

Motorfordulatszám-szabályozó kis DC-motorokhoz

Az egyenfeszültséggel működő, permanens mágneses motorok fordulatszáma a tápfeszültségük változtatásával könnyen szabályozható. Ha azonban így csökkentjük a fordulatszámot, akkor csökken a motor terhelhetősége is! Az itt közölt szabályozó alkalmazásával kis fordulatszámon is jól terhelhető a motor, számottevő nyomatécsökkenés nélkül. A bemutatandó fordulatszám-szabályozó áramkör a játékokban használt egyenáramú kismotoroktól a nyákfűró minidrivekig át a viszonylag nagyobb teljesítményű, DC-motoros asztali fűrógépekig alkalmazható.

A fordulatszám-vezérlés egyik útja tehát a tápfeszültség változtatása, amelynek azonban annál rosszabb a hatásfoka, minél nagyobb feszültség esik az áteresztőeszközön, így az annál jobban disszipál. Az ebből a szempontból célszerűbb módszerrel, az *impulzusszélesség-modulációt* megvalósító vezérlésekkel már találkozhattak olvasóink a lapjainkban. Arról van szó, hogy a motorra nem egyenfeszültséget, hanem alkalmasan megválasztott frekvenciájú négyszögjelet kapcsolunk. A négyszögjel átlagos DC-szintje (azaz integrálközéppértéke) egyenesen arányos annak kitöltési tényezőjével. Ha pl. a négyszögjel szimmetrikus, akkor a kitöltési tényező 50%, tehát az átlagos DC-szint megegyezik a négyszögjel amplitúdójának felével. Ha a kitöltési tényező nő, azaz az impulzu-

sok „szélesednek”, akkor az átlagszint és vele a fordulatszám is nő, ha viszont az impulzusok keskenyebbek, akkor az átlagszint (és a fordulatszám) is csökken.

A motor – a forgórész tehetetlensége folytán – „integrálja” e jelet és ténylegesen a kitöltési tényezőtől függő egyenfeszültségként érzékeli.

De miért jó ez a látszólag bonyolult módszer? Azért, mert a meghajtó teljesítmény nem egy *disszipatív* eszközön – például soros áteresztőtranszisztoron – keresztül vezetjük a motorra, hanem egy *kapcsolóüzemben működő* eszközön át. Ez vagy telítésbe van vezérelve (ilyenkor a disszipációja csak a rajta átfolyó áram és a néhány tized voltos maradétfeszültség szorzata), vagy teljesen zárva van, amikor is csak az elhanyagolható visszaram folyik át rajta. A

Alkatrészjegyzék

Ellenállás:

- 1 db 330 Ω (R₁₀)
- 4 db 10 kΩ (R_{1, 2, 8, 9})
- 1 db 13 kΩ (R₃)*
- 1 db 20 kΩ (R₄)*
- 1 db 22 kΩ (R₅)
- 2 db 100 kΩ (R_{6, 7})

Potenciométer:

- 1 db 10 kΩ helitrimmer (P₁)
- 1 db 47 kΩ tengelyes (P₂)*

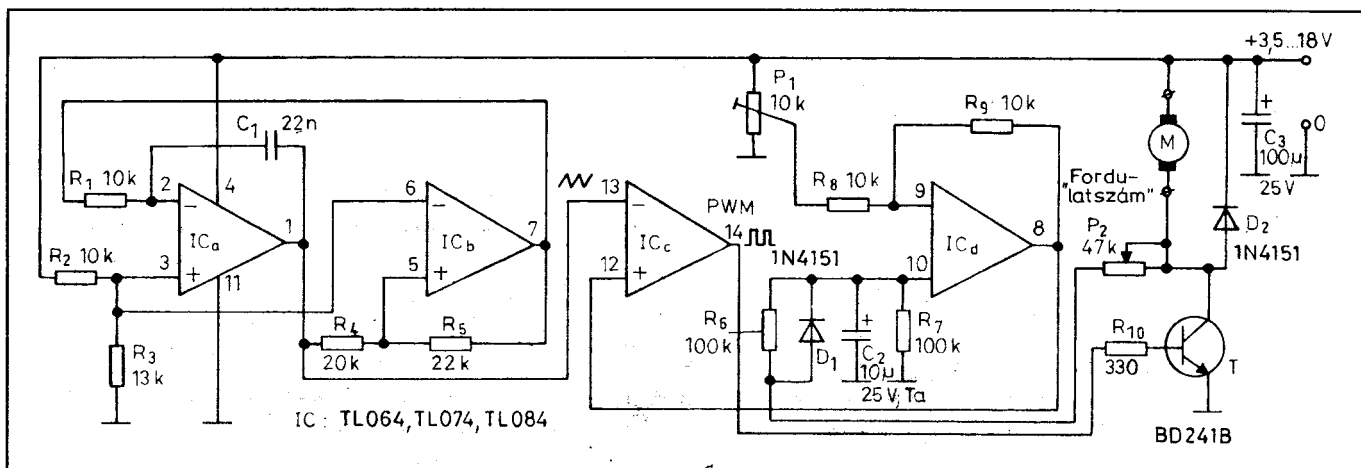
Kondenzátor:

- 1 db 22 nF (C₁)
- 1 db 10 μF/25 V (C₂)
- 1 db 100 μF/25 V (C₃)

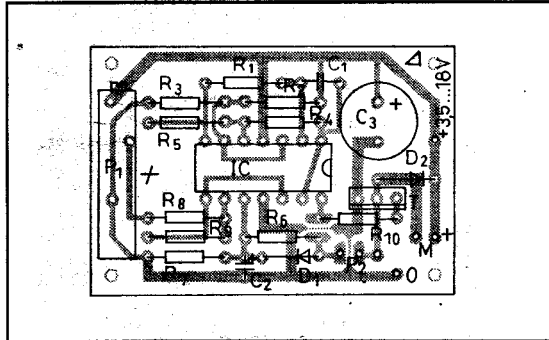
Félvezető:

- 2 db 1N4151 (D_{1, 2})
- 1 db BD241B (T)
- 1 db TL064 (TL074, TL084; IC)

*: lásd a szövegben!



1. ábra



2. ábra

A modulátort az IC_c képezi. A háromszögjel előállítását IC_{a, b} műveleti erősítő, mint háromszögjel-generátor végzi. Az IC_a integrátor, az IC_b komparátor szerepét tölti be. IC_a kimenetén megjelenik a lineáris (közel szimmetrikus) háromszögjel, melynek amplitúdója kb. fele a tápfeszültségnek. A háromszögjel frekvenciája kb. 1,5 ... 2 kHz. A szabályozó feszültséget egyrészt a P₁ trimmerpotméter csúszkájáról lehető referencifeszültségből, másrészt D₁ által egyenirányított és szűrt motorfeszültség jeléből állítjuk elő IC_d-vel.

A fordulatszám változtatható ugyan a P₁-gyel, de hatásosabb a visszacsatoló jel szabályozása a P₂-vel. Az így beállítható kitöltéstényező-tartomány kb. 10 ... 90% között van.

A PWM-jel a T teljesítménytranszisztorra kerül, amely mint kapcsolóeszköz, a motort hajtja meg. Ha a beállított fordulatszámon fékezzük a motor tengelyét, akkor a növekvő visszacsatoló jel hatására növekszik a PWM-jel kitöltési tényezője, ezáltal a fordulatszám – bizonyos terhelőnyomaték eléréséig – gyakorlatilag változatlan marad. Jellemzően a kisebb fordulatszámhoz tartozó üresjárású áramfelvétel nem éri el a teljes fordulatszámét. Így pl. egy kis játékmotor áramfelvétele 4 V-nál, 10%-os PWM-jel esetén 120 mA volt, míg teljes fordulatszámánál 250 mA. Ugyanez Triplex nyákfűrógép esetén, 15 V-os tápfeszültségnél 320 mA, míg 10%-nál csupán 230 mA.

