

## Overvejelser jævn bevægelse af vejbm

Oprettet d. 3. april 2022  
 Rettet d. 3. april 2022

I forløbet med at udvikle en overkørsel til modeljernbane, er der udtrykt ønske om at vejbm bevæger sig jævnt. Den servomotor der trækker vejbm, drejer akslen i diskrete trin og ikke kontinuert. Denne note fremlægger overvejelser om den software algoritme, der kan give den mest jævne bevægelse.

### Hvordan opfatter man bevægelse som jævn

Det menneskelige øje har behov for tid til at opfatte en bevægelse. I TV teknologi er sat 50Hz som minimum dvs. 50 billeder per sekund.

En anden parameter er hvor lille en bevægelse øjet kan opfatte. Det vides ikke om der er en standard for dette. Erfaringer fra værkstedet viser at 1mm forskel er på grænsen. Tilsvarende er  $1^\circ$  forskel svær at se afhængig af længden af det objekt der bliver drejet.

### Tekniske begrænsninger

En servomotor styret med pulsbreddemodulation drejer akslen i diskrete trin. Servomotor har et maksimalt område for drejningsvinkel.

Pulsbreddemodulation har per standard 20msek periodetid. Det vil sige drejningsvinkel kan maksimalt blive opdateret 50 gange i sekundet.

Arduino styrer pulsbredde med et heltal på 1µsek som mindste værdi.

Det program der styrer overkørsel, bruger polling med en periodetid på 5msek. Og er dermed hurtig nok til at styre servomotor.

Den tid arduino kan indstilles til en bomnedlunkning eller -oplukning skal tilpasses et heltal for servomotorens periodetid.

### SODB bestemmelser

Overkørsel til modelbane tænkes at overholde SODB for overkørsler. Ifølge de regler må en bomnedlukning vare 16sek.

### Servomotor

Servomotor ESU 51804 tænkes brugt til at trække vejbm.

Pulsbredde: 600 – 2300µsek.

Vinkeldrejning: 0 –  $180^\circ$ .

Drejning vinkel/pulsbredde:  $0,106^\circ/\mu\text{sek}$ .

Drejning pulsbredde/vinkel:  $9,44\mu\text{sek}/^\circ$ .

### Nuværende algoritme

I den nuværende algoritme indbygget i arduino, antages det at den mindste bevægelse der kan ses er  $1^\circ$ .

Bom bevæges  $90^\circ$  på ca. 16sek.

Servomotor cyklus =  $16000/90 = 178\text{msek/grad}$ .

Tid for bevægelse af bom er indstillet til = 15300msek.

Tid per grad =  $15300/90 = 170\text{msek}$ .

Det passer ikke med en periodetid på 20msek.

Resultat: Man kan se at bom flytter sig i trin.

### Alternativ 1. Hurtig sampling

En mere jævn bevægelse kan måske opnås ved at steppe motoren så hurtigt som pulsbreddemodulationen giver mulighed for det, for hver 20msek.

Bom bevæges  $90^\circ$  på ca. 16sek.

Antal servomotor cyklus =  $16000/20 = 800$ .

Interval for pulsbredde =  $(2300-600)*90/180 = 850\mu\text{sek}$ .

Delta pulsbredde per servomotor cyklus =  $850/800 = 1,06\mu\text{sek/cyklus}$ .

Men pulsbredde skal sættes til et heltal.

Bliver pulsbredde ændret  $1\mu\text{sek}$  per servomotor cyklus, går der 850 cyklus svarende til 17sekunder. Der er for lang tid.

Bliver pulsbredde ændret  $2\mu\text{sek}$  per servomotor cyklus, går der  $850/2$  cyklus svarende til 9,5sekunder. Der er for kort tid.

Konklusion: Denne algoritme leverer ikke det ønskede resultat.

### Alternativ 2. Hurtig sampling og gearing

En mere jævn bevægelse kan måske opnås ved at steppe motoren så hurtigt som pulsbreddemodulationen giver mulighed for det, for hver 20msek. Dernæst koble vejrbom til motor med et mekanisk gear, så vinkelområde bliver større.

Antal servomotor cyklus =  $16000/20 = 800$ .

Bliver pulsbredde ændret  $2\mu\text{sek}$  per servomotor cyklus, bliver interval for pulsbredde =  $2*800 = 1600\mu\text{sek}$ .

Interval for vinkel =  $1600*0,106^\circ/\mu\text{sek} = 170^\circ$ . Hvilket er indenfor motorens interval på  $180^\circ$ .

Konklusion: Denne algoritme kan være mulig, hvis det tilsvarende mekaniske gear kan realiseres.

### Alternativ 3. Realtals tilpasning

En mere jævn bevægelse kan måske opnås ved at steppe motoren så hurtigt som pulsbreddemodulationen giver mulighed for det, for hver 20msek. Pulsbredde beregnes med et reelt tal og konverteres til heltal.

Bom bevæges  $90^\circ$  på ca. 16sek.

Antal servomotor cyklus =  $16000/20 = 800$ .

Interval for pulsbredde =  $(2300-600)*90/180 = 850\mu\text{sek}$ .

Delta pulsbredde per servomotor cyklus =  $850/800 = 1,06\mu\text{sek/cyklus}$ .

Det reelle tal konverteres enten via nedrunding, trunkering eller via oprunding. Der er en round makro i arduino.h.

Ved konvertering bliver delta pulsbredde lidt forskellig fra periode til periode.

Konklusion: Denne algoritme kan være mulig. Bevægelsen bliver ikke helt jævn. Praksis må vise om små ryk i bevægelsen kan ses.

### Den videre udvikling

Der er i denne note givet et oplæg til videre udvikling af algoritme i driver til servomotor. Der er endnu ingen konklusion.