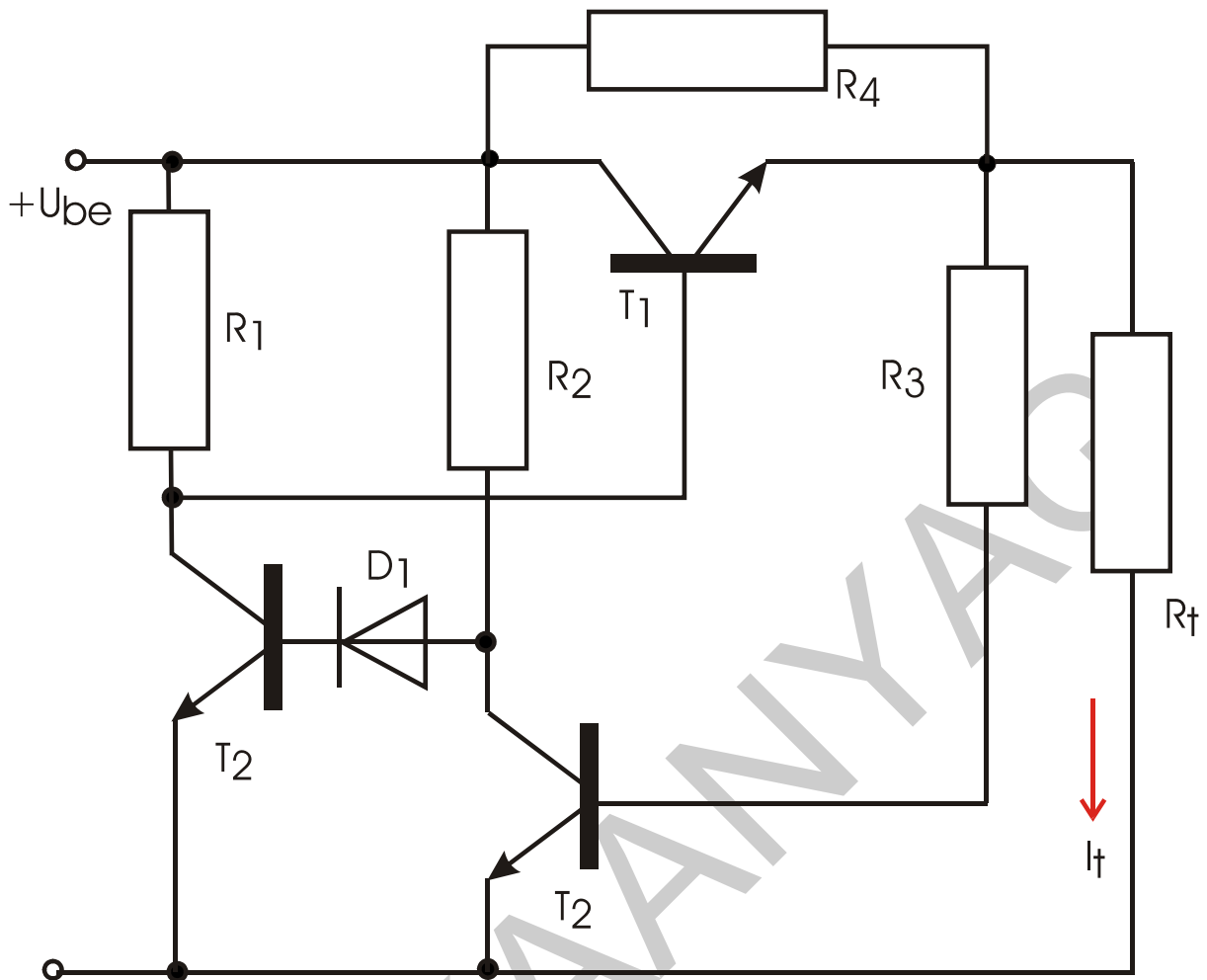
Az áramhatárolás az áramstabilizáció különleges esete. A cél az, hogy az áramerősség pl. rövidzárás esetén se lépje túl a megengedhető maximális értéket. Az ábra szerinti áramhatároló kapcsolásban U_{BE} kis értékű, amíg I_t nagy, mert a dióda U_2 áteresztőfeszültsége körülbelül állandó. Ezáltal T_1 állandó áramú kivezérlést kap.



