



Hastighedsregulering af modeltog med pulsbreddemodulation

Jesper Fogh Bang

www.digitaltog.dk
Nordbanen Hobby

Jesper Fogh Bang
Hastighedsregulering af modeltog med pulsbreddemodulation

ISBN 978-87-92379-00-9
© 2008 Nordbanen Hobby og Jesper Fogh Bang

Tekst: Jesper Fogh Bang
Illustrationer: Jesper Fogh Bang

Udgivet af Nordbanen Hobby
Kirke Værløsevej 73
3500 Værløse

Ekspedition: Nordbanen Hobby
Kirke Værløsevej 73
3500 Værløse
+45 4448 5204

Gengivelse af indholdet er ikke tilladt, med mindre der foreligger skriftlig tilladelse fra Nordbanen Hobby eller forfatteren.

www.digitaltog.dk

Indhold

Indhold	3
Indledning	5
PWM modulatoren	5
Styrepult	5
Konstant belysning	6
Indstilling af systemet	6
Strømforsyning	6
Fordele ved PWM	7
Specielle forhold ved PWM	7
Forhold ved 3-skinne drift	7
Nogle praktiske råd og ideer	7
Kilder	8
Principdiagram	9

Indledning

Pulsbredestyring og pulsbreddemodulation (PWM) har været brugt i mange år til hastighedsregulering af både AC og DC motorer helt op i MW klassen (kraftværker, skibe og tog m.m.).

Systemet er også velegnet til modeltog, og det er særdeles simpelt og billigt sammenlignet med de kommercielle digitalstyringer. Især ved langsom kørsel er der store fordele ved pulsbredestyring. Både 2-skinne (normalt DC) og 3-skinne (normalt AC) tog kan køre med det beskrevne system.

De senere år er det også blevet almindeligt med PWM i forbindelse med modelfly med trefasede AC motorer (de såkaldte børsteløse motorer), der styres af en lille inverter (DC/AC modulator). Det kommer måske også ind i modeltogsverdenen en skønne dag.

PWM modulatoren

Systemet er bygget op omkring et lille byggesæt fra Velleman, type K8004 [1], som koster kr 149 hos Vejle RC [2]. Der medfølger en udførlig byggevejledning, så det skulle være muligt at samle for de fleste med en lille loddekolbe og lidt flair for elektronik.

PWM modulatoren omdanner en fast jævnspænding til firkantpulser med et variabelt puls-pause forhold. Den tilsluttede motor danner selv en middelværdispænding til kørespænding ud fra det aktuelle puls-pause forhold. Udgangen er kortslutningsbeskyttet og kan trække op til 6,5A.

Pulsudgangen kan styres med en variabel spænding fra en 5V referencespænding på printkortet. Det er således nemt at lave langsom start/stop ved hjælp af et eksternt RC-led. Alternativt kan der benyttes en fremmed styrespænding mellem 0-5V. Styrespændingen kan samtidigt bruges til styring af et lydmodul.

Styrepult

Styrepulten kan indrettes med følgende komponenter efter behov:

- PWM modul
- potentiometer for hastighed
- afbryder for stop-kør (spænding på sporet og evt. lys i toget)
- omskifter for tomgang-kør-brems
- evt. separat afbryder for bremse
- kondensator og modstand for langsom start/stop funktion
- polvender eller tryk for retningsomskifter

6

Såfremt der er behov for forskellige ramper for hhv. acceleration og bremsning, skal der bruges to modstande og to dioder i RC-leddet. Der er flere eksempler herpå i [3].

Hastighedspotentiometeret kan alternativt erstattes med en drejomskefter på 6 til 12 stillinger samt et tilsvarende antal modstande, hvis der ønskes faste klik-stillinger i stedet.

Konstant belysning

Der er mulighed for at have (næsten) konstant lys i toget, hvis der indbygges en ensretterbro og en kondensator i hver vogn. Den ensrettede og udglattede pulsspænding vil være rimeligt konstant hen over et meget bredt puls-pause område og dermed give en relativt konstant belysning, så længe der er spænding på sporet. Feinschmeckerne kan evt. indbygge en lille konstantspændings-IC på f.eks. 15V [2].

Ved meget lavt puls-pause forhold vil motoren stå og knurre uden at køre samtidig med, at der er lys i vognene. Der går relativt store spidsstrømme i ensretterbroen, fordi ladetiden i hver puls er kort, og ensretteren bør derfor ikke vælges for lille.

Indstilling af systemet

Der er 3 indstillinger på PWM enheden, minimum udgangsspænding, maximum udgangsspænding (middelværdi) samt pulsfrekvens. Den laveste frekvensindstilling på ca. 100 Hz bør vælges for at minimere tab i motorer og dioder. Se evt. [3].