Az üresjárású fogyasztás tehát tetemesen lecsökkenthető a szabályozó alkalmazásával, ugyanis a felvett teljesítmény a kitöltési tényezővel arányos. Így Triplex-nél 15 V-tal $0,32 \cdot 15 = 4,8$ W, míg 10%-os kitöltési tényezőjű feszültséggel működtetve $0,23 \cdot 1,5 = 0,345$ W. Az áramkör tápfeszültségét a motor igényei szerint kell megválasztani. A legtöbb játékmotor 4 ... 5 V-ról, a Triplex fűrógép 10 ... 15 V-ról járatható (de még 4 V-ról is működik).

Elkészítés

A szabályozó nyákrája a **231. oldalon**, alkatrész-beültetési rajza a **2. ábrán** található. A gondosan elkészített, kisméretű panel beültetését úgy végezzük el, hogy az R₃ ill. az R₄ helyébe ideiglenesen egy-egy 22 kΩ-os trimmerpotmétert forrasztunk be, bekötőhuzalok segítségével. A P₂ célszerűen valamilyen jó minőségű, tengelyes típus; ilyen a *HAM-bazárban* kapható. T

kapcsolóeszköz az átkapcsolási folyamat alatt disszipál jelentősebben, de ha az átkapcsolás kellően gyors – ami a korszerű tranzisztorokra jellemző –, akkor ez sem számottevő.

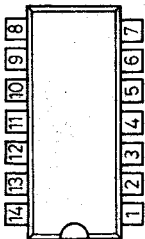
Ha a motort változatlan kitöltési tényezőjű négyszögjellel hajtjuk meg és közben nyomatékkaal terheljük, akkor a motor fordulatszáma a terhelés növekedésével csökken, sőt az le is állhat. Ezen szabályozással segíthetünk: a terhelés növekedését érzékelve automatikusan növeljük a kitöltési tényezőt úgy, hogy a lehetőségek határain belül a fordulatszám ne változzon lényegesen. Ezzel ugyanis a felvett áram – és a felvett elektromos teljesítmény is megnövekszik és a fordulatszám az eredetivel közel azonosra szabályozható. A legkisebb áramfelvétel üresjárásnál, a legnagyobb pedig a teljes terhelésnél lesz.

A szabályozó működése

Ezek előrebocsátása után lássuk a szabályozó rendszert, amely a motor beállított fordulatszámát a terheléstől függetlenül állandó értéken igyekszik tartani! A szabályozó elvi kapcsolási rajza az **1. ábrán** látható. A motorra tehát impulzusszélesség-modulált (PWM) négyszögfeszültség-sorozatot kapcsolunk. Ezt a legegyszerűbben műveleti erősítővel állítjuk elő. Az erősítő egyik bemenetére háromszögjelet (vagy fűrészelet), a másikra pedig változtatható egyenfeszültséget kapcsolunk.

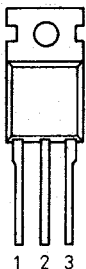
Hasonlóan PWM-mel működő szabályozással találkozhattunk a *Hobby Elektronika 1998/7. számában* közölt „Takarékos hőmérséklet-szabályzó” c. cikkben.

Az így kialakított komparátor kisebb vezérlőfeszültség hatására kisebb kitöltési tényezőjű impulzusokat állít elő. Ha ez a feszültség növekszik, akkor a kimenőjel jel/szünet aránya is nőni fog.



TL064 (TL074, TL084)

- 1: kimenet 1.
- 2: invertáló bemenet 1.
- 3: neminvertáló bemenet 1.
- 4: +U_T
- 5: neminvertáló bemenet 2.
- 6: invertáló bemenet 2.
- 7: kimenet 2.
- 8: kimenet 3.
- 9: invertáló bemenet 3.
- 10: neminvertáló bemenet 3.
- 11: -U_T (v. GND)
- 12: neminvertáló bemenet 4.
- 13: invertáló bemenet 4.
- 14: kimenet 4.