13. ábra Áramhatárolás ellenállással és diódával

Rövidzárvédelem

A 14. ábra szerinti rövidzárvédelmi kapcsolásban T3 lezár rövidzáráskor. Ennek hatására T2 kinyit és T1 bázisát 0V-ra kapcsolja, vagyis lezárja T1-et. Ez az állapot a rövidzár megszűntéig fennmarad.

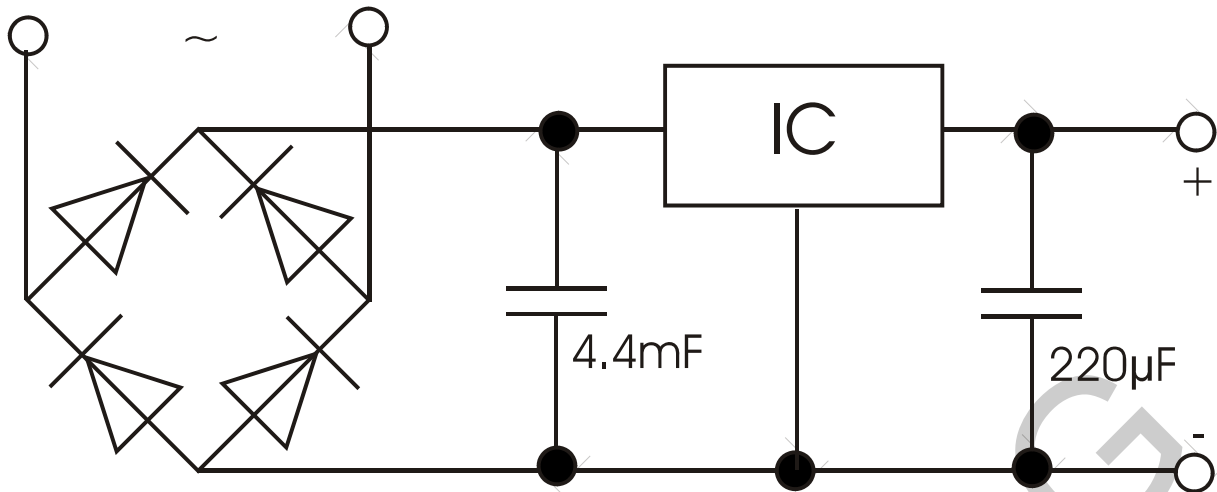


14. ábra Rövidzárvédelem

Stabilizálás integrált áramkörrel

Integrált áramkörök esetében a feszültségstabilizálás és az áramhatárolás egy lapkán valósítható meg. Ezért a stabilizátor kapcsolás felépítése igen egyszerű.

Az IC-vel történő feszültségstabilizálás elve többféle lehet.



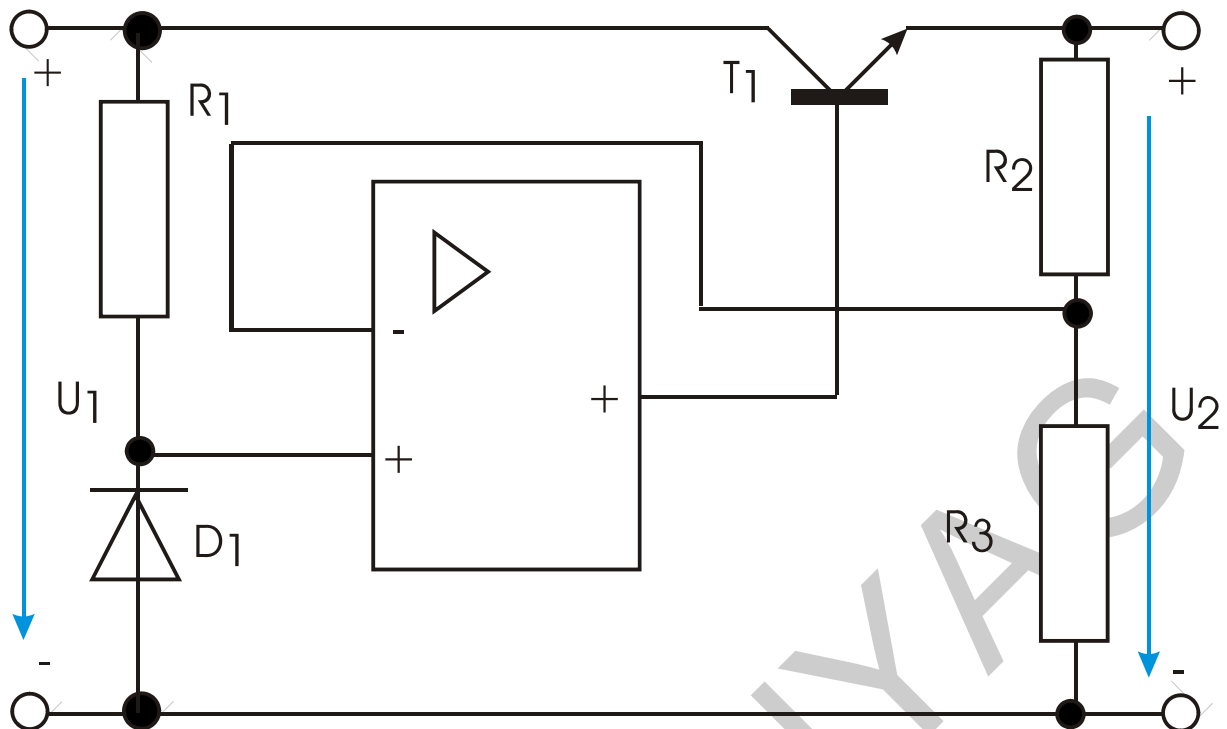
15. ábra Feszültszabályozás IC-vel (elvi kapcsolás)

