



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

BACHELOROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Automatisering og elektronikkdesign	Vårsemesteret, 2022 Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Stian Fossan <i>Stian Fossan</i> (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Veileder(e): Sven Ole Aase	
Tittel på bacheloroppgaven: Styring av strekktestbenk	
Engelsk tittel: Control of tensile test bench	
Studiepoeng: 20sp	
Emneord: Lastcelle, strekkklapp, hydraulikk, PLS	Sidetall: ...38..... + vedlegg/annet: ...34... Nykmark, 14.mai 2022 dato/år

ELEBAC Bacheloroppgave i automatisering og elektronikkdesign

Rapport

Styring av strekktestbenk

Av

Stian Fossan

Veileder

Sven Ole Aase

Rapport levert: 15.mai 2022

INSTITUTT FOR DATA- OG ELEKTROTEKNOLOGI
UNIVERSITETET I STAVANGER



Sammendrag

Det er i denne oppgaven konstruert og programmert en automatisert strekktestbenk. Strekktestbenken brukes til å kontrollere, teste, verifisere eller kalibrere ulike typer løfteutstyr. Strekktestbenken styres av en Siemens LOGO PLS. En hydraulikkpumpe leverer en oljestrøm til et stempel som gir strekkraften til systemet. Strekklasten til systemet måles av en lastcelle.

Testing og verifisering viser at strekktestbenken ikke har den ønskede nøyaktigheten på måling av strekklasten. Innreguleringen av strekklasten er heller ikke tilfredsstillende.

Resultatene og diskusjonen viser videre at det er et godt grunnlag for å kunne få til en bedre nøyaktighet på strekklasten ved å skifte lastcelleforsterker og PLS. Reguleringen av strekklasten kan bedres betraktelig ved å skifte ut en retningsventil med en proporsjonal retningsventil.

Forkortelser

HMI	Human Machine Interface, Operatørpanel
PLS	Programmerbar Logisk Styring
SWL	Safe Working Load
WLL	Work Load Limit
FS	Fullskala
SP	Settpunkt

Innhold

Sammendrag	i
Innholdsfortegnelse	iv
Liste over tabeller	v
Liste over figurer	vii
1 Forord	1
2 Innledning	3
2.1 Bakgrunn for valg av oppgave	3
2.1.1 Hva er en strekktestbenk?	3
2.1.2 Eksempler på bruk av strekktestbenk	4
2.2 Oppgavebeskrivelse	6
2.3 Problemstilling	6
2.4 Valg	6
2.4.1 Hydraulikk	7
2.4.2 Begrensninger	8
2.4.3 Kravspesifikasjon	8
3 Teori	9
3.1 Kraftmåling	9
3.1.1 Lastcelle	9
3.1.2 Streklapp måleelement	9
3.1.3 Wheatstone målebru	10
3.1.4 Signaloverføring	11
3.1.5 Stempelkraft	11
3.2 Internasjonale standarder	12
3.2.1 Kalibrering av kraftmålingsinstrumenter	12
3.2.2 Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse	12

3.2.3	Kalibrering og verifisering av kraftmålingssystemet	12
4	Design & konstruksjon	15
4.1	Mekanisk konstruksjon av strekktestbenken	15
4.2	Elektroteknisk konstruksjon av strekktestbenken	15
4.3	Måleusikkerhet	15
4.4	Utstyr	17
4.4.1	Lastcelle	17
4.4.2	Lastcelleforsterker	17
4.4.3	Stempel	18
4.4.4	Hydraulikkaggregat	18
4.4.5	Siemens LOGO PLS	20
4.5	Styringssystem	22
4.5.1	Programmering av PLS	22
4.5.2	Byggeblokker	22
4.5.3	Oppsett av meny	24
4.5.4	F1 - Manuell styring	24
4.5.5	F2 - Automatisk styring	25
4.5.6	F3 - Kalibreringsfunksjon	25
4.5.7	F4 - Stoppe strekktestbenken	26
5	Resultat	29
5.1	Funksjonene til strekktestbenken	29
5.2	Målenøyaktighet til strekktestbenken	30
6	Diskusjon & konklusjon	33
6.1	Diskusjon	33
6.1.1	Målenøyaktighet	33
6.1.2	Regulering av strekkraften	34
6.1.3	PLS	34
6.1.4	Økonomi og miljøregnskap	35
6.2	Videre arbeid	35
6.2.1	Krav for å ha en salgbar strekktestbenk	35
6.2.2	Forbedringer for funksjonell strekktestbenk	35
6.3	Konklusjon	36
	Referanser	37
A	Vedlegg	i
Koblingsskjema		i
Program blokkskjema		iii
Datablader		xi

Tabeller

4.1	Strømforbruk	17
4.2	Måleusikkerhet	17
4.3	Tilstandstabell	26
5.1	Målenøyaktighet	31

Figurer

2.1	Prinsippskisse enkel strekktestbenk	4
2.2	Forskjellige typer strekktestbenker	5
2.4	Strekkbenk	7
2.5	Prinsippskisse hydraulikk	8
3.2	Lastcelle med strekkklapper [21]	10
3.3	Wheatstone målebru	11
3.4	Hydraulikksylinder	11
4.1	Stålramme	16
4.2	Lastcelle	18
4.3	Lastcelleforsterker	18
4.4	Hydraulikkaggregat	19
4.5	Elektromotor merkeskilt	19
4.6	Ventilblokk	20
4.7	Magnetspole	20
4.8	Kontaktor	21
4.9	LOGO PLS	21
4.10	HMI hovedmeny	22
4.11	Byggeblokker PLS	23
4.12	Manuell styring	25
4.13	Automatisk kjøring	26
4.14	Tilstandsdiagram	27
4.15	Ønsket kjøring F3 - Kalibrering	28
4.16	Tellefunksjon byggeblokker	28
5.1	Forhåndstesting	30
5.2	Strekktest fiberstropp	31
5.3	Kontroll av last mot ekstern veicelle	32

Kapittel 1

Forord

Jeg har fagbrev i automasjon og har i flere år jobbet med service, feilsøking, reparasjoner og årskontroll av kraner, maskiner, løfteutstyr og andre typer utstyr. Det er med bakgrunn i dette arbeidet at ideen om å konstruere en automatisert strekktestbenk har vokst frem. Det har vært en stor fordel å ha bred mekanisk erfaring i forbindelse med oppgaven.

I forbindelse med oppgaven vil jeg takke Lofoten Truckservice AS for utstyr til konstruksjon av strekktestbenken. En stor takk til Anders og Ivar ved TKS Kran Elektro AS for gode ideer og lån av PLS og lastcelle. Og takk til min far Ingeir for henting og sending av deler og lån av hydraulikkaggregat.

En utrolig stor takk til min samboer Kathrine som har motivert meg og støttet meg gjennom oppgaven og sørget for at kaffemaskinen alltid har bønner.

Takk til min veileder Sven Ole Aase for gode og konstruktive tilbakemeldinger på rapporten.

Kapittel 2

Innledning

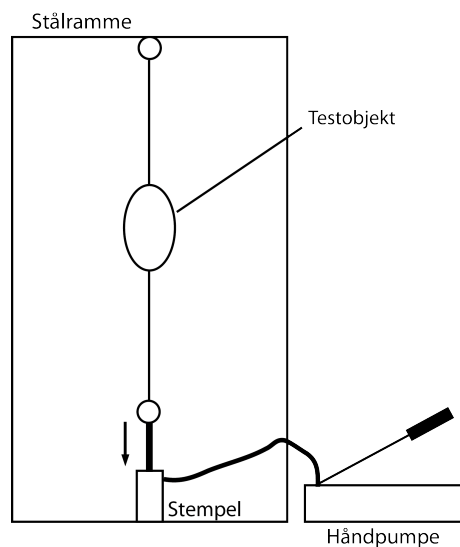
I dette kapittelet vil bakgrunn for valg av oppgave, beskrivelse av oppgaven og problemstilling gjennomgås. Videre vil det i kapittel 3 presenteres relevant teori. Design og konstruksjon presenteres i kapittel 4. I kapittel 5 gjennomgås resultater og videre følger diskusjon og konklusjon i kapittel 6.

2.1 Bakgrunn for valg av oppgave

Strekktestbenker er brukt i industrien for prøvebelastning, testing, destruksjonstesting, sertifisering og kalibrering av løfteutstyr og veieutstyr. Strekktestbenker er ofte manuelle, konstruert med en enhet for å levere en trekraft, for eksempel et hydraulikkstempel, hvor trykket pumpes manuelt for å strekke til ønsket belastning. Avlesning av belastning gjøres på en analog eller digital lastcelle. Lastceller blir nærmere gjennomgått i kapittel 4.2. Dette er en prosess som kan automatiseres for å redusere manuell jobbing, og prosessen kan også utføres hurtigere.

2.1.1 Hva er en strekktestbenk?

En strekktestbenk eller en testrigg er et testinstrument for strekk. Det består av en stålramme hvor et testobjekt monteres og spennes opp ved at et stempel trekkes for å sette spenn på testobjektet. En prinsippsskisse for en enkel strekktestbenk er vist i figur 2.1. Ulike typer strekktestbenker er vist i figur 2.2. Testobjektet kan være løfteutstyr som en fiberstropp, kjettingskrev, vaier, kjettingtaljer, lastceller, overlastvern eller lignende. Hensikten er å teste at slikt utstyr tåler den lasten de er beregnet for og å verifisere eller kalibrere ulike typer løfteutstyr. Til slike oppgaver er strekktestbenker nyttige og nødvendige. Bakgrunnen for testingen er krav fra arbeidstilsynet om sakkyndig kontroll av løfteutstyr i henhold til arbeidstilsynets forskrift om utførelse av arbeid[4], i §13-1 er det krav om kontroll av løfteutstyr. Sakkyndig kontroll av løfteutstyr nevnt i §13-1 skal i følge §13-2 [5] utføres årlig.



Figur 2.1: Prinsippskisse enkel strekktestbenk

2.1.2 Eksempler på bruk av strekktestbenk

Overlastvern

Strekktestbenken kan brukes til å kalibrere et overlastvern beregnet for montering på vaier, et slikt overlastvern er avbildet i bilde 2.3c. Dette er laget slik at det skal bryte en elektrisk forbindelse når lasten overskrider en forhåndsinnstilt verdi. Hvis Work Load Limit, WLL, skal være 1000kg, må overlastvernet monteres på en vaier, spennes opp i strekktestbenken og justeres inn til korrekt verdi. Deretter strekkes vaieren med overlastvernet montert på, opp til den innjusterte verdien og kontrollerer at den bryter den elektriske forbindelsen ved korrekt innstilt verdi.

Kontroll av kjettingtalje

I to av figurene 2.2 er en kjettingtalje spent opp. Disse har en slurekobling som skal slure når en overskrider maksimal last. Testing av funksjonen til slurekoblingen blir utført for å kontrollere at de fungerer som de skal.

Kalibrering av lastcelle

Ved kalibrering av en lastcelle er det mye repetetivt arbeid som kan unngås ved bruk av en automatisert strekktestbenk. Skal en gi ut et kalibreringssertifikat for en lastcelle må en i følge ISO 376[19] ha minimum 24 forskjellige prøvelaster på testobjektet. En lastcelle skal ha minimum 8 ulike prøvelastverdier som hver skal utføres tre ganger.



(a) Stående testrigg fra AJT[1]



(b) Manuell testrigg fra Yale[6]



(c) Horizontal testrigg fra Reliance Hexham[20]



(d) Portabel testrigg fra AF[3]

Figur 2.2: Forskjellige typer strekktestbenker



(a) Dillon analogt dynamometer[8]



(b) Gigasense digital lastcelle[11]



(c) LKV overlastvern[10]

Figur 2.3: Ulike lastceller og overlastvern

2.2 Oppgavebeskrivelse

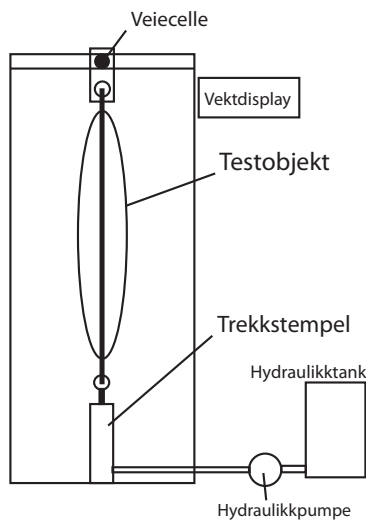
Hensikten med oppgaven er å konstruere en strekktestbenk med komplett styresystem for automatisk oppspenning av en strekklast til en innstilt verdi. Oppsettet av strekktestbenken er et hydraulikkaggregat som leverer trykk til en hydraulikksylinder. Styresystemet består av en Programmerbar Logisk Styring (PLS), som får verdien til kraften på strekklasten fra en lastcelle via en lastcelleforsterker koblet til prøvelasten i strekktestbenken. PLSen justerer kraften levert til hydraulikksylinderen fra hydraulikkaggregatet etter en innstilt verdi og verdien på lasten gitt av lastcellen. Dette oppsettet er vist i figur 2.4. PLSen styrer retningen på oljestrømmen fra hydraulikkpumpen til stempelet ved å åpne og lukke ventilene i ventilblokken. Den bestemmer hvor lenge ventilen skal stå åpen ut i fra verdien den får fra lastcellen, gitt den innstilte verdien. Det aktuelle strekket på testobjektet vises på Human Machine Interface (HMI), som er kontrollpanelet til PLSen.

2.3 Problemstilling

Problemstillingen er å automatisere en manuell prosess ved bruk av PLS. Hensikten med oppgaven er å automatisere strekktestbenken, for å unngå å bruke unødvendig tid og krefter på å manuelt pumpe opp trykk for å strekke en last. En verdi på ønsket strekklast blir satt i PLSen og strekktestbenken strekker opp til innstilt verdi slik at verdien til lastcellen kan leses av. Som nevnt i 2.1.2 er det mye repetetivt arbeid som kan automatiseres og også gjøre prosessen mer nøyaktig.

2.4 Valg

Denne oppgaven er meldt inn selv på bakgrunn av egen idé. Det har vært ønskelig å holde kostnadene på et lavest mulig nivå, uten at dette skulle gå ut over oppgavens kvalitet. Alle

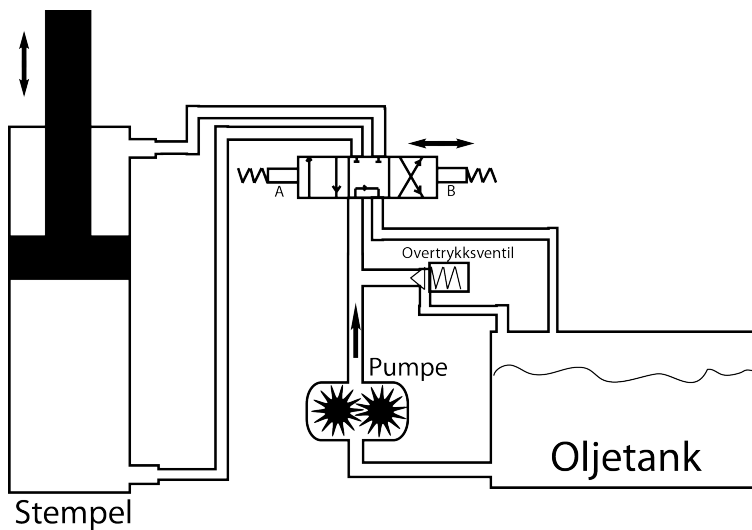


Figur 2.4: Strekkenk

valg av deler og oppsett er gjort med bakgrunn i dette. De fleste delene som er brukt i oppgaven er komponenter som en har hatt tilgjengelig fra andre typer utstyr eller har fått låne for å kunne fullføre oppgaven. De ulike komponentene som er brukt blir gjennomgått i kapittel 4. Det ble anskaffet deler for å kunne konstruere en strekkenk som hadde et oppsett lignende den i figur 2.4.

