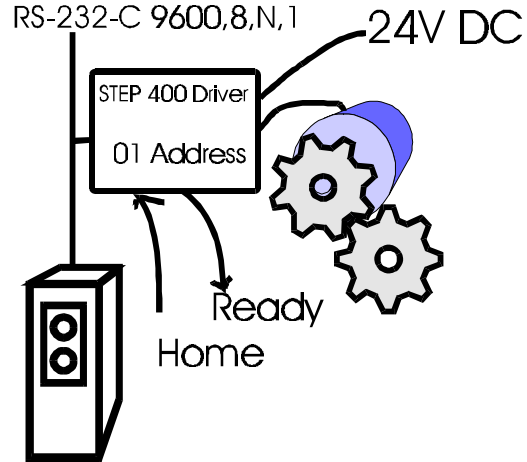


STEP-400 askelmoottorihjain

PROBYTE/Pekka Ritämäki

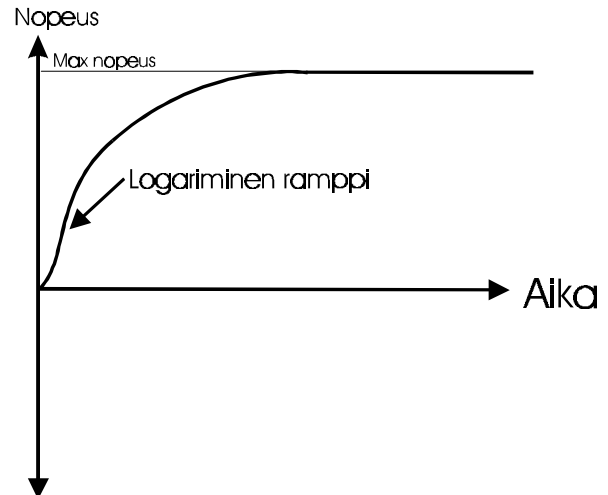
Yleistä

Askelmoottorihjain STEP-400 on tarkoitettu toimimaan älykkäänä ohjaimena ja tehoasteena PC:n tai ohjelmoitavan logiikan välillä hoitamaan askelmoottorin tarvitsemat kiihdytykset, jarrutukset ja referenssipisteeseen ajot itsenäisesti siten, että ylätason ohjain vapautuu heti käskyn antamisen jälkeen muihin tehtäviin. STEP-400:lla on myös itsenäinen toimintamuoto, joiden avulla voidaan tehdä kolme EEPROM-muistiin talletettua tehtävää ilman sarjaliikenteen apua. Näissä tapauksissa ei tarvita välttämättä lainkaan ohjelmoitavaa logiikkaa tai PC:tä. Useita ohjaimia voidaan kytkeä suoraan RS-232-linjaan, ohjaimien komentamisessa käytetään helppoa ASCII-väyläprotokollaa, joka sisältää laiteosoitteen. Laiteosoite voidaan valita 0-F nelinapaisella DIP-kytkimellä. Osoitteet 0-9,A-D on varattu sarjaliikenneosoitteeksi, E ja F ovat erikoiskäytössä (itsenäiset ajot).



Logaritminen ramppi

Askelmoottorin kiihdytys on tärkein asia askelmoottorin ohjauksessa. Käyttäjiltä saadun palautuksen perusteella on STEP-400 kehitetty uusi logaritminen ramppi. Tämä tarkoittaa sitä, että moottoria kiihdytetään aluksi enemmän ja rampin loppupuolella vähemmän. Tällä tavalla moottori saadaan hyvin nopeasti kiihdytettyä maksiminopeuteen. Aikaisemmin lineaarisella rampilla moottori liikkui aluksi hitaasti ja vasta myöhemmin pääsi oikeaan nopeuteen. Tämänlainen kiihdytys tuhlaa kallista moottorin liikeaikaa.