Az integrált áramkörös stabilizátorok egyik nagy csoportját a nem változtatható kimenőjelű stabilizátorok alkotják. A fix stabilizátoroknak is nevezett áramkörök olyan hárompólusok, amelyek minden segédáramkör nélkül feszültségstabilizálást végeznek.

A 78xx sorozat egyenfeszültség-szabályozója pozitív feszültség-szabályozó, fixen beállított 5, 6, 8, 12, 15, 18 vagy 24 V kimenőfeszültséggel.

A 79xx sorozat ugyanezen értékek negatív változatát állítja be. A jelölés felvilágosítást ad a stabil kimenőfeszültség értékére vonatkozóan. Az xx helyére írt számjegy a kimenőfeszültséget értékét jelenti.

Az energiátárolás nélküli feszültszabályozást leginkább integrált áramkörökkel valósítják meg, szükség esetén diszkrét tranzisztoros, nagy teljesítményű fokozattal kiegészítve.



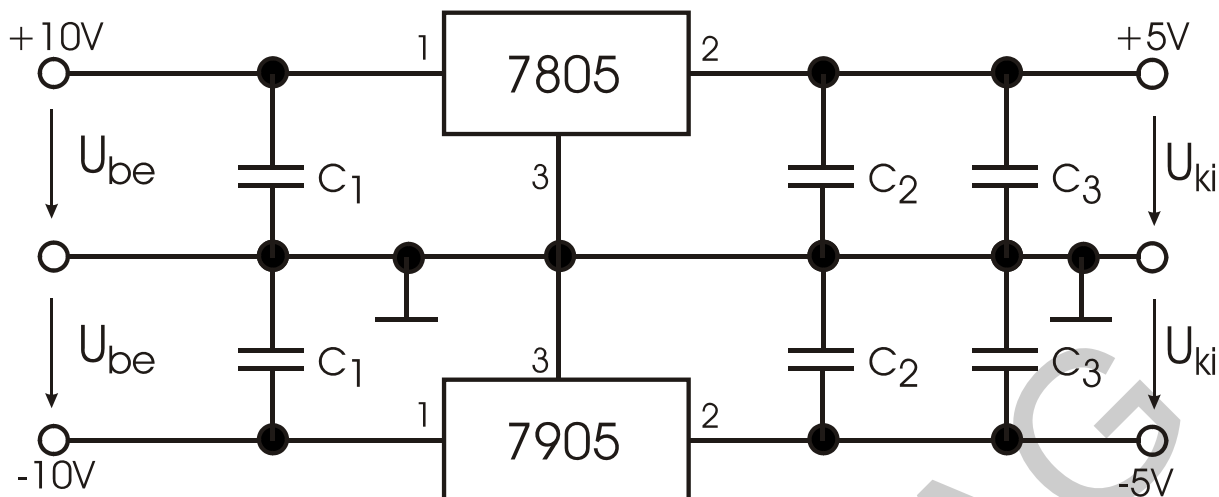
16. ábra IC-s feszültségstabilizálás áteresztőtranzisztorral

A T_1 és R_1 állandó feszültséget juttat az IC (+) neminvertáló bemenetére. Az IC összehasonlítja ezt a feszültséget a (-) invertáló bemenetén lévő feszültséggel, amely az R_2R_3 feszültségosztóból származik. Ezt az összehasonlítást a kívánt érték (+) és a tényleges érték (-) összehasonlításának nevezik. A két feszültség összehasonlításakor a T_1 bázisa az összehasonlítás eredményétől függően jobban vagy kevésbé vezérlődik ki. Ha pl. a tényleges érték túl kicsi, akkor T_1 jobban kivezérlődik, emiatt ellenállása kisebb lesz és az U_2 feszültség megnő.