2.4.1 Hydraulikk

Hydraulikk er en del av fluidmekanikken og innebærer overføring av energi gjennom rør, hydraulikkslanger og andre legemer. Kraften overføres ved at en pumpe genererer en oljestrøm som styres av en retningsventil som aktiviserer retningsbevegelsen til et stempel. Prinsippskisse for hydraulikksystemet i denne oppgaven er vist i figur 2.5. Hydraulikk er vidt utbredt i industrien. Fordeler med hydraulikk er at det gir kontrollerte bevegelser, det kan overføre store krefter og at komponenter finnes lett tilgjengelig. Hydraulikkolje komprimeres veldig lite ved stor belastning, dermed er det lite potensiell energi som blir frigjort ved en eventuell defekt på system eller testobjekt. Det vil si at stempelet ikke flyr avgårde og gjør stor skade hvis et testobjekt skulle ryke under testing.



Figur 2.5: Prinsippskisse hydraulikk

2.4.2 Begrensninger

Før konstruksjon av strekktestbenken ble det tydelig at det er en del begrensninger i egenkapene til benken på bakgrunn av tilgjengelighet av deler. Det hadde vært ønskelig å ha en lastcelle med en betydelig høyere kapasitet enn 1000kg. En annen vesentlig begrensning var PLSen. PLSen er fra produsent designet for å styre belysning, avansert reléstyring og trege temperaturprosesser. Det var også tenkt å ha en trykksensor på hydraulikken i systemet, men den hadde ukurante gjenger som gjorde at det ikke var mulig å få koblet den til hydraulikken. Pådragsorganet i reguleringsprosessen er ventilblokken på hydraulikkagregatet som er av typen av/på og det er dermed problematisk å få til en god regulering med den, siden en ikke kan utnytte den innebygde PI-regulatoren i PLSen.

2.4.3 Kravspesifikasjon

På bakgrunn av forutsetninger er generelle kravspesifikasjoner til strekktestbenken:

- Maksimal strekklast: WLL 1000kg
- Display som viser aktuell vekt
- Mulighet for manuell styring
- Automatisk optrekk til innstilt last

Kapittel 3

Teori

3.1 Kraftmåling

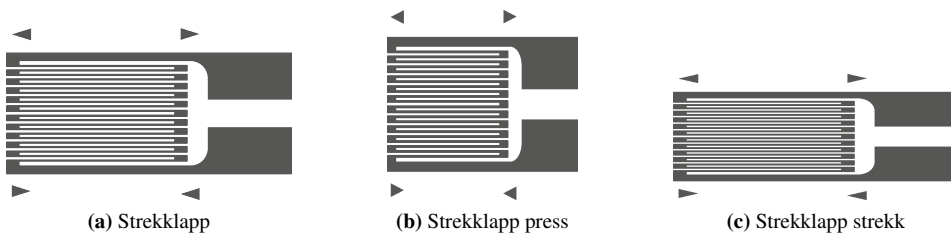
3.1.1 Lastcelle

En lastcelle er en krafttransduser, som omformer mekanisk energi, strekk, kompresjon, trykk eller dreiemoment til et målbart elektrisk signal. Veieceller, lastceller og lastbolter består av et stykke metall hvor strekkklapper er festet på, ofte i en uthullet del av kroppen til lastcellen. Kroppen er vanligvis produsert i aluminium, legert stål eller rustfritt stål som er minimalt elastisk. Ved påføring av en belastning påføres kroppen til cellen en mekanisk forandring og endringene i fasong gjør at strekkklappene også forandres, ettersom de er limt fast på cellen. Denne endringen av veiecelle og strekkklapp gjør at strekkklappenes endring i fasong fører til en endring i elektrisk motstand som kan måles som en spenningsendring[7]. Forskjellige typer celler er vist i figur 2.3.

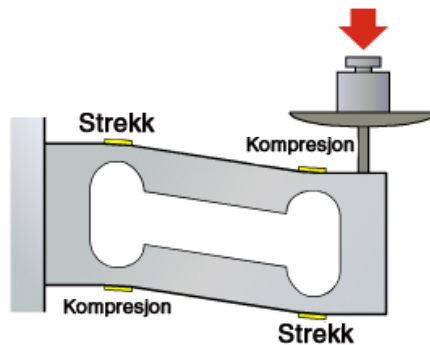
3.1.2 Strekkklapp måleelement

Som vist i kapittel 3.1.1 er strekkklapp en vesentlig del av en lastcelle. Strekkklapp er et måleelement som gir en forandring i resistans i en metalltråd eller annet elektrisk ledende materiale ved strekk eller kompresjon[22]. En enkelt strekkklapp er vist i figur 3.1a og hvordan geometrien til strekkklappen påvirkes ved press og strekk er markert med piler i figurene. En strekkklapp limes til underlaget slik at den har den samme mekaniske forandringen som underlaget. I likning 3.1 er resistansen R gitt av δ som er resistiviteten til materialet til lederen, l er lengden på lederen i meter og A er tverrsnittet i kvadratmeter. Når strekkklappen komprimeres vil resistansen til strekkklappen minke og når strekkklappen strekkes vil den bli lengre og tynnere, og dermed vil resistansen øke grunnet forandring i lengden. Retningen på kreftene er vist med piler og mostanden måles mellom de to store feltene i figur 3.1. Hvordan et oppsett med strekkklapper montert i en lastcelle fungerer er vist i bilde 3.2.

$$R = \delta \frac{l}{A} \quad (3.1)$$



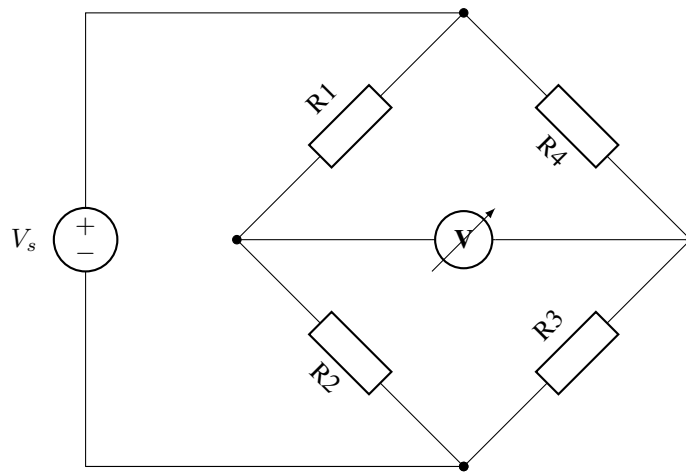
Figur 3.1: Strekkklapper og virkemåte



Figur 3.2: Lastcelle med strekkklapper [21]

3.1.3 Wheatstone målebru

For å kunne utnytte strekkklappens egenskaper vist i kapittel 3.1.2 monteres den i en Wheatstone målebru for å kunne detektere små forandringer i resistans. En Wheatstone målebru med fire motstander er vist i figur 3.3. I en lastcelle er disse fire motstandene byttet ut med fire strekkklapper. Wheatstone målebru brukes for å detektere små forandringer i resistans. En kjent spenningskilde V_s i størrelsesorden 5-12V påsettes målebruen slik som i figur 3.3 og en forandring i motstandene kan avleses i voltmeteret i samme figur som en spenning, ofte i mV størrelse. Disse brukes i lastceller og trykksensorer. Med flere strekkklapper i en Wheatstone målebru blir måleutstyret mer nøyaktig og også temperaturkompensert ettersom strekkklappene da får samme forandring i motstand grunnet temperaturpåvirkning. Wheatstone målebruen kan detektere ørsmå forandringer i motstandsverdi. En gitt spenning V_s blir påsatt målebruen og en spenning over bruen er da gitt av likning 3.2, og med forandring i ytre påvirkning av strekkklappene, vil de følgelig endre resistans og spenningen vil forandre verdi. En vanlig konfigurasjon av en Wheatstone målebru i en lastcelle er at motstandene R1 og R3 er montert slik at de er mest følsomme for kompresjon, mens R2 og R4 er montert for strekk, som vist i figur 3.2.



Figur 3.3: Wheatstone målebru

$$V = \left[\frac{R3}{R3 + R4} - \frac{R2}{R1 + R2} \right] * V_s \quad (3.2)$$

3.1.4 Signalovertøring

For å kunne bruke mV signalet fra lastcellen som er utstyrt med en wheatstone målebru trengs en signalførsterker, ofte kalt måleomformer. Her er valgt en måleomformer som gir ut et strømsignal, 4-20mA. Den tar målespenningen over wheatstonebruen, vist i midten av figur 3.3 som et voltmeter og omformer signalet til 4-20mA. Dette er et standardsignal for overføring av data i lastcelle konfigurasjoner. Signalet er robust og vidt utbredt i automatiseringsindustrien. Det har en innebygd feilindikasjon slik at når signalet er utenfor 4-20mA har systemet en feil. Signalet gjør det også enkelt å feilsøke. Et vanlig multimeter kan kobles inn for å måle strømmen signalet har. En strømsløyfekalibrator kan både måle signalet og også generere et 4-20mA signal for å simulere strømværdiene under testing av funksjonen til strekktestbenken. Dette er standard instrumenter for automatikere [15, s. 35].

3.1.5 Stempelkraft



Figur 3.4: Hydraulikksylinder

$$F = PA \quad (3.3)$$

Kraften til et en hydraulikksylinder er gitt av trykket P og arealet A til stampelet inni hydraulikksylinderen [12, s. 2]. Figur 3.4 viser en dobbelvirkende hydraulikksylinder med et stempel som beveger seg inn og ut av kammeret. Ut i fra figuren kan en se stampelet i sort, dette har forskjellig areal på skyvflaten på hver side av kammeret grunnet stempelstangen som opptar en del areal på ene siden. Dette gjør at ved et gitt trykk har stampelet forskjellig kraft ut i fra retningen det beveger seg i. Oppsettet i strekktestbenken som her er konstruert gjør at kraften som utnyttes er når stampelet beveger seg inn i kammeret.

3.2 Internasjonale standarder

Den internasjonale standardiseringsorganisasjonen, ISO, er en uavhengig ikke-statlig organisasjon. ISO utarbeider standarder for styrings-/ledelsessystemer, produkter, prosesser, utstyr, varekvalitet, formularer med mer, og standardisere symboler og navn på størrelser og enheter [13]. Det finnes flere aktuelle standarder som en bør konferere for å kunne konstruere en strekktestbenk, ISO 376:2011, ISO 17025:2017 og ISO 7500-1:2018.

3.2.1 Kalibrering av kraftmålingsinstrumenter

ISO 376:2011 [19] spesifiserer en metode for kalibrering av lastprøvende instrument brukt for statisk verifisering av universelle testmaskiner og beskriver prosedyren for klassifisering av disse instrumentene. Alle deler av et lastprøvende instrument skal være merket individuelt og unik identifiserbare. Standarden beskriver også hva som kreves for klassifisering av nøyaktigheten til et instrument. Standarden sier at for å kunne utstede et kalibreringsbevis for et lastinstrument skal det minimum ha 8 forskjellige prøvelaster, hver utført 3 ganger. Varigheten til et kalibreringssertifikat kan ikke overskride 26 måneder.

3.2.2 Generelle krav til prøvings- og kalibreringslaboratoriers kompetanse

ISO 17025:2017 [9] beskriver kriteriene for kalibrering, både til laboratoriet, personell og utstyr som brukes i kalibreringsprosessen. Utstyr og programvare skal være i stand til å oppnå den nøyaktigheten som kreves. En viktig del av kalibrering er at kalibrering og målinger som utføres kan spores til det internasjonale systemet av enheter (SI). Kalibrering består av å påføre presist kjente krefter på lastcellen og registrere dataene fra indikatoren. En kalibreringsrapport eller kalibreringssertifikat skal alltid kunne spores slik at det er dokumentert hvordan, når og med hvilket utstyr kalibreringen er utført med. En viktig del er at nøyaktigheten til prøvingsinstrumentet er lik eller bedre enn nøyaktigheten til testobjektet.

3.2.3 Kalibrering og verifisering av kraftmålingssystemet

ISO 7500-1:2018 [18] beskriver kalibrering og verifisering av enaksede strekk- og trykkprøvingsmaskiner for metalliske materialer. Den spesifiserer at verifikasjonen til en strekk-

testbenk skal ha:

- Generell inspeksjon av hele oppsettet til testmaskinen.
- Kalibrering av kraftmålingssystemet til testmaskinen.
- En bekreftelse på at egenskapene til testmaskinen oppnår grensene gitt for en spesifisert klasse.

Kapittel 4

Design & konstruksjon

I dette kapitlet skal vi gå gjennom oppsettet til strekkbenken, hvilke deler som er brukt og programmeringen av PLSen.

4.1 Mekanisk konstruksjon av strekktestbenken

For å kunne få til et oppsett med en lastcelle og et stempel måtte det konstrueres en metallramme hvor dette ble montert i. Rammen måtte være kraftig nok til å håndtere maksimallasten uten synlig deformasjon. I rammen ble det benyttet metall som ved sammenføyning skulle ha den påkrevde styrken til rammen. Etter at alt var kappet og sveiset sammen ble rammen kontrollert ved å strekke den med 200% av WLL for å sjekke at rammen tåler kreftene den vil bli utsatt for. Den ble deretter plassert i en stabil base hvor også hydraulikkaggregatet ble boltet fast. I figur 4.1 er rammen ferdig sveist og testet og hovedkomponentene er montert.

4.2 Elektroteknisk konstruksjon av strekktestbenken

Dimensjonering av kabler. I henhold til NEK400:2014[14, s. 191] tabell 52B-4 er tilførselkabel på 1.5mm^2 mer enn tilstrekkelig for strømforsyning til benken med tanke på totalt strømforbruk listet opp i tabell 4.1. Alle signalkabler og 24V forsyningskabler er lagt med 1mm^2 ledning som skal være tilstrekkelig med tanke på forbruk og spenningsfall. Koblingsskjema for strekktestbenken ligger vedlagt i appendix 6.3.

4.3 Måleusikkerhet

Nøyaktigheten til selve lastmålingen er gitt av nøyaktigheten til lastcellen og lastcelleforsterkeren, samt analogmodulen og PLSen kombinert, denne nøyaktigheten er vist i tabell 4.2. Vi har en uøyaktighet av fullskala, FS, måling på 1.73%, som vil gi $\pm 17\text{kg}$.



Figur 4.1: Stålramme

230VAC	
Elektromotor	6.9A
Logo Power	0.97A
Totalt	7.87A
24VDC	
LOGO TD Display	40mA
LOGO AM analogmodul	50mA
LOGO PLS	100mA
Magnetventil	1.43A
Kontaktor	225mA
Lastcelleforsterker	50mA
Totalt	1895mA

Tabell 4.1: Strømforbruk

Del	Usikkerhet
Lastcelleforsterker	0.2%
Lastcelle	0.03%
PLS	1.5%
Totalt	1.73%

Tabell 4.2: Måleusikkerhet

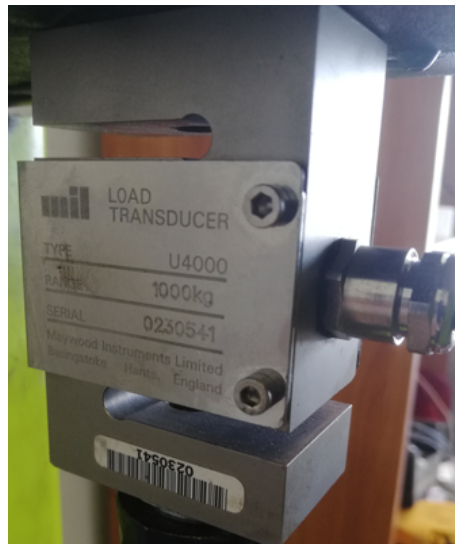
4.4 Utstyr

4.4.1 Lastcelle

Lastcellen er av typen U4000, vist i bilde 4.2. Den er universal, slik at den er beregnet både for kompresjon og strekk. I oppsettet her blir den benyttet for strekk. Den har i følge databladet en nøyaktighet på 0,03% av maksimallast, slik at den kan detektere en forandring på 300g ved 1000kg belastning. Lastcellen er boltet fast i toppen av rammen og et lasteøye er festet i lastcellen. Det er opplyst at lastcellen har en full wheatstone bro, det vil si at alle fire motstandene internt er strekkklapper som vist i kapittel 3.1.3. Den skal tåle en belastning på 150% av arbeidsbelastning uten at det skal påvirke nøyaktigheten i følge produsent.

