



Matte oblig

Tittel: Implementasjon av enkodere

Forfattere: Herman Green Dahle

Versjon: 1.0

Dato: 09.04.2024

Innhold

1	Problembeskrivelse	1
2	Prinsipiell løsning	2
3	Realisering og test	3
4	Konklusjon	5
	Referanser	6
A	Tillegg	6

1 Problembeskrivelse

Det er behov for å kunne benytte enkodere for å måle stillingsgang hos Revolve NTNU. Tidligere har linærepotensiometere vært brukt, noe som har vært et ønske å gå bort ifra. Å anvende en enkoder for å måle stillingen til mekaniske deler har flere fordeler, som sett i figur 1. Valget av en digital enkoder skyldes, støyrobustheten til et digitalt signal, samt lite mekanisk slitasje ettersom posisjonen til enkoderen er gitt av et roterende magnetfelt hvor det ikke er mekanisk kontakt mellom deler. En digital enkoder ble valgt fremfor en analog av liknende type ettersom digitale signaler er mer støyrobust, som er en viktig faktor i en bil full av elektronikk som kan påvirke signalet gjennom elektromagnetisk støy. I tillegg er de nye enkoderene ca 6000kr billigere per sensor enn den tidligere løsningen.

I konkurransen som Revolve NTNU deltat i må en forholde seg til alle reglene gitt av konkurransen for å delta og kjøre. Ved å implementere digitale sensorer for å måle stillingsgangen til gasspedalen i bilen blir det noe regelletterelser. Som følge av T 11.8.5 må to sensorer benyttes for å måle gasspedalen, men ved bruk av digitale sensorer trenger ikke disse sensorene lenger å gi ut forskjellig data for den samme stillingen. Regel T 11.8.6 som vist i figur 2. [1]

	Encoder analog output	Encoder digital output	R23 Solution: Linpots
Noise	Vulnerable	Robust	Analog = exposed to noise
Integration	Plug and play	Need digital slave	Little changes
Cost (each)	Ca 1000kr	Ca 1000kr	Ca 7000kr
Durability	Equal	Equal	Higher wear & tear

Figur 1: Valgmatrise for valg av sensor

T11.8.5	At least two separate sensors must be used as APPSs. The sensors may share the housing.
T11.8.6	If analog sensors are used, they must have different, non-intersecting transfer functions. A short circuit between the signal lines must always result in an implausibility according to T11.8.9.