Az IC-s feszültségszabályozás hátránya, hogy a teljesítményfokozat, a feszültségösszehasonlító és a referenciafokozatok termikusan (hőmérsékleti szempontból) szoros csatolásban vannak, mivel egymáshoz igen közel helyezkednek el. A precíziós feszültségszabályozók esetében az áramkörök szétválasztásával ez a csatolás csökken.

Pozitív és negatív stabil feszültség előállítása

Fix feszültségű szabályozókkal nagyon egyszerűen fel lehet építeni áramköröket nulla potenciálhoz viszonyított pozitív és negatív feszültségre.



17. ábra Tápegység pozitív és negatív kimeneti feszültséggel

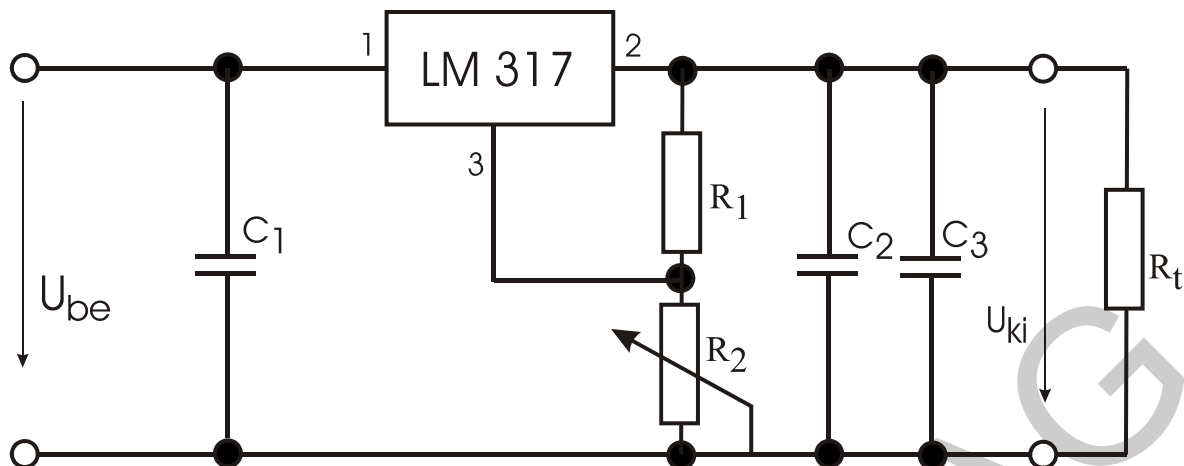
Az ábra egy olyan kapcsolást mutat, amelyben a pozitív ágra 7805-ös, a negatív ágra 7905-ös IC-t alkalmazunk. A tápegység kettős táplálást igényel, és a kimeneten "három" különböző feszültséget ad. A kondenzátorok szerepe és nagysága megegyezik az előzőekben említettekével.

A bemenőfeszültség: $U_{be} = \pm 10 \text{ V}$.

A kimenő stabil feszültség: $U_{ki} = +5 \text{ V}, -5 \text{ V}, +10 \text{ V}$.

Változtatható kimenőfeszültségű stabilizátor

Az LM 317 IC pozitív feszültségszabályozó három csatlakozási ponttal rendelkezik, amely 1,2...37 V kimenőfeszültség-tartományban 1,5 A áramot képes biztosítani. Az IC túlterhelés és rövidzár védett. 2,2...2,5 A áramkorlátozással és túlmelegedés elleni védelemmel (150°C) rendelkezik.



18. ábra LM 317 stabilizátor IC-s kapcsolás

A kimenőfeszültség beállításához két kiegészítő ellenállás szükséges. Ha az egyik ellenállásnak potenciómétert használunk, a feszültség folyamatosan állítható. A maximális bemenőfeszültség $U_{be\max}=40V$. A megfelelő szabályozás eléréséhez a bemenőfeszültségnek legalább 3 V-tal nagyobbak kell lenni, mint a maximális kimenőfeszültség.