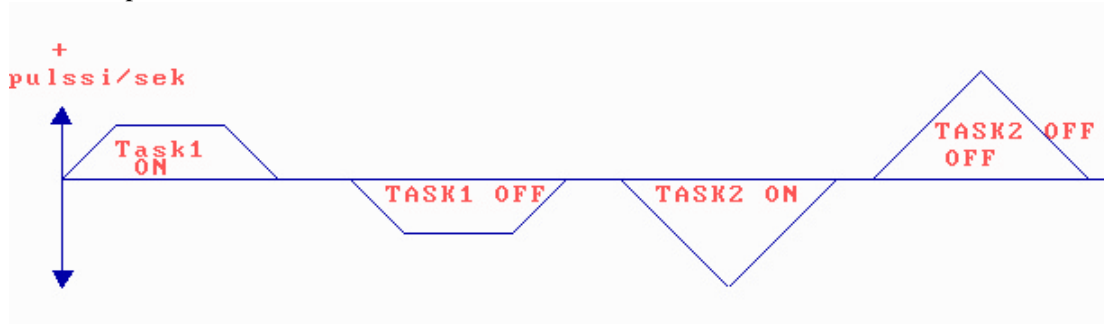
Antoliitännät

Ohjaimen tarvitaan vain käyttöjännite DC 12-24V ja liitäntä PC:n sarjaliikenteelle. STEP-400 antaa askelmoottorille nelijohtoisen liitännän. Se sopii myös kaikille kuusi- ja kahdeksan johtoosille moottoreille. Kun Enable-LED palaa moottorille annetaan uusia pulsseja. Yksi optoeristetty anto (READY) ilmoittaa silloin kun ohjain on valmiina ottamaan uusia tehtäviä. Opto johtaa pulssienannon aikana. Tällä annolla voidaan tarkkailla koska toiminta on tehty.

Toinen mahdollisuus on lähettää STEP-400:lle info sanoma (Mode 3), joka ei tee yhtään pulssia, vaan STEP-400 antaa ainoastaan vastauksen PC:lle. Ohjelmoitavalle logiikalle on kuitenkin helpompi tuoda esim. kahdeksan moottorin toimintasiinaalit ja katsoa yhtä digitaali-sanaa, kuin lähettää koko ajan sanomia kahdeksalle moottoriohjaimelle ja odotella niiltä vastauksia.

Itsenäinen ajo, toimintatapa 1 ja 2

Kaksi viimeistä osoitetta E ja F ovat varattu STEP400:n itsenäisille ajotoimintatavoille. Toiminnot valitaan käynnistyksessä osoitteiden perusteella. Jos kumpaakaan toimintatapaa ei ole valittu, toimitaan sarjaliikennetilassa. Joka tapauksessa laite aina antaa osoitteensa käynnistyksessä, josta voidaan päätellä toimintatapa.



Toimintatapa 1

Jos käynnistyksessä on valittu osoite E, moottori lähtee heti suorittamaan EEPROM-alueelle esiohjelmoitua tehtävää kolme. Moottori pysähtyy puoleksi sekunniksi ja palaa takaisin, pysähtyy puoleksi sekunniksi ja kääntää taas suuntaansa. Tätä toimintatapaa voi kuvata vaikka demoajoksi.

Toimintatapa 2

Jos osoitteeksi on valittu 'F'-osoite, moottori lähtee suorittamaan tehtävää yksi kun TASK1-signaali tai piirilevyllä oleva painonappi on 0V. Kun on taas 5V, moottori suorittaa saman tehtävän taaksepäin. Toinen tehtävä valitaan signaalilla TASK2. EPROM-alueella olevat tehtävät ovat kymmenen merkin pituisia ja täsmälleen saman muotoisia kuin sarjaliikennesanomassa, tosin ilman alkumerkkiä ja osoitetta.