BD241

- 1: bázis
- 2: kollektor
- 3: emitter

műhelysarok * műhelysarok * műhelysarok

teljesítménytranzisztort nem kell hűtőbordára szerelni, a kis átlagos disszipáció miatt (erről az elején szó esett).

Élesztés, beállítás

Csatlakoztassuk az áramkörhöz a tápfeszültség-forrást, de a motort egyelőre ne! Oszcilloszkóppal ellenőrizzük a háromszögjel meglétét! A két ideiglenesen beiktatott trimmert előzőleg állítsuk be 10, ill. 20 k Ω -ra! Ha nincs háromszögjel, úgy óvatosan változtassuk az R₃-at helyettesítő potméterrel! Ha megjelenik a háromszög alakú jel, akkor állítsuk azt maximális amplitúdójúra az R₄-et helyettesítő potméterrel! Ellenőrizzük a helyes működést a teljes tápfeszültségtartományban! A háromszögjel nem lehet vágott, torzítás, gerjedés nem lehet rajta. Ha szükséges, finomítsunk a trimmerek beállításán! Végül megmérve azok értékét, a legjobban megközelítő ellenállásokat forrasszuk be!

Ha nem rendelkezünk oszcilloszkóppal, úgy megteszi a DVM is. Ezt AC feszültségmérő állásba kapcsolva mérjük a háromszög „effektív” értékét, R₃ = 20 k Ω -os ellenállás mellett (Tapasztalataim szerint több IC-példányt mérve elegendő volt R₃ értékét kissé csökkenteni ahhoz, hogy a rezgés beinduljon.) 3,5 V-nál mintegy 350 mV, 18 V-nál 3,1 V mérhető.

Ha a PWM fokozat működéséről szeretnénk meggyőződni, akkor a motor helyébe egyelőre kössünk be egy 100 Ω /2 W-os ellenállást! A tápfeszültség 10 V-os értékénél IC/c kimenetén vizsgálhatjuk az impulzus kitöltésitényező-változását.

Ehhez a P₂-t zárjuk rövidre és P₁-et állítsuk! Ha ezt is rendben találjuk, akkor kössük be a motort (pl. a Triplexet) és P₂-t maximális ellenállású helyzetbe csavarva, a PWM-kimeneten figyeljük a jelet! A P₁-gyel beállítható a 10%-os impulzuskitöltési tényező, miközben megfigyelhető a motor fordulatszámának erőteljes csökkenése.

Ha a szabályozó jól működik, akkor a tengely fékezésekor a PWM-jel kitöltési tényezője megnő. Ha erősen fékezünk, akkor a jel/szünet arány elérheti a 80 ... 95%-ot is. Eközben a motor fordulatszáma állandó marad. Ugyanezt figyelhetjük meg játékmotor estén is, bár ezek fordulatszáma – a rendkívül rossz hatásfokuk miatt – terhelés-növekedésnél csökkenő jeleget mutat. A P₂ rövidre zárt állásában beállítható a teljes fordulatszám is.

A kis panel bárhova felszerelhető, akár a fűrógép tápegysége után is beiktatható vagy nagyobb méretű fűrógép esetében abba be is építhető. A szabályozó segítségével kiválaszthatjuk az adott munkához legmegfelelőbb fordulatszámot.

Weller®

Angyalföldről az
Angyalföldi útról



1134 Budapest,
Angyalföldi út 38.

Tel/Fax.: 340-8456 és 340-8476

C+F 10 éve a Weller® Kft.

magyar forgalmazója!

ISO által minősített kéziszer-
számok kis- és nagykereskedelme

Nagy Évkönyv-akció!

Az akcióban tehát
2-4-6... egyforma
vagy különböző
példányt lehet
vásárolni.

☒ 1374 Bp., Pf. 603.

A RÁDIÓTECHNIKA ÉVKÖNYVE

1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 kötetek közül

2 db most összesen 990 Ft-ért kapható.

1991...2000-ig, 10 db csak 4444 Ft

Személyesen a
szerkesztőségben,
Budapest XIII.
Dagály u. 11.
I. em. 130.
9-14 óráig
Tel./fax: 239-4932