A kimenőfeszültség számításához közelítő összefüggés használható, amely szerint:

$$U_{ki} \approx 1,25 \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right).$$

Ismétlő kérdések:

- Mi a stabilitás feladata?
- Milyen két alapvető stabilitási lehetőség van?
- Hogyan kell méretezni a legegyszerűbb Z-diódás feszültség-stabilizátor előtét-ellenállását?
- Milyen előnyei vannak az IC-s stabilizátor-kapcsolásnak?

Összefoglalás

Az elektronikus áramkörök működtetéséhez egyenfeszültségre van szükség. Ezt általában a hálózati váltakozó feszültségből állítjuk elő. Transzformátor segítségével a 230 V-os feszültséget a kívánt nagyságúvá változtatjuk, majd egyenirányítjuk, hogy egyenfeszültséget kapjunk. Ehhez az egyenirányító diódák áramszelep tulajdonságát használjuk ki. Az egyenirányított feszültség azonban még nem "sima". Ezért az egyenirányított feszültséget még simítani kell. Ehhez RC és LC szűrő kapcsolások használatára van szükségünk. Terhelés változások vagy a hálózati feszültség ingadozásakor a kimeneti feszültség értéke is változik. Amennyiben olyan eszközünk van, amelynél nem megengedett az egyenirányított feszültség ingadozása, akkor stabilizátort kell alkalmazni.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Ez a tananyagelem igényli az előismereteket.

Ilyenek az

- elektrotechnikai alapfogalmak,
- passzív és aktív áramkörü alkatrészek,
- a félvezető áramkörü elemek,
 - félvezető diódák,
 - tranzisztorok,
- az elektronikai alapáramkörök ismerete,
 - kétpólusok,
 - négy-pólusok,
- elektronikai áramkörök szerelési technológiái.

Az egyes fogalmak szorosan épülnek egymásra. Az elektrotechnikai alapok ismerete nélkül nem lesz érthető az anyag.

Ez a tananyagelem elméletigényes gyakorlattal sajátítható el. Az alapelvek nagyon fontosak, de nem érnek semmit sem, ha nem lehet azt a gyakorlatban is kipróbálni.

A tananyag-vázlat megmutatja azt a három feladatcsoportot, amelyet végre kell hajtani a tananyag elsajátításához.

- Egyenirányító kapcsolások,
- Az egyenirányított feszültség simítása,
- Stabilizálás.

A témakörhöz tartozó ismeretek gyakorlati alkalmazásához szükség az alábbi készségek fejlesztése:

Írott szakmai szöveg megértése

A témakörhöz tartozó ismeretek gyakorlati alkalmazásához szükség az alábbi személyes (Sze), társas (Tá), módszer (Mó) kompetenciák fejlesztéséhez:

- Mennyiségérzék,
- Tömör fogalmazás készsége,
- Logikus gondolkodás,
- Áttekintő képesség,
- Rendszerező képesség,
- Ismeretek helyén való alkalmazása,
- Numerikus gondolkodás, matematikai készség,
- Módszeres munkavégzés,
- Gyakorlatias feladatértelmezés,
- Körültekintés, elővigyázatosság,

- Figyelem-összpontosítás,
- Figyelemmegosztás.

Javasolt tanulói tevékenységforma az ismeretek feldolgozásához:

Az írott szakmai szöveg feldolgozása után az önellenőrző kérdések megválaszolása, a feladatok megoldása, internetről katalóguslapok letöltése.

A Zener-diódák rajzjelei a tananyagelem tartalmában különböző módon jelennek meg, ezt azért alkalmaztuk, mert a szakkönyvekben és a szakirodalomban is más-más rajzjelekkel találkozhatunk.

Önállóan oldja meg az "Önellenőrző feladatok" című fejezet gyakorló példáit, majd ellenőrizze tudását a "Megoldások" c. fejezet tanulmányozásával! Gyakorlati példákon keresztül sajátítsa el a különböző egyenirányító kapcsolások felépítését.

Az egyutas egyenirányítás tanulása előtt végezze el az alábbi kísérletet!

1. kísérlet. Kössön sorba szilíciumdiódát és 6,3 V-os izzólámpát, és kapcsolja szinuszos 10 V-os váltakozó feszültségű hálózatra.

Figyelje meg az izzólámpát és ellenőrizze oszcilloszkóppal a feszültség jelalakját!

Rajzolja le az oszcilloszkóp kijelzőjén látható jelalakot!