EEPROM-data

Esimerkki prosessorin EEPROM-muistiin talletetusta datasta:

```
'0','1','0','0','C','8','0','F','2','5',
'1','2','0','1','9','0','F','1','3','0',
'1','2','0','F','A','0','F','F','3','8'
```

Tehtävämuistialueen selitys

Osoite	esim.	tehtävä	toiminta
0	'1'	TASK1	SUUNTA 1 tai 0

1	'0'	TASK1	MODE '0','1','2' tai '3'
2	'0'	TASK1	pulssit MSB '0'..'F'
3	'0'	TASK1	pulssit '0'..'F'
4	'C'	TASK1	pulssit '0'..'F'
5	'F'	TASK1	pulssit LSB '0'..'F'
6	'0'	TASK1	ramppipulssit hi '0'-'F' (*20)
7	'2'	TASK1	ramppipulssit lo '0'-'F' (*20)
8	'3'	TASK1	loppunopeuspulssit/s hi 0- F (*20) 20 *0x32= 1000 r/s
9	'2'	TASK1	loppunopeuspulssit/s hi 0- F (*20)
10	TASK2	samat asiat toiselle tehtävälle, seuraavaksi kolmas tehtävä	

Tehtävät tehdään vain järjestyksessä eli jos molemmat ohjaukset (TASK 1 ja 2) ovat päällä(=5V), tehdään ensin tehtävä 1, odotetaan kunnes TASK1 =0, palataan takaisin ja sitten tehdään tehtävä 2, odotetaan kunnes TASK2=0 ja palataan takaisin. Seuraavaksi katsotaan TASK1 tuloa, jos se ei ole päällä katsotaan TASK2 jne.

Sarjaliikenneperiaate

Toimintaperiaate smarTBus kenttäväylä. Se on ns. master/orja-periaate, jossa on yksi isäntä ja monta renkiä. Isäntä on joko PC tai ohjelmoitava logiikka. Esim. Omronilta ja Autologilta, joilta löytyy monenmoisia sarjaliikenneprotokollia.

STEP-400 toimii RS-232-mukaisilla signaaleilla, 9600 bps, 8, N, 1-parametreillä. Sarjaliitännässä tarvitaan vain kolme johtoa: TxD, RxD ja maa. Hyvä tapa vaatii suojatut kaapelit, jotta ei aiheutettaisi turhia häiriöitä tiedonsiirtolinjoihin. Kaikki laitteet voidaan kytkeä rinnakkain, STEP-400 ohjaimet ovat passiivisia (suuri-impedanssisia) kun niitä ei kutsuta. Jos useimmat laitteet ovat aseteltu samaan osoitteeseen, niin ne toimivat myös yhtä aikaa.

Käynnistyksessä jokainen laite katsoo oman osoitteensa DIP-kytkimeltä 0,1,2,3,4,5,6,7,9,A,B,C,D,E tai F ja lähettää pienen käynnistysanoman, joka sisältää laiteosoitteen esim. "PROBYTE 4.0 0=48", jossa 0 on laiteosoite (= 48 osoite desimaalisena). Tällä voidaan tarkistaa, että DIP-kytkimet ovat asetettu oikein ja laite on toimintakunnossa. STEP-400 vilauttaa käynnistettäessä myös ENBLE lediä, jolloin moottorista useimmiten kuuluu pieni ääni ja näin voidaan vaikka sormella todeta ohjaimen ja moottorin olevan kunnossa.

Tämän jälkeen STEP-400 jää odottamaan sanomaa isäntäkoneelta. Jokaiseen oikeaan sanomaan STEP-400 vastaa lyhyellä vastaussanomalla, ilmoittaen hyväksyneensä komennon. Vastaussanomassa on sanoman alkumerkki \$ ja laiteosoite esim. 1. Jos STEP-400 vastaa sanomaan, se on jo suorittanut toimintansa. Tämä voidaan tietysti tarkistaa myös tilaoptosta (READY), mutta käytettäessä pelkkää PC:tä ohjaukseen, voidaan tarkistus tehdä helpoimmin info-sanomalla.