Minimum spænding stilles, så toget lige præcis ikke kører, når bremsen er slået til, og maximum spænding stilles, så toget har den ønskede hastighed ved fuld styrespænding.

Strømforsyning

PWM systemet skal forsynes med en jævnspænding mellem 8 og 35V. En passende spænding til drift af togets motor vil normalt være mellem 18-24V. Hvis der samtidig benyttes konstant lys i toget, bør spændingen tilpasses behovet for belysningen. Alternativt kan spændingen dæmpes lokalt i hver vogn med ekstra dioder, såfremt der kræves højere spænding til motoren.

Ved kørsel med flere tog ad gangen efter Z-metoden [4] bør der vælges en separat transformer til hver PWM enhed eller én transformer med to adskilte sekundærkredse.

Fordele ved PWM

Fordelen ved PWM i stedet for en analog, variabel spænding mellem 0-16V ligger i, at motoren ved PWM hele tiden ser den fulde spænding fra pulserne. Det slår bedre igennem i urene skinner især ved kørsel med lav hastighed.

Især havebaner burde have glæde af systemet, og her kan der med fordel benyttes en relativt høj spænding samt evt. dæmpning med dioder i lokomotivet.

Et hjemmelavet PWM system er meget billigt sammenlignet med et kommercielt, digitalt system.

Man kan selv indrette sin styrepult efter behov med gashåndtag og bremse m.m.

Man skal ikke fumle med indtastning af adresser og lignende for at få et tog til at køre.

Specielle forhold ved PWM

Man skal være opmærksom på evt. forhøjet varmetab i motorerne.

Systemet er normalt ikke velegnet i forbindelse med klokkeankermotorer (Faulhaber).

Banen skal opdeles elektrisk i sektioner, hvor der kun kan køre ét tog ad gangen ligesom ved analog drift [4].

Forhold ved 3-skinne drift

PWM systemet er lige velegnet til drift af jævnstrømsmotorer (med permanente feltmagneter) og vekselstrømsmotorer, som i modeltogsverdenen er ensbetydende med universalmotorer, der bl.a. kendes fra håndværktøj m.m.

Ved PWM drift i forbindelse med 3-skinne systemer skal der enten indbygges en omskifter med overspændingpuls i styrepulten til aktivering af retningsomskifteren i lokomotivet, eller motoren i toget skal modificeres med 2 eller 4 dioder efter behov. Alle 3 metoder er beskrevet i [3].

Nogle praktiske råd og ideer

Hvis PWM enheden belastes så hårdt, at kølepladen bliver meget varm, kan man montere en lille 12V ventilator f.eks fra en kasseret PC.

Drosselspolen i serie med udgangen er ikke strengt nødvendig, men den runder de firkantede pulser lidt af og fjerner derved den snerrende lyd fra motoren. Det kan være en luftspole [2] til et højttalerdelefilter. Vælg en spole med så lav indre modstand som muligt.

Hvis man ikke har adgang til en "rigtig" frekvenstæller, er det værd at huske, at visse endda billige digitalmultimetre har en indbygget frekvenstællerfunktion, som er udmærket til formålet [2].

8

Hvis der benyttes konstant lys i toget, vil der afsættes unødigt varme i motoren, når den står og knurrer uden at køre ved lavt puls-pause forhold. Det kan evt. forbedres ved indbygning af to anti-parallele dioder i serie med motoren. Hermed hæves minimumsbehovet for kørespænding til motoren, så det er nemmere at få lys i systemet, uden at toget behøver at køre.

Selv om PWM enheden har indbygget kortslutningsbeskyttelse, kan det i visse tilfælde være praktisk med en ekstra beskyttelse. En simpel og billig kortslutningsbeskyttelse kan laves med en stor 12V pære i serie med udgangen fra strømforsyningen. Ved normal belastning vil der ikke være noget spændingstab af betydning over pæren. Ved kortslutning vil pæren lyse (varme) og dermed beskytte det efterfølgende udstyr. Hvis der benyttes autopærer, bør det være den gamle type (ikke halogen), som kan tåle, at man berører glasset. Alternativt findes der et stort udvalg af 12V pærer med E14 og E27 fatninger i tilbehørsafdelingen hos campingforhandlerne.