2. kísérlet: Ismételje meg az 1. kísérletet, de helyettesítse az izzólámpát feszültségmérővel. Mérje meg és ellenőrizze oszcilloszkóppal a feszültséget! Kapcsoljon a feszültségmérővel párhuzamosan 22 μF -os kondenzátort! Mérje meg újból és ellenőrizze oszcilloszkóppal a feszültséget!

- Kondenzátor nélkül a műszerről leolvasható feszültség:
- Kondenzátorral a feszültség:

Az egyutas egyenirányítás tanulmányozása végeztével oldja meg a következő feladatot!

Feladat: A hálózati transzformátor szekunder tekercséről az egyenirányító fokozat bemenetére U_1 váltakozófeszültség érkezik, ennek csúcserőértéke 10 V. Tételezzük fel, hogy a bekapcsolás pillanatában C kondenzátor töltetlen, azaz kapocsfeszültsége $U_2 = 0V$. Legyen a terhelés által felvett áram $I=0.1A$. Határozzuk meg, hogy milyen értékre csökken kisülés közben C feszültsége. A számítás egyszerűsítése céljából tételezzük fel, hogy C töltődése igen rövid ideig tart. Ekkor a kondenzátor kisülési ideje közelítőleg azonos a periódusidővel.

Megoldás:

C kondenzátor a kisülés alatt $\Delta Q = I \cdot t \cong I \cdot T$ töltést veszít.

A töltésvesztés következtében kapocsfeszültsége $\Delta U_2 = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{I \cdot T}{C}$ értékkel csökken.

Behelyettesítve a konkrét értékeket: $I=0,1 A$, $C= 1000 \mu F$, $T = 20 ms$ (ez a hálózati 50 Hz-es

frekvenciából számított periódusidő) $\Delta U_2 = \frac{I \cdot T}{C} = \frac{0.1 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 2V$, azaz a kondenzátor feszültsége (az adott feltételezéssel) 2 V-ot csökken, tehát ha a csúcserőértéke B időpontban 9.4 V, akkor minimális értéke C időpontban 7.4 V lesz.

A Graetz-kapcsolású kétutas egyenirányító témakör elsajátítása után válaszolja meg a következő kérdéseket!

- Milyen alapvető részekből áll a hálózati tápegység?
- Mi az egyenirányító?
- Hogyan működik a dióda egyenirányításkor?
- Milyen hatása van az egyenirányító után kapcsolt kondenzátornak?
- Nevezzen meg három egyenirányító alapkioscsolást és rajzolja le kimeneti jelalakjukat!

A tananyagfelemben eltérő dióda jelöléseket alkalmaztunk abból a megfontolásból, mert a különböző irodalmakban is más-más jelképekkel találkozhat.

A következő címen egyenirányító kapcsolások leírását találhatja:
http://www.hobbielektronika.hu/cikkek/egyeniranyitok_-_tapegysegek.html?pg=1

Látogasson el a következő weblap címre és tanulmányozza a különböző dióda típusokat és paramétereiket valamint jelleggörbéit!

<http://www.datasheetcatalog.com/catalog/p10880.shtml>

A hálózati stabilizált tápegységek műszaki paramétereit:

Feszültségtartomány:

A tápegységből kivehető maximális és minimális kimenőfeszültség, amelyre a szabályozás még érvényesül.

Terhelőáram-tartomány:

A szabályozott kimenőáramnak az a tartománya, amelyen belül a specifikációs adatok még érvényesek.

Hálózati stabilitás:

A kimenőfeszültség megváltozásának abszolút értéke, ha a kimenőáram-változás a névleges árammal egyezik meg.

Hőmérséklet-stabilitás:

A kimenőfeszültség változása hőmérséklet változás hatására. Csak típusvizsgálatnál mérik. Megadási módja: mV/°C.

Hosszú idejű stabilitás:

A kimenőfeszültség változása a névleges adatok mellett, 8 órás terhelés után.

Kimeneti impedancia:

Az az impedancia, amelyet a tápegység a terhelés felé mutat. A frekvencia növekedésével értéke nagyságrendekkel megnőhet, ezért fontos ismerni a paraméter frekvenciafüggését.

Tranziens feléledési idő:


A kimenőfeszültség beállási ideje névleges mértékű áramváltozás esetén.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

A kétutas egyenirányító kapcsolás 50 Hz hálózatról működik és $I_t = 150$ mA egyenáramot szolgáltat. A simítókondenzátor értéke 500 μF . Mekkora az U_{pp} brummfeszültség?