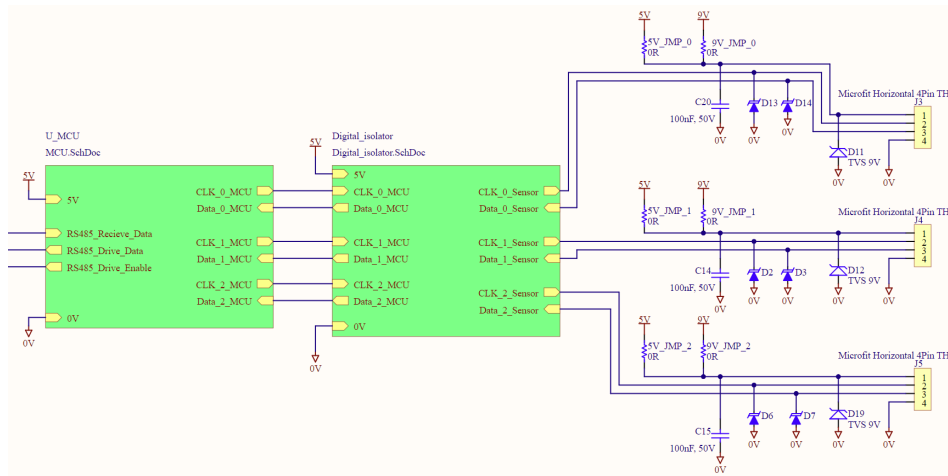
Figur 2: Regler fra FSG for gasspedal

2 Prinsipiell løsning

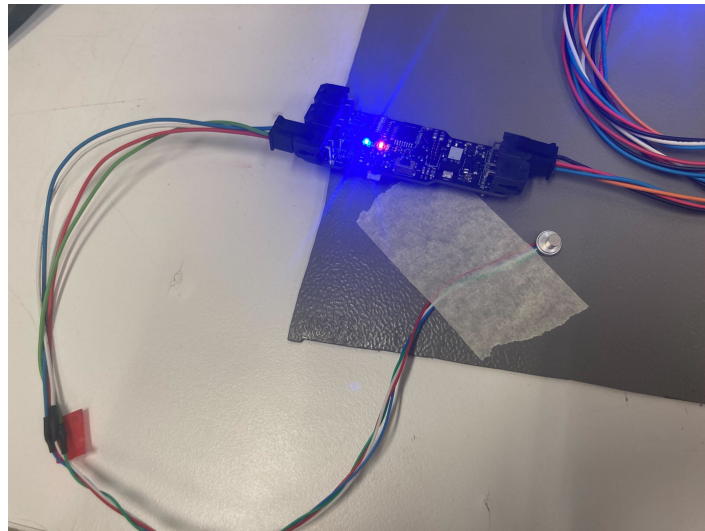
Det benyttes en digital absolutt enkoder av typen RM08SD0012B02L2G00. Enkoderen har en oppløsning på 12-bit, 4096 stillinger pr rotasjon. Enkoder typen kommer i mange varianter som bruker ulike kommunikasjons protokoller, men for dette systemet er protokollen SSI valgt. Kretskortet som er koblet enkoderen og som skal innhente data benytter en mikrokontroller av typen SAM C21E. Valget av protokollen til sensoren er grunnet at mikrokontrolleren har et innebygd SPI kommunikasjonsperiferal. SPI består av fire datasignaler; CLK, MISO, MOSI, CS. Dette periferaleet kan forenkles til SSI (Synchronous Serial Interface), som består av et klokkesignal til sensoren, og ett datasignal fra enkoderen tilbake til kretskortet. I praksis betyr det få kabler som må legges i bilen, men også god signal intergritet ettersom signalet er digitalt og ikke analogt.

3 Realisering og test

For å motta data sender mikrokontrolleren ut et klokkesignal på 1MHz . Når enkoderen mottar klokkesignalet, oppdateres posisjonen til enkoderen ved å sende signalet som en 12 bit bitstrøm med høyest signifikant bit først. For å forhindre at potensielle overspenninger fra enkoderen påvirker mikrokontrolleren sendes både CLK og Data signalene gjennom en digital isolator. Digitalisatoren har til hensikt å opptre som en isolasjon for å forhindre støy og skader fra høye spenninger mellom inn- og utgang. Tilslutt når dataen fra enkoderen mikrokontrolleren hvor dataen sendes videre ut i bil, hvor verdien blir prosessert. Signalgangen mellom mikrokontrolleren og digital isolatoren videre ut til enkoderene er som vist i figur 3



Figur 3: Oppbygging av kretskort, MCU til enkoder

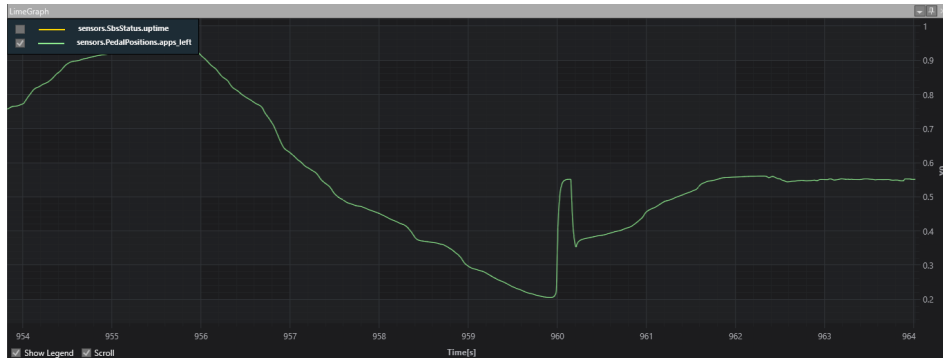


Figur 4: Enkoder verdier 0-1

I figur 4 er den oppkoblede kretsen med kretskortet med mikrokontroller og digital isolator koblet til en enkoder.