4.4.2 Lastcelleforsterker

For å omforme signalet fra lastcellen er den koblet til en lastcelle forsterker av typen JY-S60[2] som gir ut et 4-20mA signal. Den er forsynt med 24V. For å kalibrere lastcelleforsterkeren opp mot lastcellen må en justere motstandene på kretskortet på følgende måte: Den justerbare motstanden i gul ring vist i bilde 4.3 justeres slik at lastcelleforsterkeren gir ut 4mA når lastcellen er ubelastet. Motstanden i rød ring justeres til 20mA når lastcellen er på maksimal belastning som er 1000kg.



Figur 4.2: Lastcelle



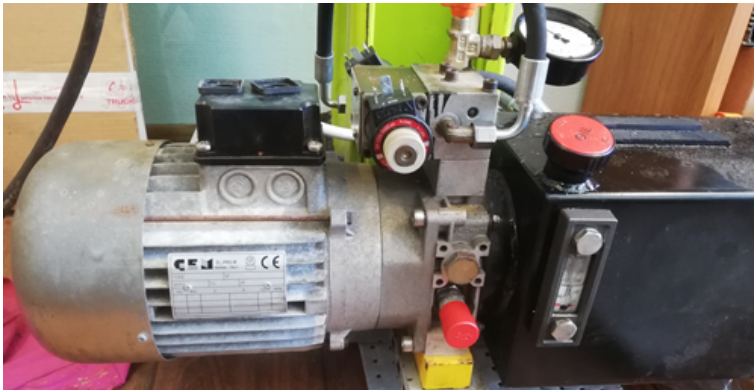
Figur 4.3: Lastcelleforsterker

4.4.3 Stempel

Stempelet brukt i strekkbenken er tatt fra en gaffeltruck hvor det er brukt som tiltsylinder. Stempelet har en ytre diameter i kammeret på 75mm, stempelstangen har en diameter på 35mm og en slaglengde på 150mm. I følge formel 3.3 har stempelet har en potensiell trekkraft på ca 85.53kN, 8721kg, når hydraulikkumpen leverer et trykk på 250bar.

4.4.4 Hydraulikkaggregat

Hydraulikkaggregatet består av en elektromotor koblet til en hydraulikkpumpe vist i bilde 4.4. Disse er koblet til en hydraulikktank og en ventilblokk som styrer hvor oljestrømmen skal ledes.



Figur 4.4: Hydraulikkaggregat

Elektromotor

Elektromotoren i bilde 4.5 og 4.4 er en trefase asynkronmotor. Den er deltakoblet for å drives av trefase 230VAC. Den har en effekt på 1.5kW og trekker 6.9A



Figur 4.5: Elektromotor merkeskilt

Ventilblokk

På toppen av hydraulikkpumpen er det en retningsventil med to magnetventiler vist i bilde 4.7, som kontrollerer retningen på stempelet ved å sende hydraulikkoljen den ene eller andre retningen i stempelet. Ved tomgang går oljen tilbake i tanken. Det er overtrykksventil på aggregatet som er stilt inn på laveste mulighet som er ca 50bar, dette gir en maksimal trekkraft på ca 17.1kN i følge formel 3.3. Denne justeres ved å rotere rød hette vist i figur 4.4 i midten nede. For å aktivere retningen til ventilblokken er det to identiske magnet-spoler som aktiverer det interne stempelet i blokken i retning A eller B i følge diagram i bilde 4.6. Hver av magnetpolene trekker 1.43A i følge merkingen på dem i bilde 4.7.

PLSen er satt opp slik at kun en av magnetpolene kan være aktiv samtidig, spolene styres av utgangene Q2 og Q3 i PLSen.



Figur 4.6: Ventilblokk



Figur 4.7: Magnetspole

Kontaktor

Hydraulikkmotoren styres av en kontaktor vist i bilde 4.8 som kobler motoren til. Den er fra Schneider Electric, type LC1D09BL og er beregnet for en belastning på 4kW, 9A. Spolespenningen er 24 VDC og styres av utgang Q1 på PLSen.

4.4.5 Siemens LOGO PLS

PLSen A1 har 4 reléutganger som hver tåler 10A, samt 8 digitale innganger. Den har en samplingsfrekvens på 1kHz. Maksimalt antall byggeblokker i minnet er 400 stykker.



Figur 4.8: Kontaktor



Figur 4.9: LOGO PLS

Strømforsyning

Strømforsyningen T2 i systemet omformer 230V vekselstrøm til 24V likestrøm og kan levere opptil 4A. Maksimal belastning til strekktestbenken er vist i tabell 4.1 og er godt under det strømforsyningen kan levere.

Analogmodul

Analogmodulen AM2 har to analoge innganger. Denne kan lese analoge signaler av typene 0-10V, 0-20mA og 4-20mA. Analogmodulen har en oppløsning på 10bit, normalisert til en verdi 0-1000. Den har en klokkeperiode på 50ms.

HMI

LOGO TD som vist i figur 4.10 har fire knapper som kan brukes som innganger i programmeringen. Den har en oppløsning på 128x64 piksler og kan vise tekst i 4 rader.



Figur 4.10: HMI hovedmeny

4.5 Styringssystem

4.5.1 Programmering av PLS

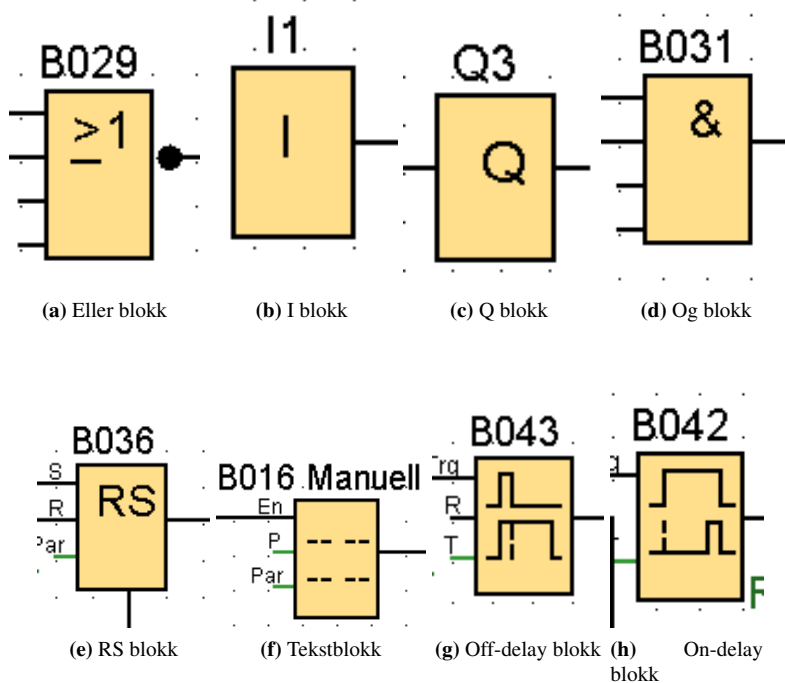
For å kunne programmere PLSen må en bruke programvaren LOGO! Soft comfort V8.0. En har mulighet til å programmere både i ladder programmering og ved bruk av byggeblokker. Styringen til strekktestbenken ble implementert ved bruk av byggeblokker. Hele programmet slik det er programmert ligger vedlagt i appendix 6.3.

4.5.2 Byggeblokker

De fleste byggeblokkene som ble brukt for å programmere PLSen til å styre strekktestbenken vil bli gjennomgått her.

I - blokk

I-blokk er en input blokk, hvor en digital inngang blir satt ved å forsyne inngangen med 24VDC spenning. I programmet er det totalt 6 digitale innganger som er i bruk, det er de



Figur 4.11: Byggeblokker PLS

4 F-tastene på HMI-modulen og to signal fra vippebryteren i figur 4.12. De to signalene fra vippebryteren blir brukt til å justere settpunktet i automatisk modus og til å styre hydraulikkylindere direkte i manuell modus.

Q - blokk

Q-blokk brukes for utganger. I denne oppgaven er 3 reléutganger i bruk. En til kontakten som forsyner elektromotoren og starter den, og to utganger som styrer magnetventilene på hydraulikkaggregatet.

RS - blokk

RS blokken er et pulsrelé. Ved en positiv set-inngang blir utgangen satt høy. Utgangen blir satt lav hvis reset-inngangen til blokken er høy. Reset har prioritet over set, det vil si at utgangen ikke kan bli satt høy hvis reset er aktivert. Denne byggeblokken er veldig nyttig for å kunne sette signaler høyt i programmet og at utsignalet settes lavt når reset blir aktivert.

Eller - blokk

Eller-blokk er en logisk eller-funksjon. Utgangen på denne blir satt høy hvis noen av de tilkoblede inngangene er høye.

Og - blokk

Og-blokk er en logisk og-funksjon. Utgangen blir satt høy hvis alle de tilkoblede inngangene er satt høye.

Tekstblokk

Tekstblokken brukes for å vise tekst på HMIen. Når tekstblokken får et høyt signal på enable-inngangen vises den aktuelle tekstblokken på displayet.

Off-delay

Off-delay brukes for at utsignalet skal være aktivert i en innstilt tid etter at inngangssignalet har gått fra høyt til lavt.

On-delay

On-delay brukes når utsignalet ikke skal gå høyt før innsignalet har vært høyt i en innstilt tid.

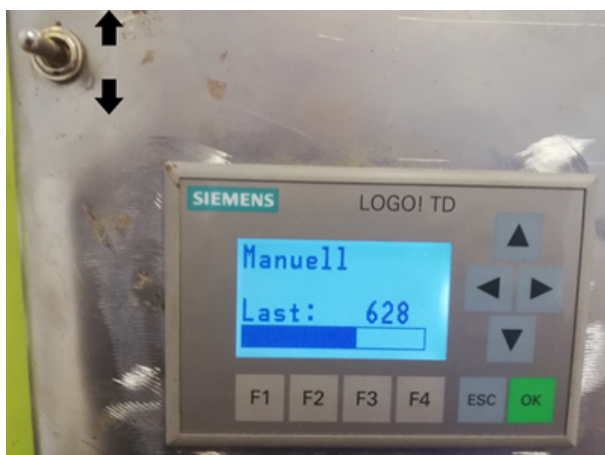
4.5.3 Oppsett av meny

HMI modulen til PLSen har fire knapper som kan brukes til styring. Det var naturlig å tilegne disse til følgende funksjoner:

- F1 - Manuell
- F2 - Auto
- F3 - Kalibrering
- F4 - Stopp

4.5.4 F1 - Manuell styring

Ved å trykke F1 kommer en inn i manuell drift av strekktestbenken. Da starter elektromotoren slik at hydraulikkpumpen produserer et oljetrykk. Ved bruk av vippebryter som vises oppe til venstre i bilde 4.12 styres stempelet opp eller ned. Aktuell last vises i HMIen nede til høyre i samme bilde. Kjøringen av pumpen stoppes ved å trykke F4 og HMIen går tilbake til hovedmenyen som vist i bilde 4.10. Knappene F1, F2 og F3 har ingen funksjon når en er i manuell styring.



Figur 4.12: Manuell styring

4.5.5 F2 - Automatisk styring

Når en er i hovedmenyen og velger F2 på HMIen kommer en inn i automatisk styring av strekktestbenken som vist i bilde 4.13. En velger da settpunkt som vises ved SP i kontrollpanelet, verdien justeres ved å vippe bryteren opp eller ned. Hvis en holder vippebryteren en retning mer enn 1s teller SP-verdien fortere. Dette er gjort ved å legge inn en puls-blokk i programvaren, blokk B011 i figur 4.16. Den er instilt ved laveste mulige puls som er 10ms slik at per hele sekund teller den 100kg. Når en har justert inn ønsket set-verdi og er klar for at programmet skal kjøres trykker en på F2 en gang til og programmet kjøres.

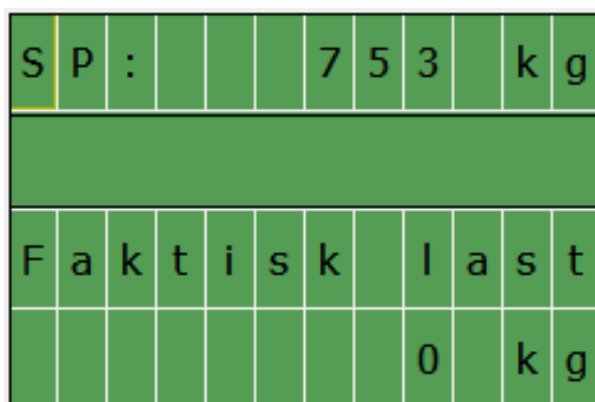
Pumpen starter, det er lagt inn en forsinkelse på to sekund for at pumpen skal når den har kommet opp i arbeidshastighet etter to sekund åpner den hydraulikkventilen og hydraulikkstempelen trekker testobjektet til innstilt verdi. Når innstilt verdien nås, stenger hydraulikkventilen og stempelbevegelsen stoppes. Strekklasten holdes i 5 sekund for å ha tid til å avlese verdien, etter dette åpner hydraulikkventilen oljestrømmen slik at stempelet går opp og testobjektet avlastes og pumpen stopper. For å kjøre programmet en gang til trykker man igjen på F2 knappen på kontrollpanelet. Gjennomkjøringen av programmet og virkemåten er vist i tabell 4.3. De ulike tilstandene til programmet er vist i figur 4.14.

4.5.6 F3 - Kalibreringsfunksjon

Ved valg av F3 i hovedmenyen kommer en inn i kalibreringsmenyen. Hensikten med denne funksjonen er å kalibrere veieceller eller andre lignende objekter som krever et kalibreringssertifikat i henhold til krav nevnt i 3.2.1. Verdien til settpunkt, SP, justeres til det høyeste kalibreringsverdien kalibreringsobjektet skal ha. Når en har justert inn til ønsket verdi trykker en en gang til på F3 og programmet starter. SP deles da opp i 8 likt fordelte verdier over mellom 0 og SP, til bruk i kalibreringsprosessen. Før selve kalibreringsprosessen starter må testobjektet i følge krav først strekkes til maksimallasten og holde den

Hva	Tilstand
Hvile, venter på innstilling av verdi	Tilstand 0
Innstilt verdi satt, program kjører	Tilstand 1
Vent 2 sekund	Tilstand 1
Magnetventil ned aktiveres	Tilstand 2
Aktuell verdi når innstilt verdi, magnetsventil deaktiveres	Tilstand 1
Vent 5 sekund	Tilstand 1
Magnetventil opp aktiveres	Tilstand 3
Vent 3 sekund	Tilstand 3
Magnetventil deaktiveres	Tilstand 1
Vent 1 sekund	Tilstand 1
Pumpe stoppes	Tilstand 0

Tabell 4.3: Tilstandstabell

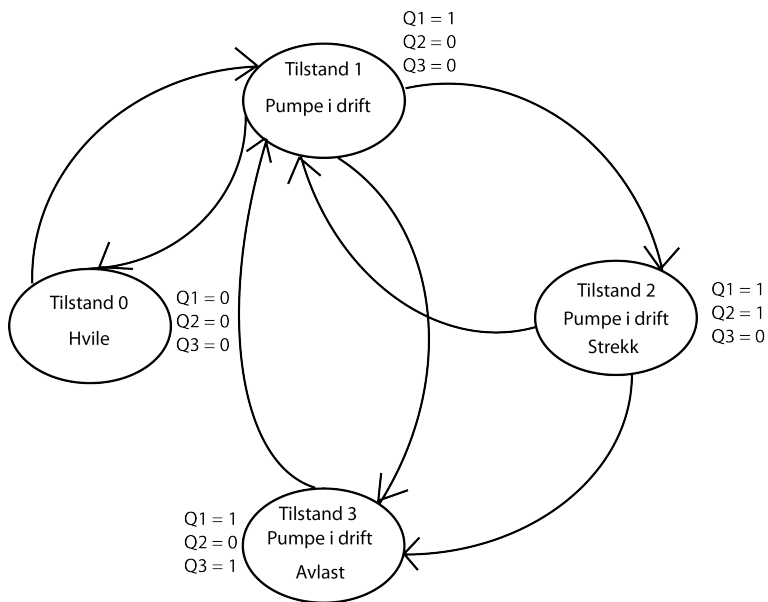


Figur 4.13: Automatisk kjøring

mellom 60 og 90s, før testobjektet avlastes helt før en går gjennom de innstilte verdiene. Prinsippet på programfunksjonen til F3 vist i figur 4.15, viser at en kan kjøre gjennom de ulike kalibreringsnivåene i stigende rekkefølge uten å avlaste testobjektet. Kun fire nivå er vist i figuren grunnet plass. For hver kalibreringsverdi skal strekktestbenken holde en gitt tid slik at en kan få notert verdien til testobjektet før den fortsetter videre til neste verdi. Som nevnt i 3.2.1 skal programmet kjøre gjennom alle verdiene tre ganger. Denne funksjonen er ikke fullført og bakgrunnen for dette blir diskutert i kapittel 6, men virkemåten er likevel tatt med her.