Kilder

[1] www.velleman.be - producent af PWM byggesæt

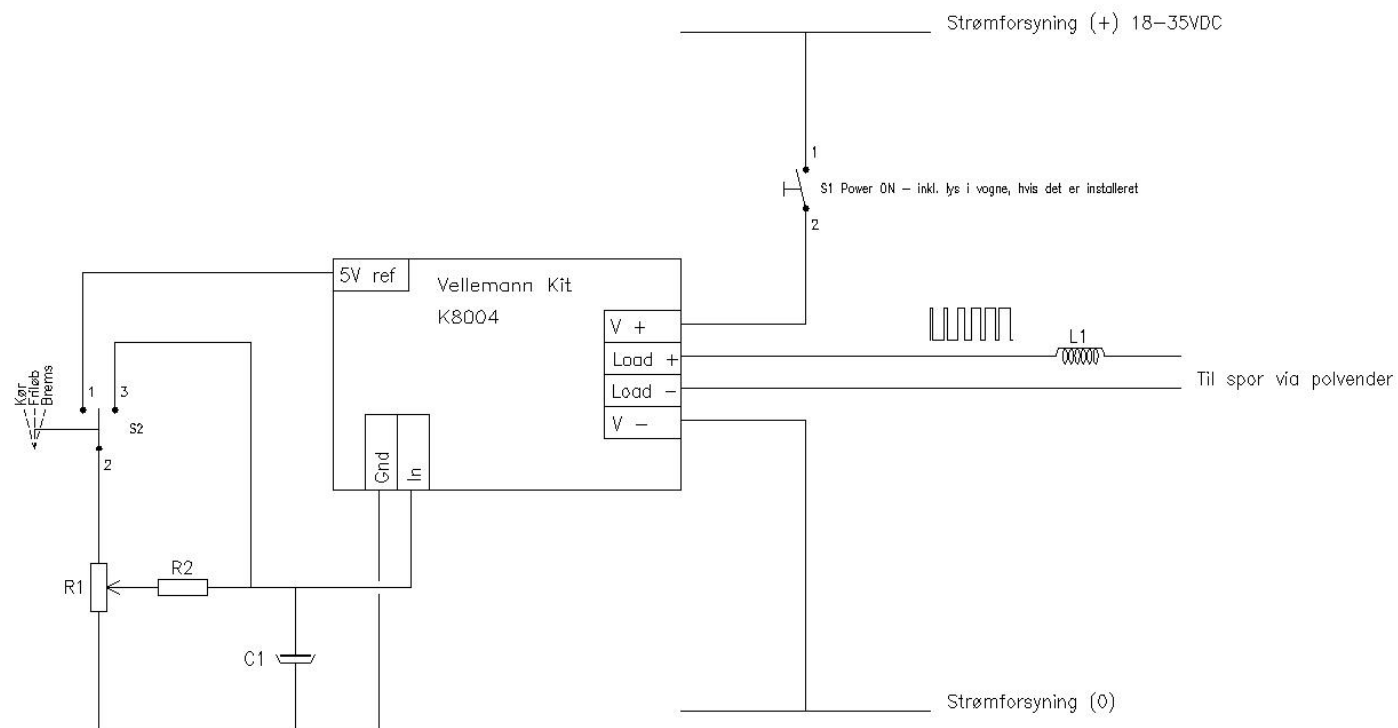
[2] www.vejle-rc.dk - leverandør af PWM byggesæt og øvrige komponenter

[3] www.bibliotek.dk - 69.65 Jürgen Köhler, *Elektronik & Modellbahn* – bind 3 (tysksproget)

[4] www.bibliotek.dk - 69.65 Niels-Folke Vallin, *Modeljernbane, Anlæg og styring (Z-metoden)*

[5] www.bibliotek.dk - 69.65 Burkhard Oerttel, *Modellbahn Electrotechnik* – bind 3 (tysksproget)

Principdiagram



- S2 : 3-stillinger, evt. moment i stilling 3
 R1 : Potentiometer 10–22 kOhm LIN
 R2 : Modstand 10–15 kOhm
 C1 : Elektrolyt 470–1000 uF / 16V eller mere
 L1 : Drosselspole 1–5 mH

R1 alternativ : Drejeomskifter med 12 stillinger med 1 kOhm modstande i serie

PWM - pulsbreddemodulation til modeltog

Jesper Fogh Bang
 22.04.2008 / ver 3

Filnavn: Pulsbredestyring
Bibliotek: C:\Data\Digitalvejledninger\PWM (Pulsbredestyring)
Skabelon: C:\Users\Peter\AppData\Roaming\Microsoft\Skabeloner\Normal.dot
Titel: Hastighedsregulering af modeltog med pulsbreddemodulation
Emne: Pulsbredestyring
Forfatter: Jesper Fogh Bang
Nøgleord: modeltog, modeljernbane, pulsbredestyring, pulsbreddemodulation, elektronik
Kommentarer:
Oprettelsesdato: 28-04-2008 22:48:00
Versionsnummer: 10
Senest gemt: 29-04-2008 21:06:00
Senest gemt af: Peter
Redigeringstid: 28 minutter
Senest udskrevet: 29-04-2008 22:30:00
Ved seneste fulde udskrift
Sider: 10
Ord: 1.460 (ca.)
Tegn: 8.151 (ca.)