For å representere stillingsgangen for gasspedalen benyttes det verdier fra 0 – 1 for å fremstille prosentvis stillingsgang. Bakgrunnen for dette er å oppnå høyere oppløsning hvor 4095 posisjoner for enkoderen blir tilegnet for verdier mellom 0 og 1. Ettersom enkoderen gir ut posisjon i fra 0 – 4095 er det behov for å omgjøre data til prosent. Dette kan gjøres som i likning 1. Hvor 4095 er oppløsningne til et 12 bits tall.

$$Data_{out} = \frac{Data_{in}}{4095} \quad (1)$$



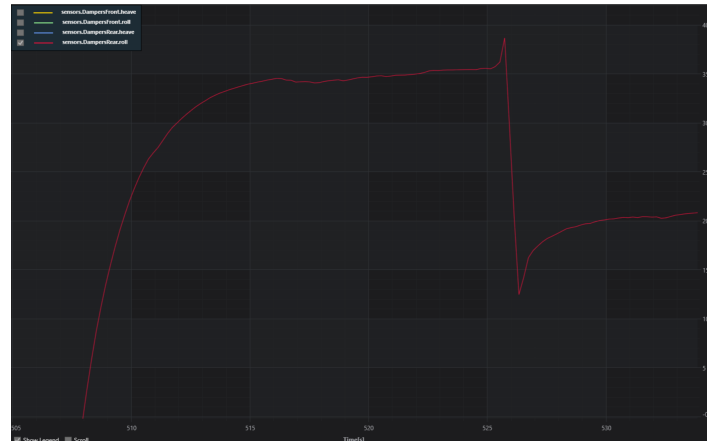
Figur 5: Enkoder verdier for gasspedal i Analyze

I figur 5 er data fra enkoderen vist i Revolve NTNU sitt utviklingsverktøy Analyze, hvor data er lest fra enkoderen er fra 0 – 1.

Etter at implementasjonen av enkoderne ga gode resultater for pedalposisjonen, ble løsningen også implementert for måling av dempersystemet. For dempersystemet er det ønskeig å sende vinkelen til enkoderen fra nullpunktet. For demperene benyttes en egen transførfunksjon for å oppnå vinkelen. Dette blir gjort i likning 2 hvor data inn blir ganget med forholdet mellom en hel rotasjon i grader og antall steg på en rotasjon. Denne løsningen gir en oppløsning på 11.375 stillinger pr grad da inkrementer på 0.088° .

$$Data_{out} = Data_{in} \cdot \frac{360}{4095} \quad (2)$$

I figur 6 er målinger fra en enkoder til demper plottet. Med tid langs x-aksen og vinkel i grader langs y-aksen.



Figur 6: Enkoder verdier for dempermåling i Analyze, 0-360 grader

De to potensiometerne som ble erstattet for pedalposisjonsutlesningen, veide $24g$ per sensor. I motsetning veier enkoderen med magnet kun $1.85g$. Denne enkoderløsningen resulterte i en vektreduksjon på $44.3g$. For dempersystemet ble totalt 4 linærpotensiometere benyttet, hver med en vekt på $33g$. Ved å erstatte samtlige potensiometere med enkodere, ble vekten for dempersystemet redusert med $124.6g$. Totalt sett resulterte byttet av alle potensiometere med enkodere i en vektreduksjon på $168.9g$.

4 Konklusjon

Utskiftning fra linærepotensiometere til enkodere antyder til å fungere godt i og med at dataen til enkoderen oppfører seg som ønsket og forventet. Revolve som organisasjon vil spare ca $6000kr$ pr sensor med utskiftningen. I tillegg ettersom enkoderene ikke utsettes for like mye slitasje vildet antakeligvis ikke være behov for hyppige utskiftninger. Videre vil implementasjonen spare $168.9g$ Løsningen har ikke blitt testet under konkurranse enda, men gjennom årets konkurransesesong vil gi en bedre indikasjon på om løsningen fungerer optimalt og eventuelt hvilke forbedringer som må gjøres.

Referanser

- [1] Formula Student Germany, *Formula Student Rules 2024*, version 1.1, 2024, https://www.formulastudent.de/fileadmin/user_upload/all/2024/rules/FS-Rules_2024_v1.1.pdf

A Tillegg

Datablad enkoder: RM08SD0012B02L2G00

<https://www.rls.si/eng/fileuploader/download/download/?d=1&id=28&title=Data+sheet%3A+RM08+super+small+non-contact+rotary+encoder+%28RM08D01%29>

Datablad SAM C21E:

https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/SAMC20_C21_%20Family_Data_%20Sheet_DS60001479D.pdf