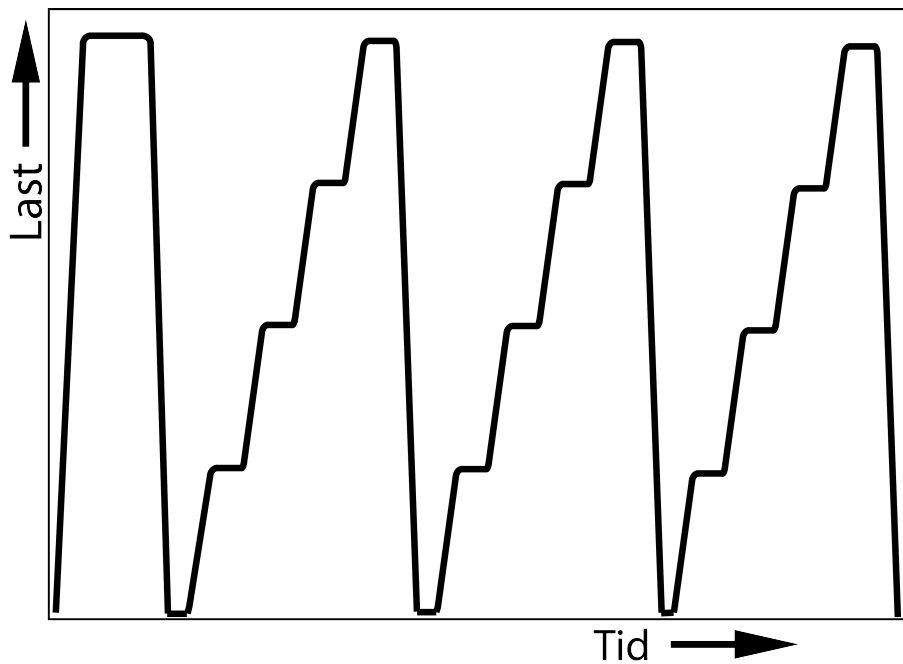
4.5.7 F4 - Stoppe strekktestbenken

F4-knappen er programmert slik at den stopper all kjøring av programmet og stopper pumpe. PLSen returnerer da tilbake til hovedmenyen. Den er programmert til å ha samme funksjon uavhengig av hvilken meny programmet befinner seg i. Den fungerer som en

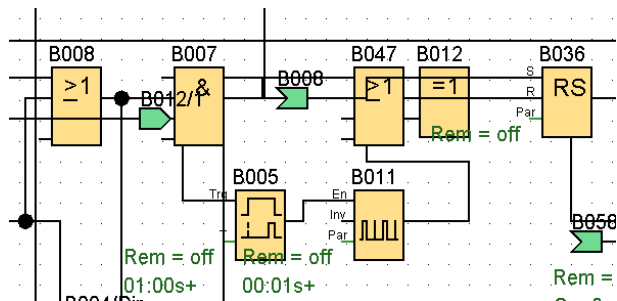


Figur 4.14: Tilstandsdiagram

nødstopbryter.



Figur 4.15: Ønsket kjøring F3 - Kalibrering



Figur 4.16: Tellefunksjon byggeblokker

Kapittel 5

Resultat

Strekktestbenken ble konstruert og alt koblet til i henhold til koblingsskjema. Før en kunne ta benken i bruk måtte lastcelleforsterkeren kalibreres. Lastcelleforsterkere kalibreres ved å justere utgangssignalet til 4mA når lastcellen er uten belastning, vist i kapittel 4.4.2. Deretter ble lastcellen strukket med en kjettingtalje til maksimallasten 1000kg, for å justere inn utgangssignalet til 20mA. Det viste seg da at lastcelleforsterkeren ikke hadde nøyaktigheten den var opplyst å ha. Ved full belastning var det ikke mulig å få maksimalsignalet fra lastcelleforsterkeren lavere enn 22mA. Noe av denne unøyaktigheten ble justert inn i PLS-programmet ved bruk av en forsterker, men det var fortsatt en unøyaktighet. Alle utganger lagt inn i PLS-programmet ble kontrollert og simulert i programvaren til produsenten. Signalet fra lastcelleforsterkeren ble simulert med en strømsløyfekalibrator, vist i bilde 5.1, for å teste programmet på selve PLSen. Programmet lagt inn i PLSen oppførte seg som beskrevet i kapittel 4.5.3.

5.1 Funksjonene til strekktestbenken

Det første som ble testet var den manuelle funksjonen, F1. Den fungerer slik som det er tenkt, pumpen starter når en kommer inn i undermenyen og retningen på pumpen kontrolleres med vippebryteren. Ved oppspenning av last viser det seg vanskelig å treffe ønsket belastning med manuell styring. Den minste økning i kraft ved en kort puls på vippebryteren er ikke mulig å få under 60kg.

Ved innstilling av settpunkt og kjøring av F2-Auto med bruk av kjetting som testobjekt, som er et forholdsvis uelastisk testobjekt, når strekktestbenken maksimallasten til benken ved et settpunkt på 150kg. Det vil si at den har en oversving på reguleringen på over 600%! Testobjektet ble byttet ut med en fiberstropp som har noe mer elastisitet. Da ble oversvingen på 250kg, rundt 260%. Innstilt verdi ble satt til 400kg og auto-programmet ble kjørt igjen, og som vist i bilde 5.2 stopper den da på 768kg. Da har den en oversving på 192%. Ved kjøring til samme SP flere ganger har vi en variasjon på ca ± 50 kg.

Med bakgrunn i dimensjonene til stempelet, vist i kapittel 4.4.3, og at det tar ca 2.5s



Figur 5.1: Forhåndstesting

på hele slaglengden, har stampelet en hastighet på rundt 60mm/s. Oljestrømmen fra hydraulikkpumpen kan vi da kalkulere til å være rundt 0.14L/s. Når en kjetting som har lav elastisitet er spent opp i strekktestbenken vil systemet nå maksimalbelastningen på omtrent 5mm. Det vil si at prosessen bruker rundt 80ms. En så hurtig prosess er ikke mulig å kontrollere med oppsettet som er nå. Ettersom pådragsorganet, retningsventilen, er av/på er det ikke mulig å utnytte den innebygde PI regulatoren i PLSen. Det ble forsøkt å bruke en puls til å styre pådragsorganet ved bruk av PI-regulator og pulsbreddemodulasjon i programmet, men PLSen regulerer ikke hurtig nok til å redusere bredden på pulsen og har da nesten samme oversving.

Ved kjøring til en verdi siger strekklasten 5-30kg/s avhengig av størrelsen på strekklasten. Dette skyldes mest sannsynlig en intern lekkasje i hydraulikksylindren slik at olje siger forbi pakningene på stampelet og kraften avtar. Det kan også være noe intern lekkasje i retningsventilen.

5.2 Målenøyaktighet til strekktestbenken

Måleusikkerheten er i tabell 4.2 oppgitt til å være 1.73% ved maksimallast på 1000kg. Det vil si at den burde ha et avvik på maksimalt ± 17 kg. Lastcellen, lastcelleforsterkeren og PLSen ble kalibrert mot en ekstern veiecelle. Samme veiecelle ble brukt i figur



Figur 5.2: Strekktest fiberstropp

5.3 for å kontrollere nøyaktigheten til strekktestbenken. En god målenøyaktighet skulle da strekktestbenken vist samme verdi som veiecellen. Ved 800kg trekraft på veiecellen viser kontrollpanelet på strekktestbenken 778kg som gir en nøyaktighet på 2.8%. Ved gjentatte tester til samme verdi har vi en variasjon på målingene på ± 7 kg. Dette gir oss en repeterbar feil på rundt 0.88%.

Hva	Feil
Måleavvik	2.8%
Repeterbart avvik	0.88%

Tabell 5.1: Målenøyaktighet



Figur 5.3: Kontroll av last mot ekstern veiecelle

Diskusjon & konklusjon

6.1 Diskusjon

Målet med oppgaven var å konstruere et system for styring av en strekktestbenk, men før et system kunne konstrueres måtte det produseres en strekktestbenk. For gjennomføringen av denne delen av oppgaven var det en fordel å ha god erfaring fra mekanisk arbeid samt tilgang på et verksted. Strekktestbenken ble bygget opp av ulike deler som ikke var optimale med tanke på formålet. Alle delene som ble lånt for å konstruere strekktestbenken, slik som hydraulikkaggregat, stempel, lastcelle og PLS skal også leveres tilbake etter at oppgaven er fullført og rapporten er levert. Derfor ble strekktestbenken produsert med tanke på demontering og resirkulering. Ved valg av deler var det i tillegg nødvendig å ta hensyn til økonomi og tilgjengelighet. Disse begrensningene førte til at strekktestbenken ikke fungerer optimalt, noe som ble forutsett ved anskaffelsen av komponentene. Det hadde vært ønskelig med høyere WLL for å utvide bruksområdet. Det var også gitt at det ville være noe vanskelig å få til en god regulering av systemet siden oljestrømmen ikke har annen regulering enn av/på. Strekktestbenken vil heller ikke ha en optimal styring grunnet PLSen som ble brukt, nærmere forklart i kapittel 6.1.3. Det hadde vært ønskelig med et budsjett som hadde gitt mulighet til å skaffe andre komponenter og materialer til strekktestbenken, som ville ført til en mer nøyaktig strekktestbenk med bedre regulering.

6.1.1 Målenøyaktighet

Som vist i usikkerhetsbudsjettet 4.2 og resultatkapittelet 5.2 hadde ikke strekktestbenken den ønskede nøyaktigheten som kreves for å kunne brukes i henhold til ISO-standarder nevnt i 3.2. Det hadde vært ønskelig å fått utnyttet nøyaktighet til lastcellen på 0.03% av FS på hele systemet. PLSen har en oppløsning på den analoge inngangen på 10bit, normalisert til 0-1000. Det betyr at den ikke kan utnytte nøyaktigheten til lastcellen som er på 0.03% ved maksimal last. En bitoppløsning på 14bit hadde klart å utnytte nøyaktigheten til lastcellen. Lastcelleforsterkeren ble anskaffet for å kunne omforme signalet fra lastcellen og for å holde kostnaden nede. Som vist i kapittel 5, gikk det ikke å kalibrere den korrekt opp mot

lastcellen. Det er sannsynlig at de opplyste spesifikasjonene og nøyaktigheten til lastcelleforsterkeren ikke stemmer med faktisk virkemåte. Den er opplyst å ha en måleuøyaktighet på 0.2% av FS, men ved måling av mA-strømmen viser den seg å være nærmere 1.2%. Repeterbarheten har også høy måleusikkerhet. Nøyaktig samme lastcelleforsterker som er brukt i oppgaven finnes hos flere ulike leverandører og spesifikasjonene varierer fra leverandør til leverandør. Dette tyder på at spesifikasjonene som er oppgitt ikke er korrekte.

6.1.2 Regulering av strekkraften

Med en retningsventil som er av typen av/på har man ingen god regulering av strekktestbenken. Den innstilte verdien fungerer som en grensebryter som stopper retningsventilen når verdien nås. Grunnet hurtig økning i trekraft fra stempelet og treg PLS blir det en veldig oversving på verdien. Det ble ikke funnet datablad på aktuell retningsventil, men fra samme produsent med en lignende retningsventil er det opplyst at ventilen bruker 20ms på å stenge oljestrømmen. Dette kombinert med klokkeperioden til PLSen når den leser analoge verdier som er opplyst til 50ms i brukermanualen, har man da en mulig forsinkelse på avstengning på minst 70ms. Som man kunne se ved testing i kapittel 5.1 er det rundt den samme tiden det tar å strekke til maksimal belastning. Dette stemmer overens med tanke på oversvingen vist i samme kapittel som er på over 200%.

6.1.3 PLS

PLSen er ikke sanntid, og reagerer ikke hurtig nok til å stoppe pådragsorganet tidsnok og strekktestbenken får dermed en betydelig oversving. PLSen er opplyst å ha en klokkeperiode på 1ms, men dette er for digitale operasjoner. For analoge operasjoner har den en klokkeperiode på 50ms. Denne PLSen er fra produsent ment å brukes til avansert reléstyring, ofte brukt til å betjene belysningssystemer og trege temperaturprosesser.

Det tok litt mer tid enn beregnet å sette seg inn i programmeringen av PLSen da programvaren var ukjent og heller ikke den siste versjonen. Brukermanualen er lite detaljert om bruk av byggeblokkene og mye av informasjonen må derfor søkes via produsentens nettforum. På grunn av at virkemåten til strekktestbenken ikke fungerte optimalt, ble ikke, F3 - kalibreringsfunksjonen, fullført. De ulike verdinivåene som skulle blitt brukt i programmet var satt, og programmet skulle bruke samme kjøremåte som F2 - auto. Det ble vurdert som lite hensiktsmessig å bruke tid på å programmere en funksjon som likevel ikke kunne benyttes. Lastcellen skal tåle en last på 150%, men hadde F3 - funksjonen blitt fullført og testet slik som strekktestbenken er nå, hadde den mest sannsynlig blitt overbelastet mer enn 150%, og da med fare for permanent deformasjon på lastcellen.

Det var tilgjengelig en analog utgangsmodul til PLS-systemet. Denne kan brukes til å styre en proporsjonal retningsventil som bruker 4-20mA signal for styring. Denne analogmodulen er opplyst å ha en klokkesyklus på 300ms for hver analogverdi den skal sette. Hvis nåværende PLS skulle blitt brukt med denne analogmodulen måtte oljestrømmen fra hydraulikkaggregatet blitt redusert betraktelig for å kunne utnyttet den innebygde PI-regulatoren. Før oppgaven ble påbegynt ble det sjekket opp andre typer PLSer som kunne være aktuelle. Siemens har en Simatic S7-1500 PLS med en lastcellemodul WP521 som kunne vært aktuell, men grunnet den globale leveringssituasjonen var disse ikke mulig å

få levert før nærmere utgangen av året. Det samme gjaldt enkelte PLSer fra Omron som ble sjekket ut. Dette hadde selvfølgelig hatt en helt annen kostnad, men en kunne fått et mye bedre program og kontroll på styringen.

6.1.4 Økonomi og miljøregnskap

Temaene økonomi og miljøregnskap anses ikke som omfattende nok til å få egne kapitler i denne rapporten. Det eneste som det er brukt midler på er en lastcelleforsterker på 22\$. Når oppgaven er fullført og rapporten levert blir alle deler tilbakelevert, annet blir resirkulert.