Ohjaussanomat

Ohjaussanomien tarkoitus on antaa yksiselitteinen ja mahdollisimman lyhyt sanoma, jossa kerrotaan joka kerta kaikki asiat STEP-400:lle. Tätä samaa periaatetta olen soveltanut eräissä tärkeissä puolustusvoimien projekteissa. Tällä tavalla laitteeseen ei jää mahdollisia vääriä vanhoja tietoja

aikaisemmilta kerroilta.

Sanoman ASCII-merkeistä muodostettu 12-merkin merkkijono, jonka muoto on seuraava:

#ODMSSSSRLL

tarkoittaa sanoman alkumerkkiä

O on laiteosoite 0..9,A..F eli 16 laitetta voi olla samassa ohjauksessa.

D on moottorin suunta 1= oikealle ja 0= vasemmalle. Tosin suunta riippuu lopullisesta sovelluksesta. Lopullisen suunnan voi vaihtaa vielä askelmoottorin johtoja vaihtamalla.

RR on ramppipulssit*20 maksimi ramppipulssit 5100, käytännössä alue 1*20 .. 10*20 eli yksi kierros on riittävä useimmille kuormille.

LL on loppunopeus 20 pulssia/s maksimi $255*20=5100$ 1/s

M on toiminta tapa eli mode. Toimintatapoja on neljä

Mode 0 on referenssiin ajo, jossa ei tehdä kiihdytyksiä eikä jarrutuksia eikä välitetä pulssien määrästä vaan ajetaan annettua nopeutta valittuun suuntaan kunnes ulkopuolinen anturi tavoitetaan (24voltin PNP-tyyppinen optoeristetty anturi).

Mode1 on tavallinen ajo, jossa on kiihdytys, ajo ja jarrutusosuudet. Referenssianturista ei välitetä, jos sellainen tulee matkalla ohitettavaksi.

Mode 2 on muuten samanlainen, mutta jos tavataan referenssianturi, niin tehdään pysäytys loppurampin aikana vaikka ajo olisi vielä kesken. Tällä tavalla voidaan tehdä automaattinen virheenkorjaus, jos moottorin asento on jostakin syystä päässyt luistamaan.

Mode 3 on info toiminta, jolla saadaan osoite ja ohjelmanversionumero. Muut parametri voivat olla vaikka nollia.

Sanoman neljä seuraavaa merkkiä (SSSS) tarkoittaa askelten määrää, jonka ohjaimen pitää tehdä. Merkit voivat olla välillä 0000... FFFF eli HEXASCII-merkkejä, joiden maksimiarvo on 65335. Jos käytetään 200 askeleen moottoria, maksimiarvo tarkoittaa 326 kierrosta ja noin 5 minuutin aikaa.

Sanoman RR tarkoittavat kiihdytysrampin askeleita, jotka voivat olla välillä 00. FF eli 0.. 255 desimaalisina. Nämä arvot pitää vielä kertoa 20:llä. Ramppien tarkoituksenahan on kiihdyttää moottori ja kuorma vähitellen huippunopeuteen, jotta moottori ei pääsisi lipsumaan kiihdytyksen aikana. Jarrutus tehdään samalla tavoin, jotta kuorman ja moottorin inertia ei pääsisi liikkumaan omalla voimallaan. Koska ramppien määrää ei tarvitse määritellä aivan tarkasti, riittää ramppien määrä 20 kappaleen tarkkuudella aivan mainiosti käytännön tapauksiin. Samalla säästetään aikaa, joka kuluu sanoman antamiseen.

Käytännön tapauksissa tarvitaan harvoin yli kolmen kierroksen (600 ramppipulssia= $0x1E$) kiihdytyksiä. Jos suurempia tarvitaan, moottorin koko on valittu väärin. Ohjelmassa on huomioitu myös ramppien leikkaus eli jos rammit on määritetty suuremmaksi kuin puolet pulssien määrä, leikataan ramppien määrää siten, että alkuosa kiihdytetään kunnes loppunopeus on saavutettu ja aloitetaan heti taas jarrutusajo. Ramppipulssit lasketaan sisältyvän pulssien kokonaismäärään, joten niiden määrällä ei ole vaikutusta moottorin kulkemaan matkaan, mutta tietysti rammit vaikuttavat toiminta-aikaan. Sopiva ramppien määrä löytyy käytännön testauksilla. Ramppien käyttäminen ei kuitenkaan ole pahasta millekään askelmoottoritoiminnalle. Itse en ole sellaista vielä tavannut viimeiseen 40 vuoteen.