**2. feladat**

A 2,25 V-os brummfeszültséget 0,2 V-ra kell csökkenteni. Mekkora szűrési tényezőre van szükség? A szűrést RC-szűrővel kell megvalósítani, ahol a szűrőellenállás 22 Ω . Mekkora legyen a szűrőkondenzátorok kapacitása, ha kétutas egyenirányítót használunk 50Hz-es hálózatról?

**3. feladat**

Az előző feladatban kiszámított szűrési tényezőt LC-szűrővel kell megvalósítani, ahol a fojtótekerics induktivitása 100 mH. Mekkora legyen a szűrőkondenzátorok kapacitása, ha kétutas egyenirányítót használunk 50 Hz-es hálózatról?

4. feladat

A 11.25 értékű szűrési tényezőt LC szűrővel kell megvalósítani, ahol a fojtótekercs induktivitása 100 mH. Mekkora legyen a szűrőkondenzátorok kapacitása, ha kétutas egyenirányítót használunk 50 Hz-es hálózatról?

5. feladat

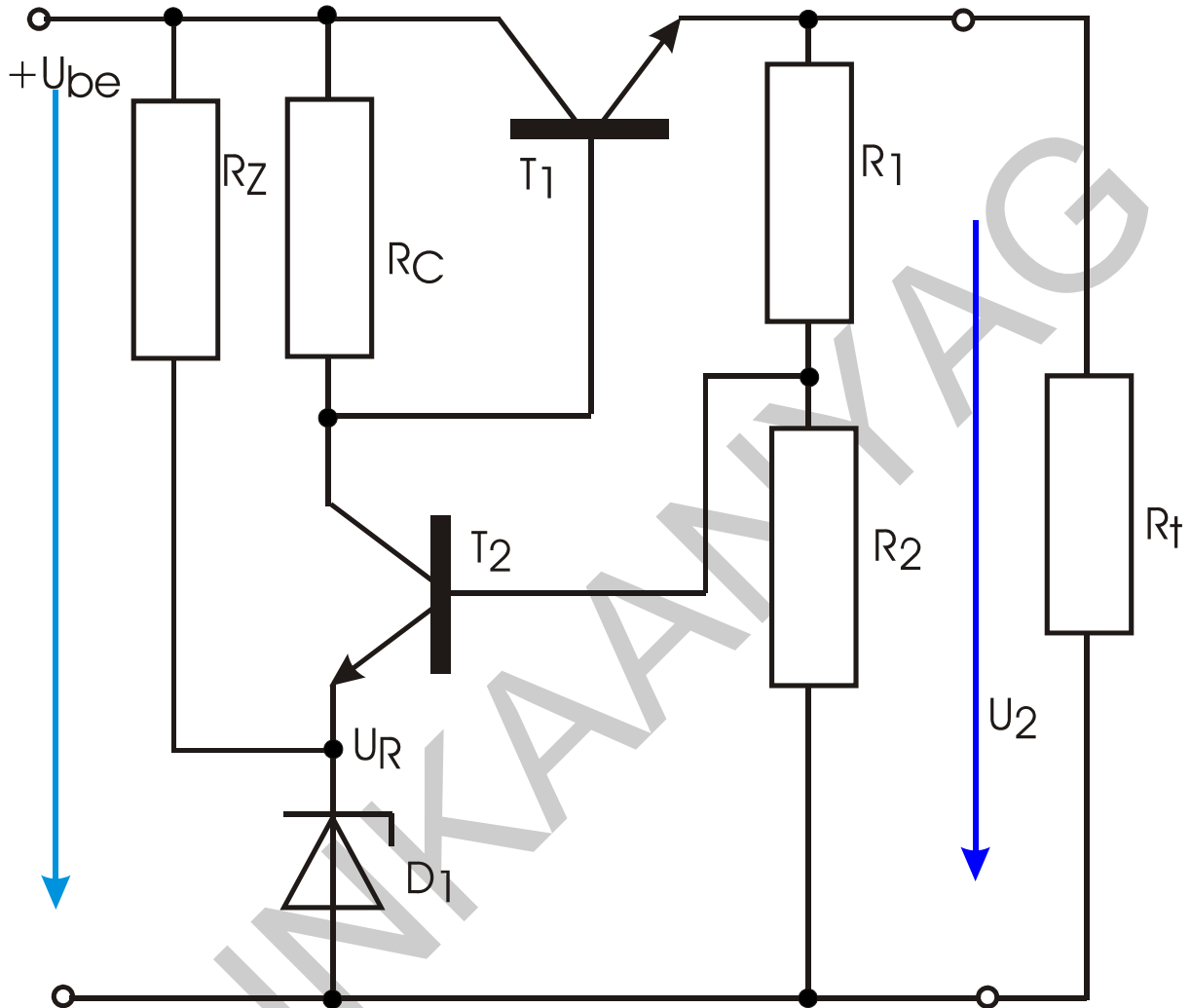
Mekkora a kimeneti feszültség ingadozása, ha a bemeneti feszültség 34.5...25.5 V között ingadozik, az előtét-ellenállás $150\ \Omega$ és $r_z=4\Omega$ értékű?