6.2 Videre arbeid

6.2.1 Krav for å ha en salgbar strekktestbenk

Skal en konstruere en strekktestbenk som skal være for salg må den ha en målenøyaktighet som tilfredsstillt kravene i ISO-standardene nevnt i 3.2. Den bør ha en nøyaktighet i området 0.01-0.1%. Ettersom benken skulle demonteres og resirkuleres etter bruk er den heller ikke produsert med tanke på kravene i maskinforskriften §5 som sier: “Sikre at maskiner og sikkerhetskomponenter konstrueres og bygges slik at arbeidstakere, forbrukere, dyr og gjenstander er vernet mot skade på liv og helse og ikke blir utsatt for uheldige belastninger”[17]. Dette er krav og forskrifter som må ligge til grunn hvis en skal produsere en strekktestbenk som skal kunne brukes til kailbrøring og hvis den skal produseres for salg.

6.2.2 Forbedringer for funksjonell strekktestbenk

Det er flere løsninger som kan utføres for at strekktestbenken skal fungere som ønskelig. Med tanke på resultatene som er vist i kapittel 5 ser vi at en god regulering av hydraulikkstampelet ikke er mulig. Testing har vist at stempelet har en hastighet på 60mm/s. Når et testobjekt da strekkes opp vil det nå maksimal strekk innen millisekund, og dermed reagerer ikke PLSen hurtig nok til å stenge retningsventilen til stempelet og stoppe strekket. En får derfor en uakseptabel oversving på strekkraften. Med tanke på dimensjonen på stempelet og tiden stempelet bruker på hele slaglengden er det kalkulert til at hydraulikkmotoren leverer en oljestrøm på 0.14L/s.

Den enkleste metoden for å redusere oljestrømmen fra hydraulikkpumpen er å sette på en manuell reduksjonsventil som skrur til for å redusere strømmen av olje. Disse er lett tilgjengelige og finnes både som manuelle og elektriske. En vil da få betydelig mindre oljeflyt, men dette vil fortsatt sørge for at SP fungerer som en grenseverdi, og en vil trolig ikke treffe SP med tanke på reaksjonstiden til PLSen vist i 6.1.3. En reduksjonsventil vil trolig ikke gi den nøyaktigheten som er ønskelig for å ha en god kontroll på kreftene i systemet.

Den ønskede metoden for å kunne kontrollere oljestrømmen fra hydraulikkpumpen er å bytte ut retningsventilen med en elektronisk styrt proporsjonalventil. En proporsjonalventil regulerer åpningen til oljestrømmen og vil gi en god kontroll av styringen på oljestrømmen. Slike finnes med elektronisk styring slik at åpningen av ventilen kan styres med et 4-20mA

signal. En kan da utnytte den innebygde PI-regulatoren som finnes i PLSen og bruke den analoge utgangsmodule som er tilgjengelig til å styre ventilen. Denne løsningen kan kombineres med en reduksjonsventil for enda bedre kontroll av oljestrømmen. Med betydelig lavere oljestrøm kan en bruke nåværende type PLS og muligens få en god kontroll på innreguleringen til systemet.

For enda bedre kontroll av kraften til hydraulikksylinderen bør en anskaffe en bredere sylinder som har større areal på stempelet. Dette vil både gi en bedre kontroll med styringen av stempelkraften i tillegg til at et stempel med større areal har mer kraft som vist i likning 3.3.

For å konstruere en funksjonell og allsidig strekktestbenk bør det produseres en helt ny ramme som kan justeres for å akseptere et bredere spekter av testobjekter. Da kan en også konstruere et system som kan brukes både til å måle krefter ved strekk og ved kompresjon. PLSen som er nevnt i kapittel 6.1.3 har en klokkeperiode på 6ns for analoge verdier og flere muligheter for å kunne programmere et mer avansert program som inneholder flere funksjoner. Den har også en oppløsning på 22bit på analoge inngangsverdier, som gir større muligheter med tanke på målenøyaktighet. Dette kombinert med en proporsjonal retningsventil vil kunne gi et godt produkt. Har man et godt styresystem kan dette benyttes på flere ulike typer strekktestbenker.

6.3 Konklusjon

Testing og verifisering viser at strekktestbenken ikke har den ønskede nøyaktigheten, og at innreguleringen av strekklasten ikke er tilfredsstillende. Innreguleringen kan forbedres betydelig ved å montere en reduksjonsventil på hydraulikksystemet for å redusere oljestrømmen. Selv om målenøyaktigheten og reguleringen av strekktestbenken ikke fungerte optimalt, har en likevel fått til en noenlunde fungerende strekktestbenk. Det finnes flere anbefalte forbedringer for en fremtidig strekktestbenk, for eksempel å endre PLS til en nyere og bedre utgave samt å skifte ut retningsventil til en proporsjonalventil. Med et større budsjett bør det være gode muligheter for å kunne få til en godt fungerende strekktestbenk som kan brukes til prøvebelastning, testing, sertifisering og kalibrering av løfteutstyr og veieutstyr.

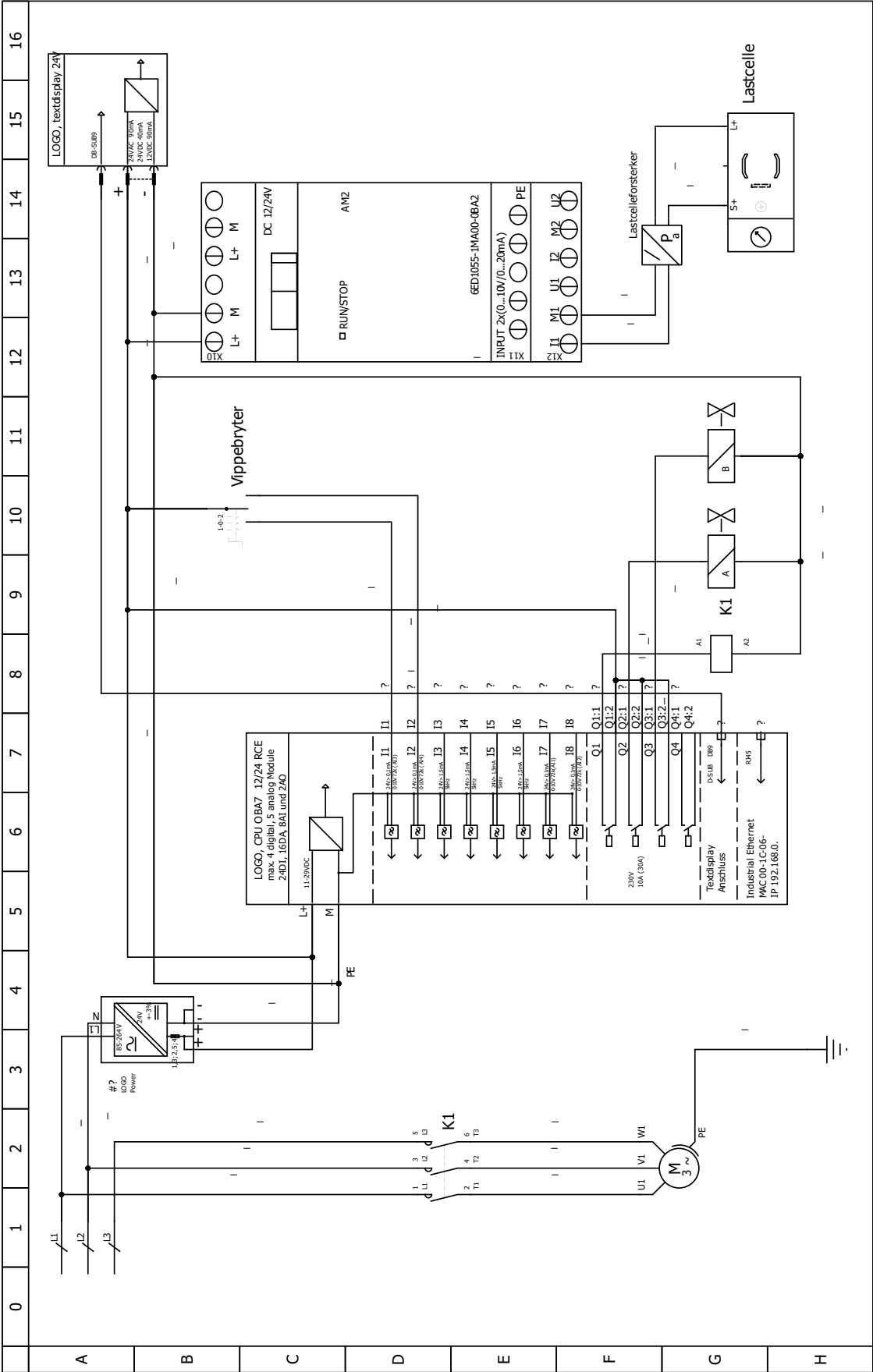
Referanser

- [1] AJT Equipment LTD. *Vertical Tensile Test Machine*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://www.ajtequipment.co.uk/test-equipment/vertical-tensile-test-machine>.
- [2] Aliexpress. *0-5V 0-10V 4-20MA Load Cell sensor Amplifier Transmitter strain gauge transducer*. [Online; accessed 22-Jan-2022]. 2022. URL: <https://www.aliexpress.com/item/32708647762.html>.
- [3] American Fabricating Inc. *Mobile Test Stand*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://www.americanfabricatingllc.com/mobileteststand.html>.
- [4] Arbeidstilsynet. §13-1. *Arbeidsutstyr med krav om sakkyndig kontroll*. [Online; accessed 22-April-2022]. 2022. URL: <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/forskrift-om-utforelse-av-arbeid/3/13/13-1/>.
- [5] Arbeidstilsynet. §13-2. *Tidspunkt for sakkyndig kontroll*. [Online; accessed 22-April-2022]. 2022. URL: <https://www.arbeidstilsynet.no/regelverk/forskrifter/forskrift-om-utforelse-av-arbeid/3/13/13-2/>.
- [6] Columbus McKinnon Corporation. *Yale RPYS-1215 Hydraulic test rig*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://www.yale.de/en/products/product-range/hydraulic-jacks-tools/workshop-presses-test-rigs/yale-hydraulic-test-rig-for-hoisting-equipment-rpys-1215/>.
- [7] Dara Trent, Technical Content Director. *Strain Gauge Load Cell Basics*. [Online; accessed 20-April-2022]. 2022. URL: <https://www.800loadcell.com/load-cell-and-strain-gauge-basics.html>.
- [8] Dillon Quality Plus, InC. *Dynamometer — Dillon, Dynamometer*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://dillondynamometers.com/mech.html>.

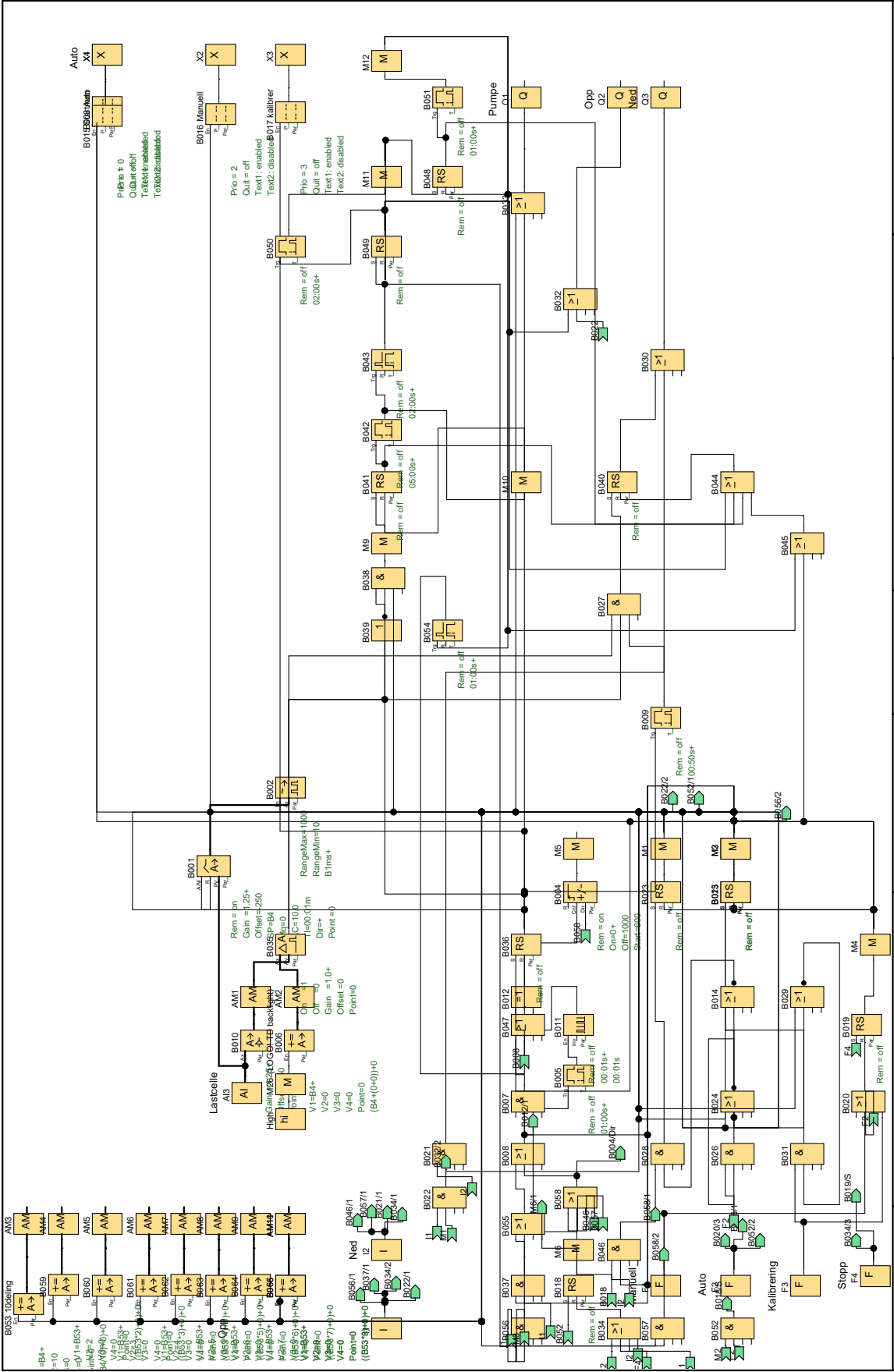
-
- [9] *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. Standard ISO 17025:2017(E). Geneva, CH: International Organization for Standardization, nov. 2017.
- [10] Gigasense AB. *Overload Guard(LKV)*. [Online; accessed 29-April-2022]. 2022. URL: <https://www.gigasense.se/product/overload-guard-lkv/>.
- [11] Gigasense AB. *Wireless Loadlink*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://www.gigasense.se/product/wireless-loadlink/>.
- [12] L. Hamill. *Understanding Hydraulics*. Palgrave Macmillan, 2011. ISBN: 9780230345867. URL: <https://books.google.no/books?id=0aocBQAAQBAJ>.
- [13] International Organization for Standardization. *ISO*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://www.iso.org/>.
- [14] Norsk Elektroteknisk Komité. *Elektriske lavspenningsinstallasjoner, NEK 400:2014*. 5. utg. Norsk Elektroteknisk Komité, 2014. ISBN: 978-82-91974-44-6.
- [15] Bjørnar Larsen. *Automatiseringsteknikk 1, Industriell måleteknikk*. Forlaget Vett & Viten AS, 2017. ISBN: 978-82-412-0747-1.
- [16] Bjørnar Larsen. *Automatiseringsteknikk 2, Praktisk reguleringsteknikk*. Forlaget Vett & Viten, 2013. ISBN: 978-82-412-0704-4.
- [17] Lovdata. *Forskrift om maskiner*. [Online; accessed 22-April-2022]. 2009. URL: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-05-20-544>.
- [18] *Metallic materials — Calibration and verification of static uniaxial testing machines — Part 1: Tension/compression testing machines — Calibration and verification of the force-measuring system*. Standard ISO 7500-1:2018(E). Geneva, CH: International Organization for Standardization, jun. 2018.
- [19] *Metallic materials — Calibration of force-proving instruments used for the verification of uniaxial testing machines*. Standard ISO 376:2011(E). Geneva, CH: International Organization for Standardization, jun. 2011.
- [20] Reliance Hexham. *Proof Load Testing*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://reliancehexham.com.au/services/testing/proof-load-testing/>.
- [21] Sparkfun. *Getting Started with Load Cells*. [Online; accessed 9-May-2022]. 2022. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/getting-started-with-load-cells/all>.
- [22] Store norske leksikon. *Strekkklapp*. [Online; accessed 19-April-2022]. 2022. URL: <https://snl.no/strekkklapp>.
- [23] Wikipedia. *Strain Gauge*. [Online; accessed 22-April-2022]. 2022. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Strain_gauge.

Appendix

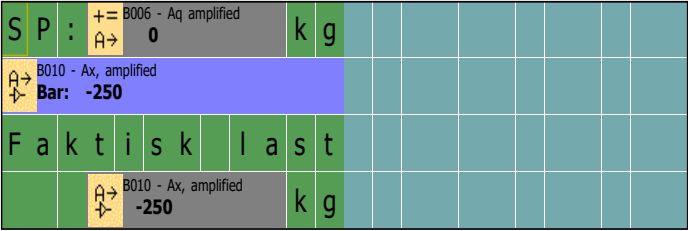
Koblingsskjema

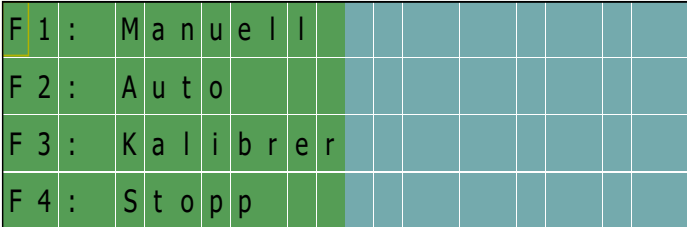
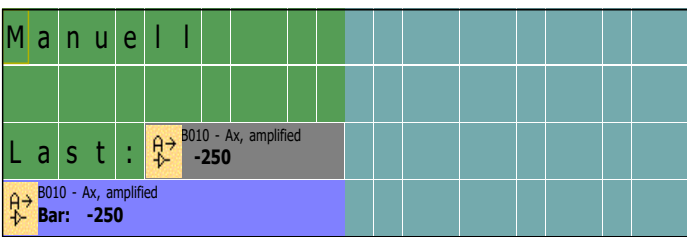
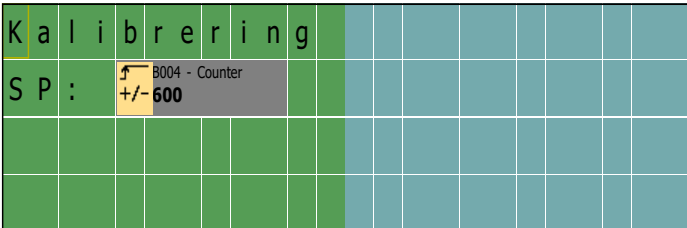


PLS Program



Creator:	Stian	Project:	
Checked:		Installation:	
Date:	2/22/22 8:23 PM/5/8/22 3:06 PM	File:	Batchlor_oppsett.lsc
		Customer:	
		Diagram No.:	1/7
		Page:	

Block Number (Type)	Parameter				
AI3(Analog input) : Lastcelle					
B001(PI controller) :	Rem = on Gain =1.25+ Offset=-250 SP=B4 Mq=0 KC=10.0 TI=00:01m Dir=+ Point =0				
B002(PWM) :	RangeMax=1000 RangeMin=10 B1ms+				
B003 Auto(Message texts) :  <p>Line1.4 B006-Aq Line2.1 Bar: B010-Ax;Max=1000;Min=0;Dir=Hor;Len=12 Line4.4 B010-Ax</p>	Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Message Destination - Both				
B004(Up/Down counter) :	Rem = on On=0+ Off=1000 Start=600				
B005(On-Delay) :	Rem = off 01:00s+				
B006(Mathematic instruction) :	V1=B4+ V2=0 V3=0 V4=0 Point=0 (B4+(0+0))+0				
B009(On-Delay) :	Rem = off 00:50s+				
B010(Analog Amplifier) :	Gain =1.25+ Offset=-250 Point =0				
B011(Asynchronous Pulse Generator) :	Rem = off 00:01s+ 00:01s				
B013(Latching Relay) :	Rem = off				
Creator:	Stian	Project:		Customer:	
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Date:	2/22/22 8:23 PM/5/8/22 3:06 PM	File:	Bachelor_oppsett.lsc	Page:	2 / 7

Block Number (Type)	Parameter				
<p>B015 Startmen(Message texts) :</p> 	<p>Prio = 1 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>--> Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Message Destination - Both</p>				
<p>B016 Manuell(Message texts) :</p>  <p>Line3.6 B010-Ax Line4.1 Bar: B010-Ax;Max=1000;Min=0;Dir=Hor;Len=12</p>	<p>Prio = 2 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>--> Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Message Destination - Both</p>				
<p>B017 kalibrer(Message texts) :</p>  <p>Line2.5 B004-Cnt</p>	<p>Prio = 3 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled</p> <p>--> Ticker setting - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Message Destination - Both</p>				
<p>B018(Latching Relay) :</p>	<p>Rem = off</p>				
<p>B019(Latching Relay) :</p>	<p>Rem = off</p>				
<p>B023(Latching Relay) :</p>	<p>Rem = off</p>				
<p>B025(Latching Relay) :</p>	<p>Rem = off</p>				
<p>Creator:</p>	<p>Stian</p>	<p>Project:</p>		<p>Customer:</p>	
<p>Checked:</p>		<p>Installation:</p>		<p>Diagram No.:</p>	
<p>Date:</p>	<p>2/22/22 8:23 PM/5/8/22 3:06 PM</p>	<p>File:</p>	<p>Bachelor_oppsett.lsc</p>	<p>Page:</p>	<p>3 / 7</p>

Block Number (Type)	Parameter				
B035(Analog Comparator) :	On =1 Off =0 Gain =1.0+ Offset =0 Point=0				
B036(Latching Relay) :	Rem = off				
B040(Latching Relay) :	Rem = off				
B041(Latching Relay) :	Rem = off				
B042(On-Delay) :	Rem = off 05:00s+				
B043(Off-Delay) :	Rem = off 02:00s+				
B048(Latching Relay) :	Rem = off				
B049(Latching Relay) :	Rem = off				
B050(On-Delay) :	Rem = off 02:00s+				
B051(On-Delay) :	Rem = off 01:00s+				
B053 10deling(Mathematic instruction) :	V1=B4+ V2=10 V3=0 V4=0 Point=0 ((B4/10)+0)+0				
B054(Off-Delay) :	Rem = off 01:00s+				
B059(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=2 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*2)+0)+0				
B060(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=3 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*3)+0)+0				
B061(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=4 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*4)+0)+0				
Creator:	Stian	Project:		Customer:	
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Date:	2/22/22 8:23 PM/5/8/22 3:06 PM	File:	Bachelor_oppsett.lsc	Page:	4 / 7

Block Number (Type)	Parameter				
B062(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=5 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*5)+0)+0				
B063(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=6 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*6)+0)+0				
B064(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=7 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*7)+0)+0				
B065(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=8 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*8)+0)+0				
B066(Mathematic instruction) :	V1=B53+ V2=9 V3=0 V4=0 Point=0 ((B53*9)+0)+0				
F1(LOGO! TD Function key) : Manuell					
F2(LOGO! TD Function key) : Auto					
F3(LOGO! TD Function key) : Kalibrering					
F4(LOGO! TD Function key) : Stopp					
I1(Input) : Opp					
I2(Input) : Ned					
Q1(Output) : Pumpe					
Q2(Output) : Opp					
Q3(Output) : Ned					
Creator:	Stian	Project:		Customer:	
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Date:	2/22/22 8:23 PM/5/8/22 3:06 PM	File:	Bachelor_oppsett.lsc	Page:	5 / 7

Block Number (Type)	Parameter				
X1(Open connector) : Auto					
Creator:	Stian	Project:		Customer:	
Checked:		Installation:		Diagram No.:	
Date:	2/22/22 8:23 PM/5/8/22 3:06 PM	File:	Bachelor_oppsett.lsc	Page:	6 / 7

Connection	Label
I1	
I2	
F1	
F2	
F3	
F4	
AI3	
Q1	
Q2	
Q3	
X1	
X2	
X3	
X4	



Datablader

Product data sheet

Specifications



TeSys Deca contactor - 3P(3 NO) - AC-3/AC-3e - ≤ 440 V 9 A - 24 V DC coil

LC1D09BD

Main

Range	TeSys TeSys Deca
Product name	TeSys D TeSys Deca
Product or component type	Contacteur
Device short name	LC1D
Contacteur application	Motor control Resistive load
Utilisation category	AC-4 AC-1 AC-3 AC-3e
Poles description	3P
Power pole contact composition	3 NO
[Ue] rated operational voltage	Power circuit: ≤ 690 V AC 25...400 Hz Power circuit: ≤ 300 V DC
[Ie] rated operational current	9 A (at <60 °C) at ≤ 440 V AC AC-3 for power circuit 25 A (at <60 °C) at ≤ 440 V AC AC-1 for power circuit 9 A (at <60 °C) at ≤ 440 V AC AC-3e for power circuit
Motor power kW	2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz (AC-3) 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz (AC-3) 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz (AC-3) 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz (AC-3) 5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz (AC-3) 2.2 kW at 400 V AC 50/60 Hz (AC-4) 2.2 kW at 220...230 V AC 50/60 Hz (AC-3e) 4 kW at 380...400 V AC 50/60 Hz (AC-3e) 4 kW at 415...440 V AC 50/60 Hz (AC-3e) 5.5 kW at 500 V AC 50/60 Hz (AC-3e) 5.5 kW at 660...690 V AC 50/60 Hz (AC-3e)
Motor power HP (UL / CSA)	1 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors 2 hp at 200/208 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 2 hp at 230/240 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 5 hp at 460/480 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 7.5 hp at 575/600 V AC 50/60 Hz for 3 phases motors 0.33 hp at 115 V AC 50/60 Hz for 1 phase motors
Control circuit type	DC standard
[Uc] control circuit voltage	24 V DC
Auxiliary contact composition	1 NO + 1 NC
[Uimp] rated impulse withstand voltage	6 kV conforming to IEC 60947
Overvoltage category	III

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

[I_{th}] conventional free air thermal current	25 A (at 60 °C) for power circuit 10 A (at 60 °C) for signalling circuit
I_{rms} rated making capacity	250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947 140 A AC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 250 A DC for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1
Rated breaking capacity	250 A at 440 V for power circuit conforming to IEC 60947
[I_{cw}] rated short-time withstand current	105 A 40 °C - 10 s for power circuit 210 A 40 °C - 1 s for power circuit 30 A 40 °C - 10 min for power circuit 61 A 40 °C - 1 min for power circuit 100 A - 1 s for signalling circuit 120 A - 500 ms for signalling circuit 140 A - 100 ms for signalling circuit
Associated fuse rating	10 A gG for signalling circuit conforming to IEC 60947-5-1 25 A gG at <= 690 V coordination type 1 for power circuit 20 A gG at <= 690 V coordination type 2 for power circuit
Average impedance	2.5 mOhm - I _{th} 25 A 50 Hz for power circuit
[U_i] rated insulation voltage	Power circuit: 690 V conforming to IEC 60947-4-1 Power circuit: 600 V CSA certified Power circuit: 600 V UL certified Signalling circuit: 690 V conforming to IEC 60947-1 Signalling circuit: 600 V CSA certified Signalling circuit: 600 V UL certified
Electrical durability	0.6 Mcycles 25 A AC-1 at U _e <= 440 V 2 Mcycles 9 A AC-3 at U _e <= 440 V 2 Mcycles 9 A AC-3e at U _e <= 440 V
Power dissipation per pole	1.56 W AC-1 0.2 W AC-3 0.2 W AC-3e
Front cover	With
Mounting support	Plate Rail
Standards	CSA C22.2 No 14 EN 60947-4-1 EN 60947-5-1 IEC 60947-4-1 IEC 60947-5-1 UL 508 IEC 60335-1
Product certifications	LROS (Lloyds register of shipping) CSA UL GOST DNV CCC GL BV RINA UKCA
Connections - terminals	Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² flexible without cable end Power circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm ² flexible without cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² flexible with cable end Power circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² flexible with cable end Power circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² solid without cable end Power circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm ² solid without cable end Control circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² flexible without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm ² flexible without cable end Control circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² flexible with cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...2.5 mm ² flexible with cable end Control circuit: screw clamp terminals 1 cable(s) 1...4 mm ² solid without cable end Control circuit: screw clamp terminals 2 cable(s) 1...4 mm ² solid without cable end
Tightening torque	Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver flat Ø 6 mm Power circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver Philips No 2 Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver flat Ø 6 mm Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver Philips No 2 Control circuit: 1.7 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver pozidriv No 2 Power circuit: 2.5 N.m - on screw clamp terminals - with screwdriver pozidriv No 2
Operating time	53.55...72.45 ms closing 16...24 ms opening
Safety reliability level	B10d = 1369863 cycles contactor with nominal load conforming to EN/ISO 13849-1 B10d = 20000000 cycles contactor with mechanical load conforming to EN/ISO 13849-1
Mechanical durability	30 Mcycles

Maximum operating rate	3600 cyc/h 60 °C
-------------------------------	------------------

Complementary

Coil technology	Built-in bidirectional peak limiting diode suppressor
Control circuit voltage limits	0.1...0.25 Uc (-40...70 °C):drop-out DC 0.7...1.25 Uc (-40...60 °C):operational DC 1...1.25 Uc (60...70 °C):operational DC
Time constant	28 ms
Inrush power in W	5.4 W (at 20 °C)
Hold-in power consumption in W	5.4 W at 20 °C
Auxiliary contacts type	type mechanically linked 1 NO + 1 NC conforming to IEC 60947-5-1 type mirror contact 1 NC conforming to IEC 60947-4-1
Signalling circuit frequency	25...400 Hz
Minimum switching current	5 mA for signalling circuit
Minimum switching voltage	17 V for signalling circuit
Non-overlap time	1.5 ms on de-energisation between NC and NO contact 1.5 ms on energisation between NC and NO contact
Insulation resistance	> 10 MOhm for signalling circuit

Environment

IP degree of protection	IP20 front face conforming to IEC 60529
Climatic withstand	conforming to IACS E10 conforming to IEC 60947-1 Annex Q category D
Protective treatment	TH conforming to IEC 60068-2-30
Pollution degree	3
Ambient air temperature for operation	-40...60 °C 60...70 °C with derating
Ambient air temperature for storage	-60...80 °C
Operating altitude	0...3000 m
Fire resistance	850 °C conforming to IEC 60695-2-1
Mechanical robustness	Vibrations contactor open: 2 Gn, 5...300 Hz Vibrations contactor closed: 4 Gn, 5...300 Hz Shocks contactor open: 10 Gn for 11 ms Shocks contactor closed: 15 Gn for 11 ms
Height	77 mm
Width	45 mm
Depth	95 mm
Net weight	0.48 kg

Packing Units

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Weight	520.5 g
Package 1 Height	5 cm
Package 1 width	9 cm
Package 1 Length	11 cm
Unit Type of Package 2	S02

Number of Units in Package 2	15
Package 2 Weight	8.036 kg
Package 2 Height	15 cm
Package 2 width	30 cm
Package 2 Length	40 cm
Unit Type of Package 3	P06
Number of Units in Package 3	240
Package 3 Weight	136.568 kg
Package 3 Height	75 cm
Package 3 width	80 cm
Package 3 Length	60 cm

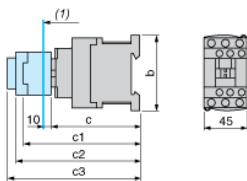
Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
REACH Regulation	REACH Declaration
EU RoHS Directive	Compliant EU RoHS Declaration
Mercury free	Yes
RoHS exemption information	Yes
China RoHS Regulation	China RoHS declaration Product out of China RoHS scope. Substance declaration for your information
Environmental Disclosure	Product Environmental Profile
Circularity Profile	End of Life Information
WEEE	The product must be disposed on European Union markets following specific waste collection and never end up in rubbish bins
PVC free	Yes
California proposition 65	WARNING: This product can expose you to chemicals including: Antimony oxide & Antimony trioxide, which is known to the State of California to cause cancer. For more information go to www.P65Warnings.ca.gov

Contractual warranty

Warranty	18 months
-----------------	-----------

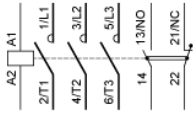
Dimensions



(1) Minimum electrical clearance

LC1		D09...D18	D093...D123	D099...D129
b		77	99	80
c	without cover or add-on blocks	93	93	93
	with cover, without add-on blocks	95	95	95
c1	with LAD N or C (2 or 4 contacts)	126	126	126
c2	with LA6 DK10	138	138	138
c3	with LAD T, R, S	146	146	146
	with LAD T, R, S and sealing cover	150	150	150

Wiring



LOGO!12/24RCE, LOGIC MOD., DISPL. PU/I/O: 12/24V
 DC/RELAY,
 8 DI (4AI)/4 DO;
 MEM 400 BLOCKS EXPANDABLE, ETHERNET



Installation type/mounting	
Mounting	On 35 mm DIN rail, 6 spacing units wide
Supply voltage	
12 V DC	Yes
24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	10.8 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Time of day	
Time switching clocks	
Number	333
Power reserve	480 h
Digital inputs	
Number/binary inputs	8 ; Of which 4 can be used in analog mode (0 to 10 V)
Digital outputs	
Number/binary outputs	4 ; Relay
Functionality/short-circuit strength	No ; external fusing necessary
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	

with inductive load, max.	3 A
Switching frequency/contacts/at ohmic load/maximum	10 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011 (limit class B)	Yes ; Radio interference suppression according to EN55011, Limit Value Class B
Degree and class of protection	
IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
Marine approval	Yes
Developed according to IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Ambient conditions	
Operating temperature	
Min.	0 °C
max.	55 °C
Dimensions	
Width	107 mm
Height	90 mm
Depth	55 mm
Status	Jul 22, 2013

A.10 Technical data: LOGO! AM2

LOGO! AM2	
Power supply	
Input voltage	12/24 VDC
Permissible range	10.8 VDC to 28.8 VDC
Power consumption	15 mA to 30 mA
Voltage failure buffering	Typ. 10 ms
Power loss at	
<ul style="list-style-type: none"> • 12 VDC • 24 VDC 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.2 W to 0.4 W • 0.4 W to 0.8 W
Electrical isolation	No
Reverse polarity protection	Yes
Ground terminal	For connecting ground and shielding of the analog measuring line
Analog inputs	
Number	2
Type	Unipolar
Input range	0 VDC to 10 VDC (input impedance 76 kΩ) or 0/4 mA to 20 mA (input impedance <250 Ω)
Resolution	10 bit, normalized to 0 to 1000
Cycle time for analog value generation	50 ms
Electrical isolation	No
Line length (shielded and twisted)	Max. 10 m
Encoder supply voltage	None
Error limit	± 1.5%
Interference frequency suppression	55 Hz

A.11 Technical data: LOGO! AM2 RTD

LOGO! AM2 RTD	
Power supply	
Input voltage	12/24 VDC
Permissible range	10.8 VDC to 28.8 VDC
Power consumption	15 mA to 30 mA
Voltage failure buffering	Typ. 10 ms
Power loss at	
<ul style="list-style-type: none"> • 12 VDC • 24 VDC 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.2 W to 0.4 W • 0.4 W to 0.8 W
Electrical isolation	No



LOGO!Power/1AC/24VDC/4A

LOGO!Power 24 V / 4 A stabilized power supply input: 100-240 V AC
output: 24 V DC / 4 A *Ex approval no longer available*

Input	
type of the power supply network	1-phase AC or DC
supply voltage at AC	
<ul style="list-style-type: none"> • minimum rated value • maximum rated value • initial value • full-scale value 	100 V 240 V 85 V 264 V
input voltage	
<ul style="list-style-type: none"> • at DC 	110 ... 300 V
design of input wide range input	Yes
overvoltage overload capability	300 V AC for 1 s
operating condition of the mains buffering	at $V_{in} = 187\text{ V}$
buffering time for rated value of the output current in the event of power failure minimum	40 ms
operating condition of the mains buffering	at $V_{in} = 187\text{ V}$
line frequency	
<ul style="list-style-type: none"> • 1 rated value • 2 rated value 	50 Hz 60 Hz
line frequency	47 ... 63 Hz
input current	
<ul style="list-style-type: none"> • at rated input voltage 120 V • at rated input voltage 230 V 	1.95 A 0.97 A
current limitation of inrush current at 25 °C maximum	31 A
I ² t value maximum	2.5 A ² ·s
fuse protection type	internal
<ul style="list-style-type: none"> • in the feeder 	Recommended miniature circuit breaker: from 10 A characteristic B or from 6 A characteristic C
Output	
voltage curve at output	Controlled, isolated DC voltage
output voltage at DC rated value	24 V
output voltage	
<ul style="list-style-type: none"> • at output 1 at DC rated value 	24 V
relative overall tolerance of the voltage	3 %
relative control precision of the output voltage	
<ul style="list-style-type: none"> • on slow fluctuation of input voltage • on slow fluctuation of ohm loading 	0.1 % 0.1 %
residual ripple	
<ul style="list-style-type: none"> • maximum • typical 	200 mV 30 mV
voltage peak	

<ul style="list-style-type: none"> • maximum 	300 mV
<ul style="list-style-type: none"> • typical 	50 mV
adjustable output voltage	22.2 ... 26.4 V
product function output voltage adjustable	Yes
type of output voltage setting	via potentiometer
display version for normal operation	Green LED for output voltage OK
behavior of the output voltage when switching on	No overshoot of Vout (soft start)
response delay maximum	0.5 s
voltage increase time of the output voltage	
<ul style="list-style-type: none"> • typical 	100 ms
output current	
<ul style="list-style-type: none"> • rated value 	4 A
<ul style="list-style-type: none"> • rated range 	0 ... 4 A; +55 ... +70 °C: Derating 2%/K
supplied active power typical	96 W
product feature	
<ul style="list-style-type: none"> • bridging of equipment 	Yes
number of parallel-switched equipment resources for increasing the power	2
Efficiency	
efficiency in percent	89 %
power loss [W]	
<ul style="list-style-type: none"> • at rated output voltage for rated value of the output current typical 	12 W
<ul style="list-style-type: none"> • during no-load operation maximum 	0.3 W
Closed-loop control	
relative control precision of the output voltage with rapid fluctuation of the input voltage by +/- 15% typical	0.2 %
relative control precision of the output voltage at load step of resistive load 10/90/10 % typical	2 %
setting time	
<ul style="list-style-type: none"> • load step 10 to 90% typical 	1 ms
<ul style="list-style-type: none"> • load step 90 to 10% typical 	1 ms
Protection and monitoring	
design of the overvoltage protection	Yes, according to EN 60950-1
response value current limitation typical	5 A
property of the output short-circuit proof	Yes
design of short-circuit protection	Constant current characteristic
enduring short circuit current RMS value	
<ul style="list-style-type: none"> • maximum 	5 A
overcurrent overload capability in normal operation	overload capability 150% Iout rated typ. 200 ms
display version for overload and short circuit	-
measuring point for output current	50 mV =^ 4 A
overcurrent overload capability when switching on	150% Iout rated typ. 200 ms
Safety	
galvanic isolation between input and output	Yes
galvanic isolation	Safety extra-low output voltage Uout acc. to EN 60950-1 and EN 50178
operating resource protection class	Class II (without protective conductor)
protection class IP	IP20
Approvals	
certificate of suitability	
<ul style="list-style-type: none"> • CE marking 	Yes
<ul style="list-style-type: none"> • UL approval 	Yes; cULus-Listed (UL 508, CSA C22.2 No. 107.1), File E197259; cURus-Recognized (UL 60950, CSA C22.2 No. 60950), File E151273
<ul style="list-style-type: none"> • CSA approval 	Yes; cULus-Listed (UL 508, CSA C22.2 No. 107.1), File E197259; cURus-Recognized (UL 60950, CSA C22.2 No. 60950), File E151273
<ul style="list-style-type: none"> • cCSAus, Class 1, Division 2 	No
<ul style="list-style-type: none"> • ATEX 	No
certificate of suitability	
<ul style="list-style-type: none"> • IECEx 	No
<ul style="list-style-type: none"> • NEC Class 2 	No
<ul style="list-style-type: none"> • ULhazloc approval 	No

• FM registration	No
type of certification CB-certificate	Yes
certificate of suitability	
• EAC approval	Yes
certificate of suitability shipbuilding approval	Yes
shipbuilding approval	ABS, BV, DNV GL, LRS
Marine classification association	
• American Bureau of Shipping Europe Ltd. (ABS)	Yes
• French marine classification society (BV)	Yes
• DNV GL	Yes
• Lloyds Register of Shipping (LRS)	Yes
• Nippon Kaiji Kyokai (NK)	No
EMC	
standard	
• for emitted interference	EN 55022 Class B
• for mains harmonics limitation	EN 61000-3-2
• for interference immunity	EN 61000-6-2
environmental conditions	
ambient temperature	
• during operation	-25 ... +70 °C; with natural convection
• during transport	-40 ... +85 °C
• during storage	-40 ... +85 °C
environmental category according to IEC 60721	Climate class 3K3, 5 ... 95% no condensation
Mechanics	
type of electrical connection	screw-type terminals
• at input	L, N: 1 screw terminal each for 0.5 ... 2.5 mm ² single-core/finely stranded
• at output	+, -: 1 screw terminal each for 0.5 ... 2.5 mm ²
• for auxiliary contacts	-
width of the enclosure	72 mm
height of the enclosure	90 mm
depth of the enclosure	53 mm
required spacing	
• top	20 mm
• bottom	20 mm
• left	0 mm
• right	0 mm
net weight	0.29 kg
product feature of the enclosure housing can be lined up	Yes
fastening method	Snaps onto DIN rail EN 60715 35x7.5/15, direct mounting in different mounting positions
MTBF at 40 °C	2 391 480 h
other information	Specifications at rated input voltage and ambient temperature +25 °C (unless otherwise specified)



U4000 Series

Universal Tension/Compression
Load Cell

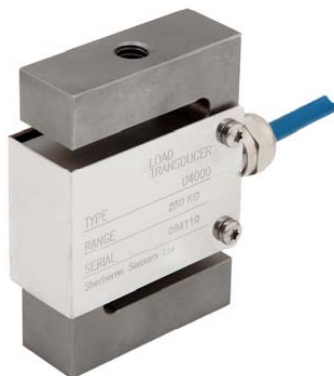
Introduction

The U4000 series is a range of high performance tension-compression load cells that provide unrivalled performance in a wide range of force and load measurement applications.

During manufacture, special attention is paid to control the parallelism of the top and bottom mounting surfaces together with the alignment of the fixing threads, which makes the product ideal for direct mounting in materials testing machines.

All versions benefit from very low deflection under load, which is an important factor for many force measurement applications. Each load cell is individually compensated for thermal effects on zero and sensitivity and they all offer excellent linearity characteristics for both tension and compression use.

The U4000 can be supplied calibrated with Sherborne instrumentation products to provide a complete force measuring system.



Features

- ❑ Stainless steel construction
- ❑ High frequency response
- ❑ Low deflection
- ❑ 50N to 50kN ranges available

Specifications

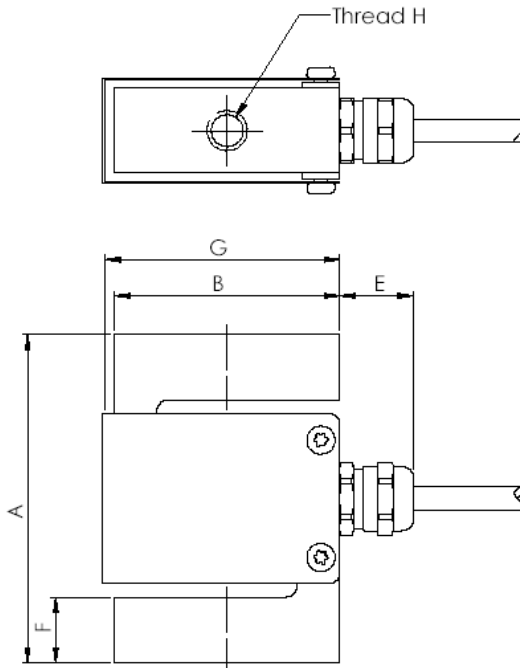
Standard Ranges	kg	1, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000
Operational mode		Compression/tension
Recommended Excitation Voltage	VDC	10
Maximum Excitation Voltage	VDC	15
Full Scale Output	mV/Volt (nominal)	2.7
Combined Error	± % Full Scale (max)	0.03
Non-repeatability	± % Full Scale (max)	0.015
Operating Temperature Range	°C	-20 to +80
Compensated Temperature Range	°C	0 to +60
Thermal Zero Shift	% Full Scale/°C (max)	±0.002
Thermal Sensitivity Shift	% Reading/°C (max)	±0.002
Input Resistance	Ω (nominal)	375
Output Resistance	Ω (nominal)	350
Overload Capacity	% Full Scale	150
Environmental protection level	IEC529	IP54 (IP65 Option ≥ 500kg)
Documentation		Individual calibration data sheet

U4000 Series

Universal Tension/Compression
Load Cell


Sherborne Sensors
.... the first choice in precision

Outline Dimensions



Range	Material	A	B	C	D	E	F	G	H
1 kg to 25kg	Al Alloy	60	50	22	13	11	8	53	M8 x 1.25
50kg to 250kg	Stainless Steel	70	48	27	18	16	14	50	M8 x 1.25
500kg to 1000kg	Stainless Steel	75	48	39	30	16	15	50	M12 x 1.75
2500kg to 5000kg	Stainless Steel	90	63	47	38	16	23	66	M16 x 2

Notes

1. Signal polarity shown is for tension operation.
2. Each U4000 is supplied fitted with a 2m, 6-conductor shielded cable.



In North America: Email: nasales@sherbornesensors.com
Rest of World: Email: sales@sherbornesensors.com
Website: www.sherbornesensors.com



Sherborne Sensors, a Nova Metrix company

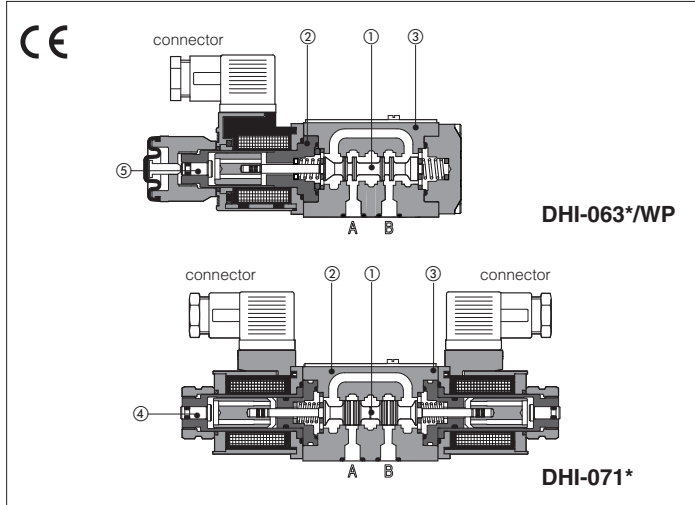


U4000 - 2013 Iss 1

Solenoid directional valves type DHI

direct, spool type

Phase-out component not recommended for new applications



Spool type, two or three position, direct operated valves with solenoids certified according to the North American standard **cURus**.

Solenoids ② are made by:

- wet type flanged tube, same for AC and DC power supply, with integrated manual override pin ④
- interchangeable coils, specific for AC or DC power supply, easily replaceable without tools - see section 5 for available voltages

Standard coils protection **IP65**, optional coils with IP67 AMP Junior Timer, XK Deutsch or Lead Wire connections.

Wide range of interchangeable spools ①, see section 2

The valve body ③ is 3 chamber type made by shell-moulding casting with wide internal passages.

Mounting surface: **ISO 4401 size 06**

Max flow: **60 l/min**

Max pressure: **350 bar**

1 MODEL CODE	DHI - 0	61	1 / A - X	24 DC	* / *
Directional control valves size 06					Seals material, see section 8: - = NBR PE = FKM BT = HNBR
Valve configuration, see section 2					Series number
61 = single solenoid, center plus external position, spring centered 63 = single solenoid, 2 external positions, spring offset 67 = single solenoid, center plus external position, spring offset 70 = double solenoid, 2 external positions, without springs 71 = double solenoid, 3 positions, spring centered 75 = double solenoid, 2 external positions, with detent 77 = double solenoid, center plus external position, without springs					Voltage code, see section 5
Spool type, see section 2					00 = valve without coils X = without connector See section 13 for available connectors, to be ordered separately Coils with special connectors, see section 10 XJ = AMP Junior Timer connector XK = Deutsch connector XS = Lead Wire connection
					Options, see note 1 at section 4

2 CONFIGURATIONS and SPOOLS (representation according to ISO 1219-1)

Configurations	Spools	Configurations	Spools
<p>61</p> <p>61/A</p> <p>67</p> <p>67/A</p> <p>71</p> <p>77</p>	<p>1 0 2</p> <p>1 0 2</p> <p>1 0 2</p> <p>1 0 2</p> <p>0</p> <p>4</p> <p>8</p> <p>19</p> <p>49</p> <p>67/1</p> <p>5</p> <p>9</p> <p>13</p> <p>17</p> <p>16</p> <p>1/9</p>	<p>63</p> <p>63/A</p> <p>70</p> <p>75</p>	<p>1 0 2</p> <p>0/2</p> <p>1/2</p> <p>2/2</p>

(1): spool type 6/7 available only for configuration 61, not available for version /A

Note: see also section 4, note 3, for special shaped spools

3 MAIN CHARACTERISTICS, SEALS AND HYDRAULIC FLUID - for other fluids not included in below table, consult our technical office

Assembly position / location	Any position for all valves except for type - 70 and 77 (without springs) that must be installed with horizontal axis if operated by impulses		
Subplate surface finishing	Roughness index Ra 0,4 - flatness ratio 0,01/100 (ISO 1101)		
MTTFd values according to EN ISO 13849	150 years, for further details see technical table P007		
Ambient temperature	Standard = -30°C ÷ +70°C / PE option = -20°C ÷ +70°C / BT option = -40°C ÷ +70°C		
Storage temperature	Standard = -30°C ÷ +80°C / PE option = -20°C ÷ +80°C / BT option = -40°C ÷ +80°C		
Surface protection	Body: zinc coating with black passivation Coil: plastic encapsulation		
Corrosion resistance	Salt spray test (EN ISO 9227) > 200 h		
Compliance	CE to Low Voltage Directive 2014/35/EU RoHS Directive 2011/65/EU as last update by 2015/65/EU REACH Regulation (EC) n°1907/2006		
Seals, recommended fluid temperature	NBR seals (standard) = -20°C ÷ +80°C, with HFC hydraulic fluids = -20°C ÷ +50°C FKM seals (/PE option) = -20°C ÷ +80°C HNBR seals (/BT option) = -40°C ÷ +60°C, with HFC hydraulic fluids = -40°C ÷ +50°C		
Recommended viscosity	15÷100 mm ² /s - max allowed range 2.8 ÷ 500 mm ² /s		
Max fluid contamination level	ISO4406 class 20/18/15 NAS1638 class 9, see also filter section at www.atos.com or KTF catalog		
Hydraulic fluid	Suitable seals type	Classification	Ref. Standard
Mineral oils	NBR, FKM, HNBR	HL, HLP, HLPD, HVLP, HVLPD	DIN 51524
Flame resistant without water	FKM	HFDU, HFDR	ISO 12922
Flame resistant with water	NBR, HNBR	HFC	
Flow direction	As shown in the symbols of table 2		
Operating pressure	Ports P,A,B: 350 bar; Port T 120 bar		
Rated flow	See diagrams Q/Δp at section 6		
Maximum flow	60 l/min , see operating limits at section 7		


3.1 Coils characteristics

Insulation class	H (180°C) Due to the occurring surface temperatures of the solenoid coils, the European standards EN ISO 13732-1 and EN ISO 4413 must be taken into account
Protection degree DIN EN 60529	IP 65 (with connectors 666, 667, 669 or E-SD correctly assembled)
Relative duty factor	100%
Supply voltage and frequency	See electric feature 6
Supply voltage tolerance	± 10%
Certification	cURus

4 NOTES

1 Options

- A** = Solenoid mounted at side of port B (only for single solenoid valves). In standard versions, solenoid is mounted at side of port A.
- WP** = prolonged manual override protected by rubber cap - see section 11.

 The manual override operation can be possible only if the pressure at T port is lower than 50 bar.
MV, MO = auxiliary hand lever positioned vertically (MV) or horizontally (MO). For available configuration and dimensions see table E138.

2 Accessories

WPD/H = manual override with detent, to be ordered separately, see tab. K150

3 Special shaped spools

- spools type **0** and **3** are also available as **0/1** and **3/1** with restricted oil passages in central position, from user ports to tank.
- spools type **1, 4, 5** and **58** are also available as **1/1, 4/8, 5/1** and **58/1**. They are properly shaped to reduce water-hammer shocks during the swiching.
- spools type **1, 3, 8** and **1/2** are available as **1P, 3P, 8P** and **1/2P** to limit valve internal leakages.
- spool type **1/9** has closed center in rest position but it avoids the pressurization of A and B ports due to the internal leakages.
- Other types of spools can be supplied on request.

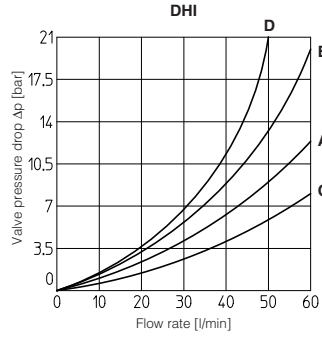
5 ELECTRIC FEATURES

External supply nominal voltage ± 10%	Voltage code	Type of connector	Power consumption (2)	Code of spare coil	Colour of coil label		
				DHI			
6 DC	6 DC	666 or 667	33 W	COU-6DC / 80	brown		
9 DC	9 DC			COU-9DC / 80	light blue		
12 DC	12 DC			COU-12DC / 80	green		
14 DC	14 DC			COU-14DC / 80	brown		
18 DC	18 DC			COU-18DC / 80	blue		
24 DC	24 DC			COU-24DC / 80	red		
28 DC	28 DC			COU-28DC / 80	silver		
48 DC	48 DC			COU-48DC / 80	silver		
110 DC	110 DC			COU-110DC / 80	black		
125 DC	125 DC			COU-125DC / 80	silver		
220 DC	220 DC			COU-220DC / 80	black		
24/50 AC	24/50/60 AC			669	60 VA (3)	COI-24/50/60AC / 80 (1)	pink
24/60 AC						COI-48/50/60AC / 80 (1)	white
48/50 AC	48/50/60 AC					COI-110/50/60AC / 80 (1)	yellow
48/60 AC		COI-120/60AC / 80	white				
110/50 AC	110/50/60 AC	COI-230/50/60AC / 80 (1)	light blue				
120/60 AC	120/60 AC	COI-230/60AC / 80	silver				
230/50 AC	230/50/60 AC	669	33 W	COU-110RC / 80	gold		
230/60 AC	230/60 AC			COU-230RC / 80	blue		
230/60 AC	230RC						

(1) Coil can be supplied also with 60 Hz of voltage frequency; in this case the performances are reduced by 10÷15% and the power consumption is 55 VA
(2) Average values based on tests performed at nominal hydraulic condition and ambient/coil temperature of 20°C.
(3) When solenoid is energized, the inrush current is approx 3 times the holding current. Inrush current values correspond to a power consumption of about 150 VA.

6 Q/ΔP DIAGRAMS based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C

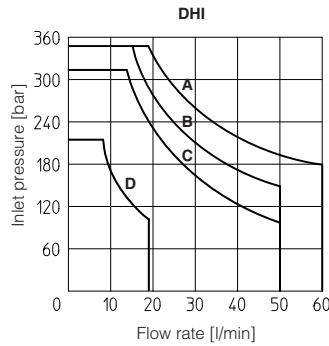
Flow direction	P→A	P→B	A→T	B→T	P→T
Spool type					
0, 0/1	C	C	C	C	
0/2, 1, 1/1, 1/2	A	A	A	A	
2, 3, 3/1	A	A	C	C	
2/2, 4, 4/8, 5, 5/1, 58, 58/1, 94	D	D	D	D	A
6, 7, 16, 17	A	A	C	A	
8	C	C	B	B	
9, 19, 90, 91	B	B	A	A	
1/9, 39, 93	D	D	D	D	



7 OPERATING LIMITS based on mineral oil ISO VG 46 at 50°C

The diagrams have been obtained with warm solenoids and power supply at lowest value ($V_{nom} - 10\%$). The curves refer to application with symmetrical flow through the valve (i.e. P→A and B→T). In case of asymmetric flow and if the valves have the devices for controlling the switching times the operating limits must be reduced.

Curve	Spool type
A	0, 1, 1/2, 8
B	0/1, 0/2, 1/1, 1/9, 3, 3/1
C	4, 4/8, 5, 5/1, 6, 7, 16, 17, 19, 39, 49, 58, 58/1, 09, 90, 91, 93, 94
D	2, 2/2



8 SWITCHING TIMES (average values in msec)

Valve	Switch-on AC	Switch-on DC	Switch-off
DHI + 666 / 667	30	45	20
DHI + 669	45	—	80
DHI + E-SD	30	45	50

Test conditions:

- 36 l/min; 150 bar
- nominal voltage
- 2 bar of counter pressure on port T
- mineral oil: ISO VG 46 at 50°C.

The elasticity of the hydraulic circuit and the variations of the hydraulic characteristics and temperature affect the response time.

9 SWITCHING FREQUENCY

Valve	AC (cycles/h)	DC (cycles/h)
DHI + 666 / 667	7200	15000

10 COILS WITH SPECIAL CONNECTORS only for voltage supply 12, 14, 24, 28 Vdc

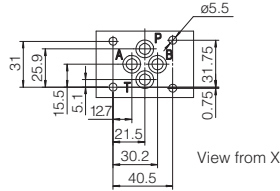
AMP Junior timer connector	Deutsch connector DT-04-2P	Lead Wire connection
<p>Options -XJ Coil type COUJ, AMP Junior Timer connector Protection degree IP67</p>	<p>Options -XK Coil type COUK Deutsch connector DT-04-2P male Protection degree IP67</p>	<p>Options -XS Coil type COUS, Lead Wire connection Cable length = 180 mm</p>

Note: For the electric characteristics refer to standard coils features - see section 5

11 DIMENSIONS [mm]

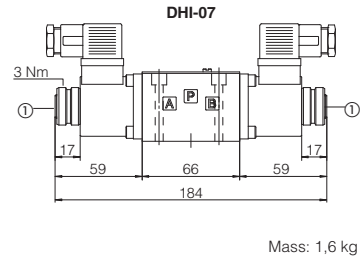
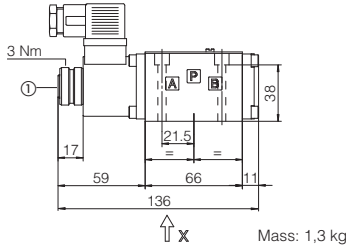
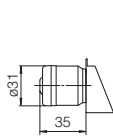
ISO 4401: 2005
Mounting surface: 4401-03-02-0-05

Fastening bolts:
 4 socket head screws M5x50 class 12.9
 Tightening torque = 8 Nm
 Seals: 4 OR 108
 Ports P,A,B,T: $\varnothing = 7.5$ mm (max).



P = PRESSURE PORT
A, B = USE PORT
T = TANK PORT

OPTION /WP



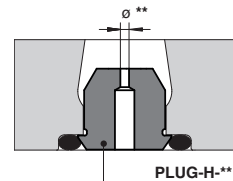
① Standard manual override PIN
 ⚠ The manual override operation can be possible only if the pressure at T ports is lower than 50 bar

Overall dimensions refer to valves with connectors type 666

12 PLUG-IN RESTRICTOR (to be ordered separately)

The use of plug-in restrictors in valve's ports P or A or B may be necessary in case of particular conditions as long flexible hoses or the presence of accumulators which could cause at the valve switching instantaneous high flow peaks over the max valve's operating limits.

PLUG-H	-	**	A
<p>08, 10, 12, 15 calibrated orifice diameter in tenths of mm Example PLUG-H-12 = orifice diameter 1,2 mm Other orifice dimensions are available on request</p>			
<p>Short calibrated orifice</p>			



13 ELECTRIC CONNECTORS ACCORDING TO DIN 43650 (to be ordered separately, see tech table K500)

666 = standard connector IP-65, suitable for direct connection to electric supply source
667 = as 666, but with built-in signal led. Available for power supply voltage 24 AC or DC, 110 AC or DC, 220 AC or DC
669 = with built-in rectifier bridge for supplying DC coils by alternate current (AC 110V and 230V - I_{max} 1A)
E-SD = electronic connector which eliminates electric disturbances when solenoid valves are de-energized

14 MOUNTING SUBPLATES

Model	Ports location	GAS Ports A-B-P-T	Ø Counterbore [mm] A-B-P-T	Mass [kg]
BA-202	Ports A, B, P, T underneath;	3/8"	-	1,2
BA-204	Ports P, T underneath; ports A, B on lateral side	3/8"	25,5	1,8
BA-302	Ports A, B, P, T underneath	1/2"	30	1,8

The subplates are supplied with 4 fastening bolts M5x50. Also available are multi-station subplates and modular subplates. For further details see table K280.

WEIGHT TRANSMITTER

Model: JY-S60

Power Supply: 24VDC

Output: 0-5V / 0-10V & 4-20mA

Plate size: 9*5.2*2.5cm.

The shell and wire joint are all waterproof design, good seal, suitable for bad environment

Plastic shell, sturdy and durable, good anti-jamming performance

High precision amplifier circuit with high precision and good stability

Power supply has the function of anti connection protection, surge protection and over current protection

It is suitable for the use of various strain sensors, such as weighing, pulling pressure, torque and so on.

Working voltage: 12-24VDC

Output signal: 0-5V, 0-10V, 4-20MA

Input signal: sensor sensitivity 1.0mV/V, 2.0mV/V optional

Output incentive: output excitation voltage 5V /10V (E+).

Working temperature range: -20-80 C

Working environment humidity: 10%RH-90%RH (no condensation)

Precision: better than 0.2%F.S

输入信号 [⊕]	S+ [⊕]	S- [⊖]	E+ [⊕]	GND [⊖]	GNDD [⊖]
接线标识 [⊕]					
接线定义 [⊕]	信号+ [⊕]	信号- [⊖]	激励电源+ [⊕]	激励电源- [⊖]	屏蔽 [⊖]
输出信号 [⊕]	24V [⊕]	GND [⊖]	I0 [⊖]	V0 [⊖]	GNDD [⊖]
接线标识 [⊕]					
接线定义 [⊕]	供电电源+ [⊕]	供电电源- [⊖]	电流输出 [⊖]	电压输出 [⊖]	屏蔽 [⊖]