Viimeiset kaksi parametriä 00.. FF määrittelevät moottorin loppunopeustajuuden pulsseina sekunnissa kerrottuna 20. Maksiminopeus on siis $255*20=5100$ Hz, miniminopeus on 20Hz, Nollanopeus ei tee

mitään, vaan ohjain on heti käytettävissä seuraavan käskyyn. Sama vaikutus on nollapulssien lukumäärällä.

Ohjauksen vasteaika

Ohjaus on suunniteltu mahdollisimman nopeaan toimintaan, siksi edellä on ramppipulssien ja loppunopeus alueet valittu käytännön toiminta-ajoille. Käskyihin kuluu $12 \times 1/9600$ sekuntia eli noin 12 ms. Ohjaus alkaa välittömästi ($< 0.1\text{ms}$), sillä jopa suuremmalla 5100 Hz:n nopeudella pystytään laskemaan kaikki tarvittavat parametrit jokaiselle pulssille erikseen. Tarvittaessa kaikki asiat voidaan kaksinkertaistaa (16MHz kellolla) nopeuden suhteen eli käyttää 19200 bps sarjaliikenne nopeutta ja kaikki toiminnot tapahtuvat puolta nopeammin. Tällöin Step400:lla päästään 10200 Hz askelnopeuteen.

Käyttöjännite ja virta

STEP-400 tarvitsee toimiakseen 12 -24V jännitettä ja noin 50mA virtaa ilman askelmoottoria. Laitteen sisäinen jänniteregulaattori alentaa jännitteen prosessorille 5V. Useimmille moottoreille sopii 12 tai 24 voltin jännite

Kytkeä

Katso kuvaa 20001019 (STEP-400 liitosohje). Ohjaus PC:lle tai logiikalle tehdään nauhakaapelilla ja moottoriohjaus ja käyttöjännite 5.08 mm ruuviliittimillä. Jos PC:n liitäntä ei ole kytketty, liitä D9-liittimen vastaliitin joka oikosulkee lähetyksen (3) maihin (5), jotta suuri-impedanssillassa olevat prosessorit eivät saisi turhia staattisia varauksia muilta laitteilta.

Tyypillisiä ohjaukomentoja ja laitteen testaus

Käytä esim. Terminal tai PROCOMM-sarjaliikenneohjelmaa ja sen makrokomentoja. Valitse ensin oikea portti ja sitten tee makroja. Tee makro (1) #10100C80222 (laiteosoite =1, suunta vasemmalle, mode=1 eli normaali kiihdytysajo, 00C8 (Hex) = 200 pulssia, $2 \times 20 = 400$ ramppipulssia ja nopeus $22 \times 20 = 440$ 1/r. Koska rammit ovat suuremmat kuin pulssit eli 100, ohjelma leikkaa rampeja siten, että alkuosan 100 pulssin aikana kiihdytetään ja loppuosan aikana jarrutetaan. Nopeus lähtee 20 Hz:stä ja on suurimmillaan 440 Hz.

Kysymyksiä ja vastauksia

Kysymys #1: Moottori ei liiku, se vain jurnuttaa edestakaisin.

Vastaus #1: Moottorin liitäntäjohdot ovat väärin kytketyt, mittaa, että A!/A ja B!/B käämeillä on galvaaninen yhteys A->!A ja B->!B.

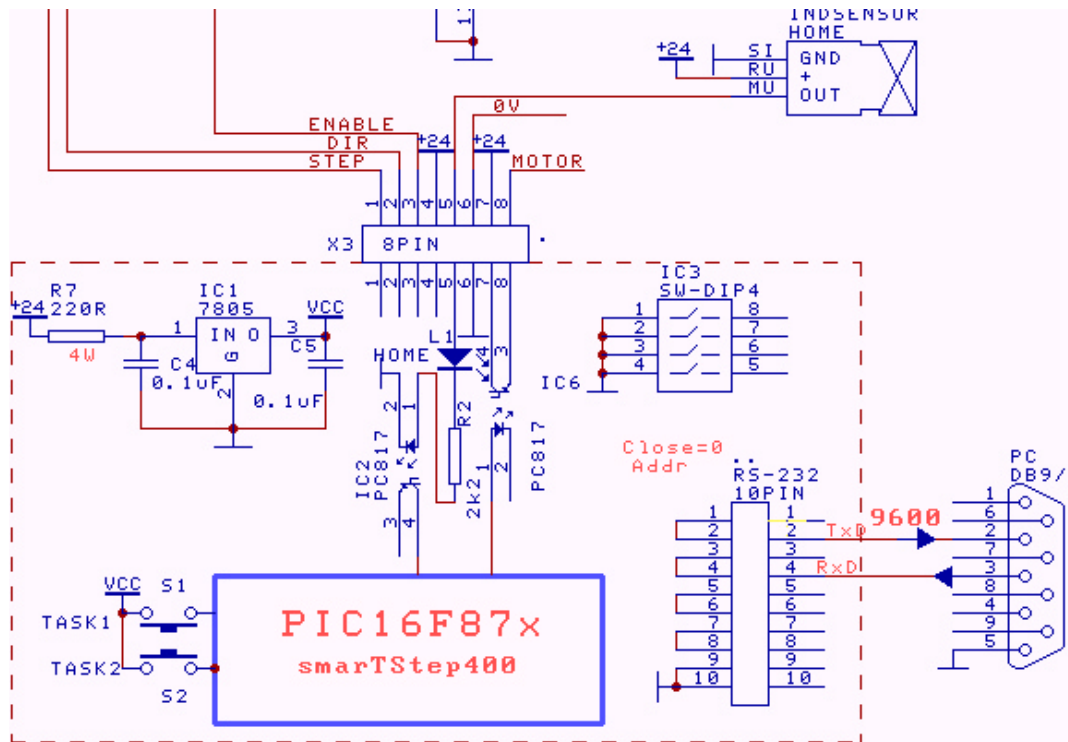
Kysymys #2: Ohjaimen ramppi ei toimi oikein, moottori toimii huonosti

Vastaus #2: Ramppi on huolellisesti suunniteltu ja mitattu, mutta säätömahdollisuudet ovat niin laajat, että käyttäjällä saattaa olla aluksi vaikeuksia säätää monia asioita yhtäaikaan.

Tee näin: kytke oikea kuorma moottoriisi. Aseta ramppi 00 ja tee kaksi merkkijonoa, jota voit helposti antaa esim. Terminal.exe ohjelmalla. Nosta nopeutta kunnes moottori ei enää pysty liikkumaan. Lisää rappia kunnes moottori toimii jälleen. Nosta nopeutta ja lisää ramppia yksi kerrallaan. Kun maksimi nopeus ja minimi ramppi on löytynyt, tiedät, että tällä moottorilla et pääse tätä nopeampaa! Nosta käyttöjännitettä aina 35 volttiin saakka, niin saat lisää nopeutta. Katso, että virta riittää tehollähteessä.

Kysymys #3: Moottori ei toimi kaikilla nopeuksilla, onko ohjain rikki?

Vastaus #3: Mekaanisilla laitteilla on resonanssi kuten sähköisilläkin. Laita vaihteisto, jotta saat taajuuden erilaiseksi ja resonanssin pois tai käytä mikroaskelohjainta.



Yhteystiedot

Pekka Ritamäki

PROBYTE OY, Nirvankatu 31, 33820 Tampere,
puh 03-2661885