6. feladat

Számítsuk ki az ábrán látható soros áteresztő tranzisztoros feszültség-stabilizátor mintavevő osztójának R_1 , R_2 ellenállásait, a Zener-dióda R_Z munkapont-beállító és a T2 tranzisztor R_C ellenállásának értékét! Határozzuk meg a be- és kimeneti feszültséget!

Adatok:

$U_{CE01} = 4V$, $I_{C01} = 1A$, $U_{BE0} = 0.6V$, $B_1 = 100$, $U_{CE02} = 5V$, $I_{C02} = 1.5mA$, $U_{BE02} = 0.6V$,
 $I_{B02} = 12.5\mu A$, $I_{Z0} = 20mA$, $U_{Z0} = 5.6V$, $I_{R2} = 4mA$.



19. ábra Soros áteresztőtranszisztoros feszültség-stabilizátor kapcsolás



MUNKANYELVI

MEGOLDÁSOK

1. feladat

$$U_{pp} = 2,25 \text{ V}$$

2. feladat

$$s = 11,25$$

$$C_{sz} \approx 800 \text{ } \mu\text{F}.$$

3. feladat

$$C_{sz} \approx 270 \mu\text{F}.$$

4. feladat

$$C_{sz} = 285 \text{ } \mu\text{F} \approx 270 \text{ } \mu\text{F}.$$

5. feladat

$$\Delta U_{2U} \approx \frac{\Delta U_1 \cdot r_z}{R} = \frac{(35.5\text{V} - 25.5\text{V}) \cdot 4\Omega}{150\Omega} = 0.24\text{V} \Rightarrow \text{azaz } \pm 0.12\text{V}.$$

6. feladat

$$U_2 = U_{Z0} + U_{CE02} - U_{BE01} = 5.6 + 5 - 0.6 = 10\text{V}$$

$$U_{be} = U_2 + U_{CE01} = 10 + 4 = 14\text{V}$$

$$R_1 = \frac{U_{Z0} + U_{BE02}}{I_{R2} - I_{B02}} = \frac{5.6 + 0.6}{4 - 0.125} = 1.55\text{k}\Omega.$$

$$R_2 = \frac{U_2 - (U_{Z0} + U_{BE02})}{I_{R2}} = \frac{10 - 6.2}{4} = 0.95 = 950\Omega.$$

$$I_{Z0} = I_{R2} + I_{C02}, \Rightarrow I_{RZ} = I_{Z0} - I_{C02} = 20 - 1.5 = 18.5\text{mA}.$$

$$R_Z = \frac{U_{be} - U_{Z0}}{I_{RZ}} = \frac{14 - 5.6}{18.5} = 0.454 = 454\Omega.$$

$$I_{B01} = \frac{I_{C01}}{B_1} = \frac{1}{100} = 0.01 = 10\text{mA}.$$

$$I_{RC} = I_{C02} + I_{B01} = 1.5 + 10 = 11.5\text{mA}.$$

$$R_C = \frac{U_2 - (U_2 + U_{BE01})}{I_{RC}} = \frac{14 - 10.6}{11.5} = 0.2956 = 295.6\Omega.$$

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Zombori Béla: Elektronika. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó. 2004.

Zombori Béla: Elektronikai feladatgyűjtemény. Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó. 2003.

AJÁNLOTT IRODALOM

U. Tietze –Ch. Scenk: Analóg és digitális áramkörök. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.

Bikki János – Pánczél Béla: Elektronikai gyakorlatok. Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 2005.

Szücs Lászlóné: Elektronikus áramkörök. Műszaki Könyvkiadó. Budapest. 1999.

<http://www.hobbielektronika.hu/>

A(z) 0917-06 modul 037-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 523 01 0000 00 00	Elektronikai technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
20 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató