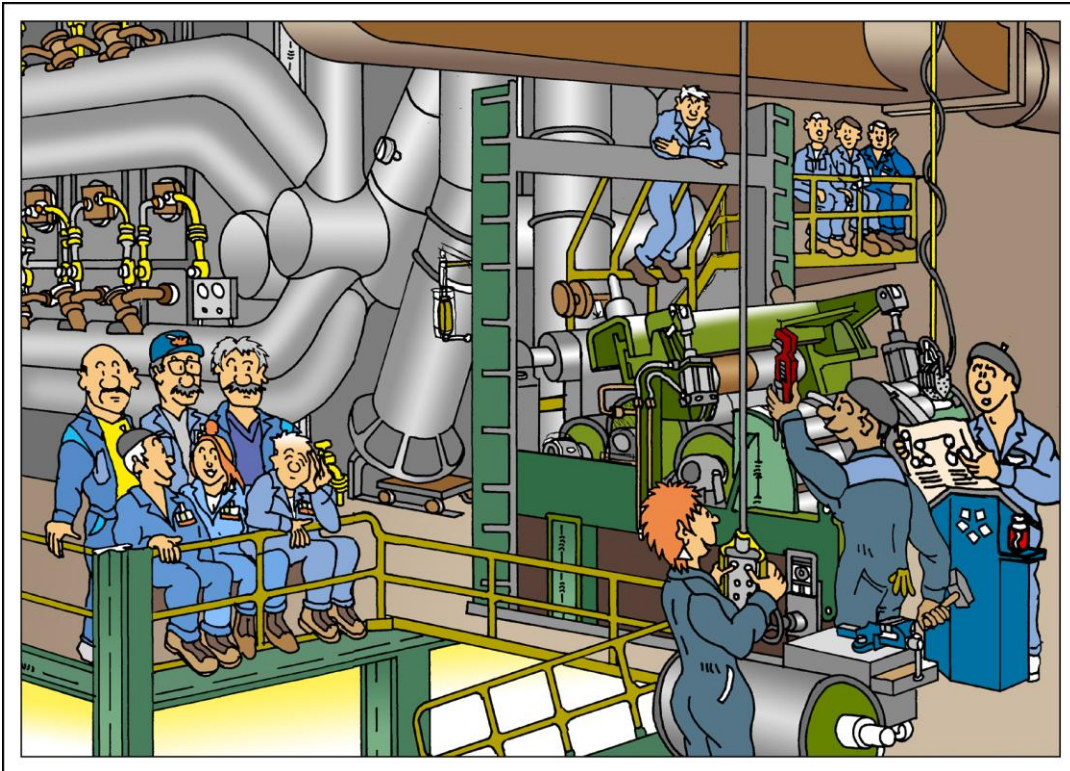


Trekbeheersing CA11



Datum:
19 december 2009

Plaats:
IJmuiden

Bedrijf:
Corus Packaging Plus (CPP)

Auteur:
Peter Meinsma
Student ID 1517369

Studierichting:
B AOT Variant Elektrotechnische Installatietechniek

In opdracht van:
Hogeschool Utrecht

Begeleider HU:
Albert Moes

Begeleider Corus:
Laus Groot

Voorwoord

Deze scriptie is geschreven in het kader van mijn afstudeeropdracht aan de Hogeschool Utrecht, opleiding B AOT Variant Elektrotechnische Installatietechniek.
De afstudeeropdracht is uitgevoerd bij Corus Packaging Plus Sectie 3 te IJmuiden.

Een woord van dank gaat uit naar:

Alle medewerkers van sectie 3 CPP, met name W. Braak hij heeft de mogelijkheid qua tijd gecreëerd, waardoor ik mijn afstudeeropdracht heb kunnen maken.

Tevens wil ik hier Laus Groot en Albert Moes bedanken, die mij tijdens het proces van schrijven en herschrijven van de nodige positief maar ook kritische feedback hebben voorzien.

En tenslotte wil ik mijn gezin bedanken, die mij tot het laatst aan toe maximaal gesteund hebben.

Peter Meinsma
december '09

Afkortingen en begrippen

ADC	Analoog digital conversie	
BA	Batch Annealing	Stapel gloeiovens
Bridle	Trekrol	
CA11	Continuous Annealing	Continu gloeioven
CL	Currentloop	
CPP	Corus Packaging Plus	
CT-Net	Veldbus Control Techniques	
DMC	Dynamic Motor Control	
DKG11	Dubbelkoud gewalst	
Entryloop tower	Intree lussentoren	
Exitloop tower	Uittree lussentoren	
EV	Elektrolytische vertinlijn	
FPM	Feet per min.	
Furnace	Oven	
GRAPHTEC	Schrijvend meetsysteem	
HW48	Hardingswals 48"	
KW	Koudwals	
Loadbalance	Stroomverhouding verdeling	
LT	Lussentoren	
MD29	Applicatiemodule. - 2e processor tbv applicatiespecifieke software	
Mentor II	Digitale gelijkstroom regelaar	
MOC	Management of change	
Pinch	Vouwen in de band door trek	
PRINS	PRoces INformatie Systeem (data log system)	
Recoiling	Oprollen	
RIE	Risico inventarisatie en evaluatie	
SL	Speedloop	
Slack	Ruimte variatie in de band (strip)	
SMB	Schoonmaakbaan	
SWI	Standaard Werk Instructie	

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	2
Afkortingen en begrippen	3
Inhoudsopgave	4
1. Samenvatting.....	7
2. Inleiding	8
2.1. Doelstelling	8
3. Bedrijfsbeschrijving	9
3.1. Productstroom CPP	11
3.1.1. Inleiding.....	11
3.1.2. Beitsen.....	11
3.1.3. Koudwalsen	12
3.1.4. Schoonmaken.....	12
3.1.5. Gloeien	13
3.1.6. Nawalsen	14
3.1.7. Bekleden en inpakken	14
4. Algemene beschrijving Continu Gloeilijn CA11	15
4.1. Schoonmaakbaan 12	15
4.2. Continu gloeioven CA11	17
5. Probleemstelling.....	23
5.1. Opbouwen van trek.....	24
5.1.1. Bridle 3	24
5.2. Onderdelen van bridle 3.....	25
5.3. Problemen met trek variaties.....	26
5.4. Oplossingen voor een stabiele ingangstrekk.....	27
5.4.1. Oplossen van slippende bridle 3	27
5.4.2. Oplossing dancerroel variatie	27
5.5. Keuze	28
5.5.1. Oplossing slippende bridle rollen.....	29
5.5.2. Dancerroel variatie.....	29
5.5.3. Kantgeleiding.....	30
5.6. Gekozen oplossing.....	30
6. Algemene beschrijving huidige trekregeling CA11.....	31

6.1.	Dancerrol regeling	32
6.2.	Werking bridle	33
6.3.	Werking van een aandrukrol op een bridle	34
6.4.	Bridle 2 en 3 aandrijving	38
6.5.	Werking regeling bridle 2 en 3	39
6.6.	Berekende en gemeten trek over bridle 3 en 4	41
6.7.	Meting aan huidige bridle 2 & 3	42
7.	Oplossing voor een stabiele intree trek	44
7.1.	Oplossing problemen door de veroorzaakt huidige bridle 2 & 3	44
7.1.1.	Vorbereiden van proef nieuwe bridle	48
7.1.2.	Verloop van de bridle proef	49
7.2.	Oplossing problemen veroorzaakt door de huidige dancer	52
7.2.1.	Het dancer simulatie model	53
7.2.2.	Keuze van dancer	58
7.2.3.	Het nieuw dancer model in simulatie	59
8.	Conclusie	64
9.	Aanbeveling	65
10.	Bronvermelding	66
11.	Bijlagen	67
11.1.	Afleiding bridle formule	67
11.2.	Afstelprocedure aandrukrollen	69
11.3.	Installatie limieten CA11	70
11.4.	Trekspecificatie CA11	71
11.5.	Installatieoverzicht CA11	73
11.6.	Lijnoverzicht SMB12 en CA11	74
11.7.	Mechanische tekening bridle 2	75
11.8.	Mechanische tekening bridle 3	76
11.9.	Aandrukrol bridle	77
11.10.	Loadbalance berekening	78
11.11.	MD 29 software master rol 47 en slaves	84
11.12.	MD 29 software dancerrol 50	86
11.12.1.	DPL programma MD29 in dancerrol 50	87
11.13.	Motor data	88
11.14.	Bridle rol massatraagheid (inertia)	89
11.15.	Stroom, snelheid en trek meting bridle bestaande situatie	92
11.15.1.	Snelheid, trek en dancer hoogte meting bestaande situatie	93
11.15.2.	Snelheid meting PRINS bridle 2 en 3 bestaande situatie	95

11.16.	Instelling nieuwe Master rol	96
11.16.1.	DPL programma MD29 in master rol 47	97
11.17.	Stroom,snelheid en trek meting nieuwe bridle situatie	99
11.17.1.	Snelheid, trek en dancer hoogte meting nieuwe bridle situatie	100
11.17.2.	Snelheidmeting PRINS nieuwe bridle situatie	101
11.18.	Gelijkstroommotor	103

1. Samenvatting

In een continu gloeioven is dun materiaal gevoelig voor spoorproblemen en pinchen.

Naast de juiste rolbollering en tapering is de instelling en handhaving van de juiste bandtrek een belangrijke factor voor een stabiel proces. Om materiaal $<0.14\text{mm}$ te kunnen gloeien, dient de trek met 18% verlaagd te worden. Dit betekent dat van de gebruikelijke dancer instelling van 10A afgeweken moet worden. De huidige trekregeling is niet stabiel. De oorzaak van deze trekvariaties komt door de huidige bridle 3 en de dancerregeling.

Dancerrollen worden toegepast op plaatsen waar grote trekvariaties verwacht kunnen worden.

De dancerrol creëert een snelheid verschil tussen bridle 3 en 4 en zorgt voor de trek aan de intree van de oven.

Een bridle bestaat uit 2 of meerdere aangedreven rollen. Een bridle wordt toegepast op punten waar de trek tussen verschillende secties snel moet worden opgebouwd of afgebouwd.

Verantwoordelijk voor trek variaties zijn slippende bridle 3 rollen en de dancerrol.

Aan de hand van drie partijen, namelijk productie, technisch beheer en procesbeheer is er tot een oplossing gekomen om een stabiele ingangstrek te creëren.

De oplossing voor een stabiele bridle, en het voorkomen van slip op de bridle rollen, is gebruik te maken van de voortrek die aanwezig is in de lussentoren 1. Door gebruik te maken van de voortrek kan de functie van de huidige lussenput vervallen. Deze nieuwe bridle is middels een aantal proeven succesvol getest. Door het vervallen van de lussenput komen tevens een aantal andere versturende installatie delen te vervallen waaronder: een aandrukrol en de kantgeleiding. Het vervallen van de kantgeleiding heeft als groot voordeel dat de bandbreuken die gerelateerd zijn aan de kangeleiding niet meer kunnen voorkomen.

Voor de dancer problemen is een simulatiemodel ontwikkeld.

In het simulatiemodel is aangenomen dat alle rollen wrijvingsloos zijn, en de trek in de band constant is. De trek ontstaat door de band of strip te verlengen middels de snelheidsvariatie van de nieuwe bridle-regeling. Om een stabielere intreetrek te krijgen maken we gebruik van een relatief goedkope oplossing. Het aanwezige treksignaal van de trekmeting van de intree ovenrol kunnen we gaan gebruiken als motorkoppel terugkoppeling. De gemeten trek is dan een maat voor het te leveren motorkoppel van de bridle. Deze regeling is nog niet in de praktijk getest.

Met behulp van deze nieuwe trekregeling en nieuwe bridle configuratie moet het mogelijk zijn om dun materiaal $<0.14\text{mm}$ te gaan produceren waarbij de ingangstrek van de oven verlaagd kan te worden. De dancer positieregeling speelt nu geen rol meer. Het trek setpoint kan men invoeren in newton in plaats van de huidige dancer stroom in ampères.

2. Inleiding

Om materiaal van $<0.14\text{mm}$ te kunnen gloeien wordt aanbevolen om de trek met behulp van de dancerrool te verlagen. De normale dancerrool instelling is 10A. Onderstaande grafiek geeft het verband tussen de dancero instelling en de trek aan de ingang van de oven.

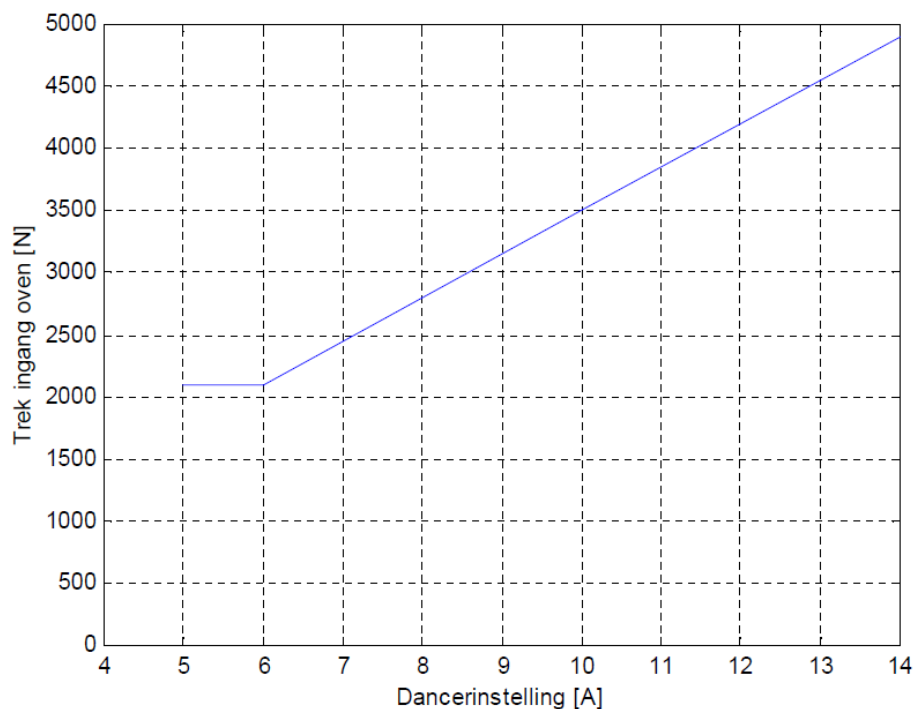


Fig. 2 trekinstel grafiek CA11

In het verleden heeft men een analyse gemaakt van de trek regeling aan de hand van de DMC regelcode (oven deel). De in de DMC berekende setpoints van de motor stromen en spanningen uit de lijn blijken te kloppen met de gemeten waarden in de lijn. Op basis van deze kennis kan een goede voorspelling gedaan worden van de trekverandering per rol in het ovendeel.

De trekverandering per rol zegt echter niets over het absolute niveau van de trek in de oven.

In de lussenput is de band trekvrij. De trekopbouw over bridle 3 en de trekafbouw over bridle 4 dienen nog bepaald te worden om het absolute trek niveau in de oven te kennen.

De regeling van bridle 3 en de dancerrool voor de oven is niet terug te vinden in de regelstrategie van de DMC. De regeling van de dancerrool bevindt zich geheel buiten de DMC.

Juist de dancerrool bepaalt de trek over bridle's omdat de instelling van de dancerrool ingrijpt op het setpoint van de bridle voor de oven. De instelling van de huidige dancerrool is in te stellen in het stuurhuis.

2.1. Doelstelling

Doelstelling van het onderzoek is het mogelijk maken van een stabiele intree trek. Voordeel hiervan kan zijn het mogelijk maken om dunner materiaal te draaien op de CA11.

Randvoorwaarde om bij de gekozen oplossing gebruik te maken van de bestaande componenten.

3. Bedrijfsbeschrijving



Koninklijke Nederlandse Hoogovens en Staalfabrieken (Hoogovens of KNHS) werd opgericht op 20 september 1918. Het bedrijf werd gefinancierd door de Nederlandse Staat, de Gemeente Amsterdam, Nederlandse ondernemingen en particuliere investeerders, en diende om minder afhankelijk te zijn van de import. Het werd gesitueerd in IJmuiden, vanwege de goede ligging aan zee en vervoersmogelijkheden via het Noordzeekanaal.

Corus ontstond in oktober 1999 door een fusie tussen Koninklijke Hoogovens en British Steel. Dit bedrijf werd in 1988 onder de regering van de Britse premier Margaret Thatcher geprivatiseerd. De fusie zorgde voor veel commotie onder de Britten, omdat zij wederom een Britse gigant zagen verdwijnen in (gedeeltelijk) buitenlandse handen.

De Corus Group heeft in 2005 productievestigingen in 17 landen.
Internationaal werken er ruim 48.000 mensen (2005).
Het concern heeft een omzet van £ 9 miljard (€ 13,14 miljard).

Het Indiase staalbedrijf Tata Steel heeft Corus op 3 april 2007 overgenomen voor een bedrag van 8,1 miljard euro. Per aandeel werd 608 Britse pence geboden. Met deze overname is Tata-Corus op de wereldranglijst van staalproducenten gestegen van de achtste naar de vijfde plaats. Tata heeft de overname gedaan, omdat deze past in de ambitie van het bedrijf om het staalproductievolume te vergroten tot 40 miljoen ton per jaar. Tata beschikt over mijnen en is bezig zijn productiecapaciteit uit te breiden door nieuwe fabrieken neer te zetten in India. Corus zal gaan profiteren van betere toegang tot erts en kolen uit eigen mijnen en van de halffabricaten die door de nieuwe fabrieken worden geleverd. Via Corus heeft Tata toegang tot de Europese markt en tot hoogwaardige technologie.

Corus IJmuiden

Het grootste bedrijf van Corus in Nederland is het geïntegreerde staalbedrijf in IJmuiden. Het terrein van Corus Bandproducten IJmuiden is het grootste aaneengesloten bedrijfsterrein van Nederland en ligt in de gemeenten Heemskerk, Beverwijk en Velsen. Het bedrijf produceert vooral hoogwaardig en bekleed staal in de vorm van rollen (ook wel 'Band' genoemd). De oorspronkelijke naam Koninklijke Hoogovens, refereert nog aan de eerste activiteit, die vooral uit hoogovens bestond. In 2005 bedroeg de staalproductie van Corus in Nederland 6,9 miljoen ton. Dit staal wordt gebruikt in de auto-industrie, in de bouw en in de verpakkingindustrie (bijvoorbeeld in drankblikjes en spuitbussen). Staal van Corus wordt ook toegepast in buizen, batterijen en in witgoed.

Corus beschikt over een groot aantal fabrieken. Op het terrein staan onder andere twee kooksfabrieken, een pellets- en sinterfabriek, twee hoogovens, een (oxy)staalfabriek, een warm- en twee koudbandwalserijen en diverse fabrieken waar het staal gecoat of geverfd wordt, zoals in de DVL (dompelverzinklijn). Daarnaast zijn er vier havens, waarvan twee een directe verbinding met de Noordzee vormen. De research- en developmentafdeling van Corus vormt een belangrijk onderdeel van het bedrijf. Grote onderhouds-, renovatie- en nieuwprojecten worden uitgevoerd door het interne ingenieursbureau Projects & Technical Consultancy (PTC).

Het bedrijf heeft een eigen spoorwegnet dat is aangesloten op het Nederlandse nationale net en zelfs een eigen vereniging voor liefhebbers van stoomlocomotieven, Corus Stoom IJmuiden. Ook is er een eigen orkest: het Corus Orkest.

Tot Operatie Decibel in 1995 had het zelfs een eigen netnummer: 02514. Het bedrijf beschikt over een brandweerkorps, een garage en een tankstation.

Het bedrijf sponsort sinds vele jaren het schaaktoernooi Corus Chess Tournament dat tot en met 2002 het Hoogovenstoernooi heette. Het wordt jaarlijks in januari in Wijk aan Zee gehouden (vroeger in IJmuiden). Dit is een van de bekendste schaaktoernooien ter wereld en bestaat sinds 1938.

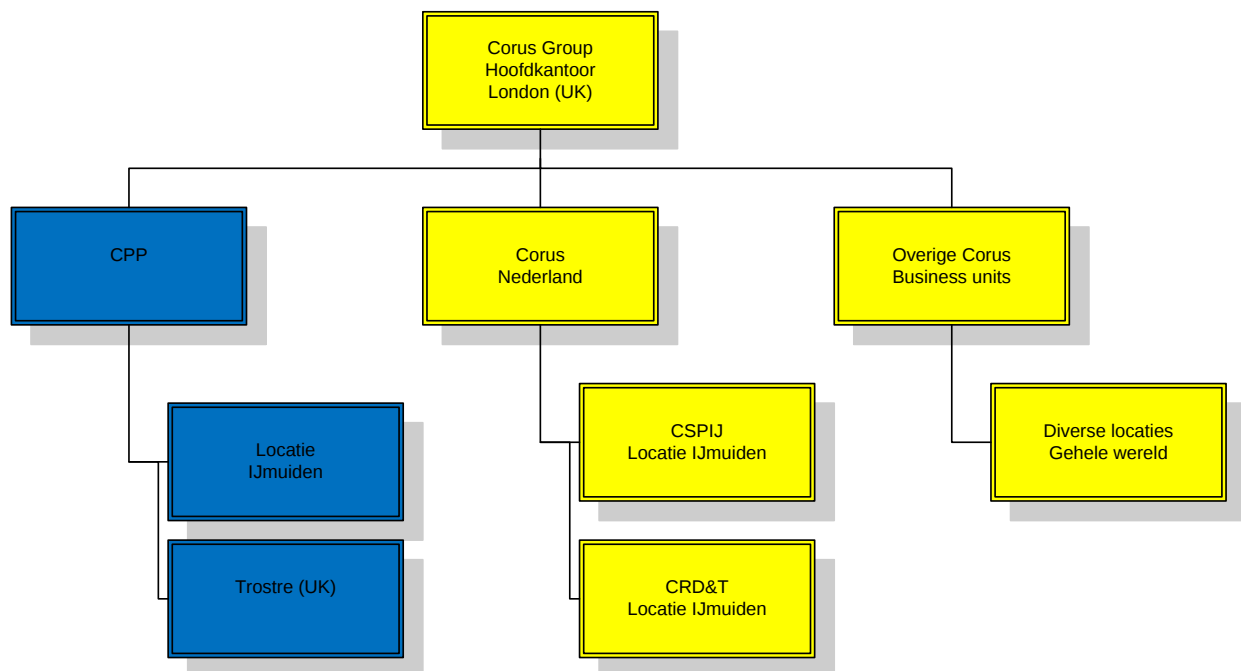


Fig. 3 Organogram

3.1. Productstroom CPP

3.1.1. Inleiding

Bij CPP IJmuiden wordt blik geproduceerd voor de verpakkingindustrie. Het blik verlaat de fabriek op verschillende manieren. Het kan zowel gewikkeld op rollen afgeleverd worden, als ingepakt in pakketten geknipte plaatjes.

De procesroute van CPP ziet er als volgt uit:

- Beitsen
- Koudwalsen
- Schoonmaken
- Gloeien
- Nawalsen
- Bekleden
- Inpakken

3.1.2. Beitsen

Het staal komt gewikkeld op rollen de fabriek binnen en heeft dan een dikte van ongeveer 2,5 mm. Op het oppervlak bevindt zich veel oxide, dat ontstaan is tijdens het wamwalsen. In het vervolgproces is dit een onwenselijke situatie en dus moet de oxide worden verwijderd. Dit gebeurt in de beitsbaan. De rollen worden afgewikkeld en door een zuurbad gehaald, waardoor de oxidehuid wordt verwijderd. Om er voor te zorgen dat het staal onder de oxide niet weggevreten wordt, wordt de band na het beitsen door een spoelbak gehaald en gedroogd. Daarna wordt de band weer opgewikkeld en is de rol gereed voor de volgende bewerking.

3.1.3. Koudwalsen

In de koudwals wordt de dikte van het materiaal gereduceerd van ongeveer 2,5 mm tot de gewenste minimale dikte. Bij CPP ligt de einddikte tussen de 0,14 mm en de 0,5 mm. Binnen CPP staan twee koudwalsen opgesteld, koudwals 11 (KW11) en koudwals 12 (KW12). KW11 is een 4 stands quarto en KW12 een 5 stands quarto. Dit betekent dat de wals is opgebouwd uit 4 cq. 5 walstuigen. Ieder walstuig bestaat uit 4 (quarto) walslichamen, waarvan twee walslichamen dienen als steunwals en twee walslichamen als werkwalsen. Bij ieder walstuig wordt de dikte van het materiaal met een percentage gereduceerd. De plaat gaat tussen de twee werkwalsen door waarbij de steunwalsen er voor zorgen dat de werkwalsen niet doorbuigen als gevolg van de uitgeoefende krachten. Bij het koudwalsproces wordt walsolie als koel- en smeermiddel gebruikt.



Fig. 3.1.3 koudwals 12

3.1.4. Schoonmaken

De resten walsolie moeten voor het gloeien worden verwijderd, omdat de olie anders tijdens het gloei-proces inbrandt, hetgeen tot afkeur leidt. Ook moet het tijdens het koudwalsen ontstane ijzervijzel worden verwijderd. CPP beschikt hiervoor over drie schoonmaakbanen, schoonmaakbaan 13 , schoonmaakbaan 12 in combinatie met CA11 en de (vaste) schoonmaaksectie van CA12.

De eerste bewerking van het blik is het schoonmaken dit gebeurt door een natronloog of kaliloog oplossing op de band te sproeien, waar het behulp van borstels ontvet wordt. De door de koudwals aangebrachte emulsie, benodigd voor het walsproces, wordt in deze sectie verzeept.

De schone band wordt achtereenvolgens gespoeld, geborsteld, nabehandeld en gedroogd. Afhankelijk van de installatie wordt de band opgerold of direct verder bewerkt.

3.1.5. Gloeien

Materiaal dat afkomstig is van een koudwals is door deze bewerking erg hard geworden. Dit maakt verdere bewerkingen erg moeilijk. Om het materiaal weer wat handelbaarder te maken, wordt het gegloeid. Door de hoge temperatuur zal de vervormde structuur zich weer herstellen. (reekristallisatie) Dit kan op twee verschillende manieren, namelijk batchgewijs of continu. Binnen CPP worden beide methodes toegepast.

Batchgewijs gloeien.

Zoals de naam al doet vermoeden is het batchgewijs gloeien een discontinu proces. Voordat de rollen gegloeid kunnen worden moeten deze eerst worden schoongemaakt; dit gebeurt in schoonmaakbaan 13. De schoongemaakte rollen worden geplaatst onder een gloeistolp, hierover wordt een mobiele singel stack of multistack stapeloven geplaatst. Na het gloeien worden de rollen gekoeld en naar de volgende installatie gestuurd. Sinds april 2009 is bij CPP een nieuwe stolp gloeierij inbedrijf genomen de nieuwe H2BA gaat de oude BA gloeierij vervangen.



Fig. 3.1.5a BA

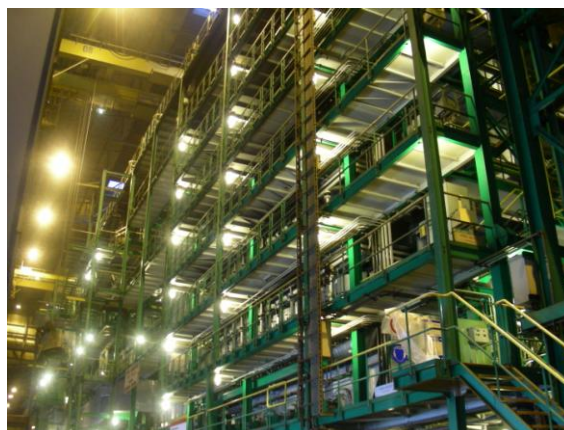


Fig. 3.1.5b CA12

Continu gloeien.

De tijd die bij continue gloeien nodig is om het materiaal zijn juiste eigenschappen te geven is veel korter (ca. 1 min) dan bij batchgewijs (ca. 4 dagen). Door het aanbrengen van trek tijdens het gloeien kan een vormverbetering worden gerealiseerd. Binnen CPP staan twee continu gloeiovens opgesteld, CA11 en CA12. Beide lijnen bestaan uit een schoonmaaksectie en een gloeisectie. Bij CA12 is achter de gloeisectie nog een nawalssectie toegevoegd. Het materiaal wordt schoongemaakt, gegloeid en afgekoeld volgens een bepaalde curve en kan tenslotte bij CA12 nog nagewalst worden.

3.1.6. Nawalsen

Na het gloeien is het materiaal erg zacht geworden. Om het materiaal nu de gewenste hardheid en eventueel een oppervlaktemattering te geven, wordt het gegloeide materiaal door een hardingswals (nawals) gehaald. Tevens wordt de vorm van het materiaal nog gecorrigeerd

Bij CPP staan 3 nawalsen, de reeds eerder genoemde wals achter CA12, HW48 en DKG11. De wals achter CA12 is een six high wals en de andere drie zijn twee stands quarto walsen. Bij een six high wals heeft men naast de werk en steunwalsen ook nog tussenwalsen. De tussenwalsen zijn tijdens het walsen horizontaal verschuifbaar. Hierdoor is het mogelijk de walsspleet aan te passen aan wisselende walsomstandigheden.

3.1.7. Bekleden en inpakken

Na het nawalsen kan het materiaal worden voorzien van een bekledingslaag. CPP beschikt over een vier-tal vertinlijnen. Het vertinnen vindt plaats door de band door een bad met een zuuroplossing die als elektrolyt dienst doet en tinstaven, die hierin opgehangen zijn te transporteren.

Er wordt gebruik gemaakt van een gelijkstroom, waarbij de tinstaven positief geladen worden (anode) en de band via de rollen in de vertinsectie een negatieve lading (kathode) krijgt. Tin-atomen zullen nu op de band neerslaan, afhankelijk van de ingestelde stroom en bandsnelheid. Na het elektrolytisch aanbrengen van de tinlaag wordt deze opgesmolten in de ovensectie.

De vertinlijnen produceren het materiaal op rol (EV12, EV13 en EV14) of als plaat (EV11).

De rolinpaklijn is een installatie waar rollen van de gewenste verpakking worden voorzien, deze is afhankelijk van zijn bestemming en de specifieke eisen van de klant. De rolinpaklijn is de eerste installatie binnen CPP, waarvan het totale onderhoud is uitbesteed aan een firma.

4. Algemene beschrijving Continu Gloeilijn CA11

De continu gloeilijn CA11 bestaat uit twee gekoppelde installatiedelen.

In het verleden was alleen een schoonmaakbaan 12 (SMB12) aanwezig, later is achter deze schoonmaakbaan een ovendeel gekoppeld. Als er wordt gesproken over CA11 bedoelt men dus eigenlijk SMB12+CA11. Beide installatiedelen zijn nodig om het product te kunnen draaien.

Men heeft de optie om als schoonmaakbaan te functioneren de band (strip) gaat dan niet door de oven, maar gaat onder de oven door. Zie ook op tekening in hoofdstuk 11.5

4.1. Schoonmaakbaan 12

Intree

Met de intree bedoelen we het gebied vanaf het rollenpark tot en met de lasmachine.

Dit gebied wordt door twee operators beheerst.

Globaal kan je zeggen dat bij de intree van SMB 12 het te produceren materiaal wordt aangevoerd, gecontroleerd, voorbereid en uiteindelijk aangelast.

Schoonmaak sectie

De bij het koudwalsen gebruikte koel- en smeermiddelen blijven voor een deel achter op de band, hetgeen tijdens het gloeien inbranden tot gevolg heeft.

Omdat de gebruikte middelen gemaakt zijn van dierlijke vetten, zijn deze vrij eenvoudig afbreekbaar

Het schoonmaken van de band gebeurt in de schoonmaakbaan waar men kaliloog gebruikt als ontvettingsmiddel.

De schoonmaakbaan is op te delen in drie processtappen:

- ontvettingssectie
- spoelsectie
- nabehandelingsectie

Het schoonmaakgedeelte van de schoonmaakbaan bestaat uit een ontvetting- en een spoelsectie.

Schoonmaken kan gezien worden als het verplaatsen van vuil; in dit geval walsolie en ijzerdeeltjes van het bandoppervlak naar de bezinktank.

Ontvettingsectie

Walsolie bestaat uit vet (verzeepbaar) en olie (niet verzeepbaar). Voor het verwijderen van deze walsolie maken we gebruik van een ontvettingsvloeistof, bestaande uit een vloeibaar schoonmaakmiddel opgelost in Demiwater.

Dit schoonmaakmiddel bevat kaliloog, silicaat en bevochtigers. Loog zorgt voor verzeping van het vetaandeel in de walsolie. De gevormde zepen verbeteren het emulgeren van de olie, waardoor deze beter te verwijderen zijn. Bevochtigers zorgen ervoor dat de walsolie sneller in de ontvettingsvloeistof oplost. Daarnaast hebben de bevochtigers een sterker olie-emulgerende werking dan verzepte vetten. Silicaat zorgt ervoor dat verwijderd vuil en ijzerdeeltjes gebonden wordt in de oplossing, zodat dit niet neerslaat op het oppervlak, maar bezinkt in de circulatietank.

De ontvettingssectie bestaat uit een sproeibak, borstelmachine 1 en de elektrolysebak. Een effect van deze elektrolyse is de neerslag van silicaat aan het oppervlak. Hiermee wordt kleven tijdens het stolp-

gloeien verminderd. De hoeveelheid aangebrachte silicaat mag echter niet te hoog zijn, anders kunnen problemen ontstaan met verdere bewerking van het materiaal (nawalsen, vertinnen/verchromen). Bij het schoonmaken voor CA-gloeien wordt de elektrolyse afgezet.

Spoelsectie

Na de ontvettingssectie is er een vloeistoflaag aan het oppervlak van de band aanwezig die loog, zeep, olie en ijzerdeeltjes bevat. In de spoelsectie wordt deze oppervlaktelaag verwijderd.

Nabehandeling sectie

Na de ontvetting- en spoelsectie vindt er nog een behandeling plaats voordat de band wordt gegloeid. Deze nabehandeling is nodig om problemen met het oppervlak in het vervolg van de produktieroute te onderdrukken/verminderen. De nabehandeling vindt plaats door het besproeien van het bandoppervlak met een vloeistof die bepaalde chemicaliën bevat. In tegenstelling tot bijvoorbeeld de ontvettingssectie, is het bij de nabehandelingsectie juist de bedoeling dat de in de vloeistof aanwezige chemicaliën aan het bandoppervlak achterblijven.

De wringerrollen-unit komt na de nabehandeling en dient ervoor om de met de band meegevoerde vloeistof zoveel mogelijk te verwijderen en daardoor roestvorming te voorkomen.

Bridle 1 SMB12

Wanneer de schoonmaakbaan stilstaat, is de trek achter de bridle ON (gezien vanuit de draairichting van de band). Om te voorkomen dat de band hierdoor gaat slippen, zijn er doorvoerrollen op de bridle aangebracht. De doorvoerrollen welke zich bevinden op de bridlerollen 59 + 62, worden tijdens het stoppen van de schoonmaakbaan pneumatisch tegen de bridlerollen gestuurd. Bij het starten gaan de doorvoerrollen weer open. Bij het stoppen van de schoonmaakbaan gaan ook de remmen op de aandrijfmotoren van de rollen, en bij het starten gaan deze automatisch open.

4.2. Continu gloeioven CA11

Intreelussentoren

Na het lassen wordt de schoonmaakbaan weer gestart en zal met 'n iets hogere snelheid gaan draaien dan de ovensnelheid zodat de voorraad in de lussentoren naar behoefte weer aangevuld kan worden. Een lussentoren bestaat in grote lijnen uit 'n aantal niet aangedreven rollen en 'n beweegbare lussentafel. De laatste bovenrol is een onderdeel van bridle 2. De lussentafel kan de vulgraad of materiaalopslag beïnvloeden door zijn variabele positie. In de onderste stand is de toren volledig gevuld en in bovenste stand is de materiaalopslag minimaal. De gewenste vulgraad van lussentoren 1 wordt in het centraal paneel ingesteld.

Omdat het gewenst is dat de band door het midden van de toren loopt, zijn de bovenrollen licht gebolleerd. Hiermee wordt bereikt dat de band over het hart van de rol loopt. Wanneer het materiaal echter een slechte vorm heeft krijgt het de neiging om in de kant te lopen. Ter voorkoming van dit is in lussentoren 1 een stuurmachine geplaatst.

Lussentorentrek

De bridle 1 trekt dus als het ware de band door de schoonmaakbaan. Om dit nu zo strak mogelijk te laten gebeuren, zodat de band niet slingerend door de baan loopt zal bridle 1 een tegentrek moeten ondervinden. Deze tegentrek wordt geleverd door de afroller.

Bridle 1 levert een kracht in de draairichting van de band (voorwaartse kracht=motorisch).

De afroller levert een kracht tegen de draairichting van de band in (achterwaartse kracht=generatorisch).

Om de band vooruit te krijgen zal de afroltrek dus lager moeten zijn dan de bridletrek.

Bovenstaande beschrijving is het eigenlijke principe van het begrip trek tussen twee installatieonderdelen, waarvan er een 'n voorwaartse en de ander een achterwaartse kracht levert.

Net als in de schoonmaakbaan en de verdere lijn is het gewenst dat de band strak verloopt in de lussentoren. Hiervoor staat beneden in de kelder via een zogenaamde torque-motor. Deze staat vier zware kettingen in verbinding met de beweegbare lussentafel. Deze tafel wordt als het ware naar beneden getrokken. hetgeen resulteert in 'n trek op de band.

De tegengewichten die met kabels aan de lussentafel bevestigd zijn dienen om het gewicht van de tafel inclusief onderrollen op te heffen. Zodoende wordt de door de torque-motor geleverde kracht, omgezet in 'n trek die alleen van toepassing is op de band.

Omdat het soms gewenst is om de torentrek te laten variëren, bijvoorbeeld bij 'n slecht bandverloop, is in het centrale meetpaneel een minimaster geplaatst waarmee het door de torque-motor opgenomen stroom veranderd kan worden en dus ook de torentrek. Verder is op de koppelas van de torque-motor een overspeed schakelaar aangebracht. Wanneer bij een bandbreuk de trek niet meer overgedragen kan worden op de band zal de lussentafel direct met grote snelheid naar beneden getrokken worden. Mochten de clamps niet goed functioneren dan zal de toren leeg getrokken worden.

Bij een te hoog toerental van de as zal er een schakelaar worden aangesproken welke de torque-motor doet stoppen (overspeed schakelaar).

Bridle 2

Bridle 2 zorgt voor de trekscheiding tussen lussentoren 1 en oven doormiddel van een lussenput .

Bridle 2 bouwt de trek af naar 0 voor lussenput. De snelheid van bridle 2 wordt geregeld door een z.g. niveauregeling in de lussenput i.c.m. de referentie uit de DMC (Master reference).

De bridle zal een vaste stroom verhouding te proberen te houden tussen de rollen 28,32 en 33. De verhouding is $28:32:33=1.2:1:0.5$

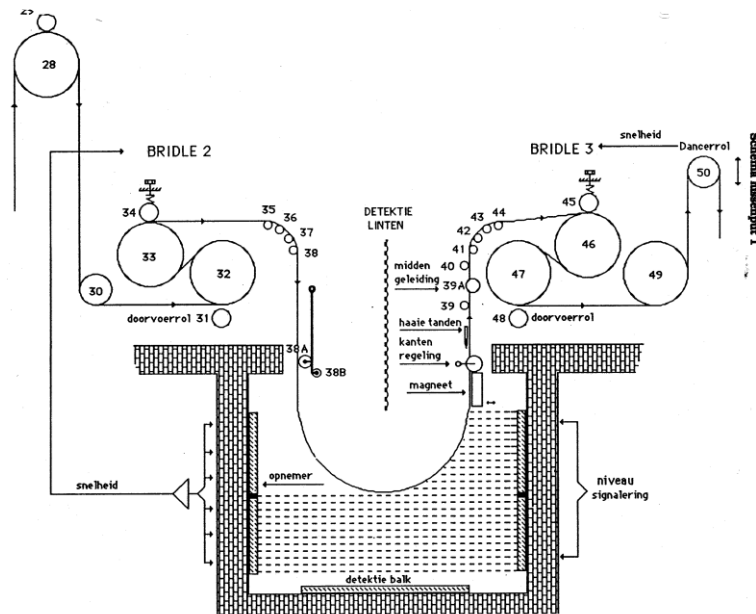


Fig. 4.2.2 lussenput

Lussenput 1

Om de bepaalde luslengte in de lussenput te houden, is er in de lussenput een 'niveauregeling' aangebracht. Deze niveauregeling is aan weerszijde in de lussenput aan de wand bevestigd, en bestaat uit een infrarood-zender en een infrarood-opnemer. Krijgt de opnemer te weinig signaal; de lus is in dit geval langer geworden, dan stuurt dit signaal een regeling aan, die bridle 2 wat langzamer zal laten draaien om de lus weer op de gewenste hoogte brengen.

Hoe groter de afwijking tussen de ingestelde en de gemeten waarde is, des te groter wordt de vertraging van bridle 2. Krijgt de opnemer te veel signaal; de lus in dit geval korter geworden, dan stuurt dit signaal een regeling aan, die Bridle 2 wat sneller zal laten lopen totdat de lus weer op gewenste hoogte is enz.

In het geval dat de afwijkingen extreem worden, bijvoorbeeld in geval van slip in de bridle, is er op het paneel van de oven een waarschuwing aangebracht in de vorm van 2 lampjes. Als het groene lampje brandt, is de lussenputregeling (niveau) in bedrijf. Als nu het rode lampje ook gaat branden, dan betekent dit dat de lus of te laag of te kort is. Als het rode lampje blijft branden, wordt het kritisch, de regeling kan het met moeite, of helemaal niet meer bijhouden. In het geval dat de lus veel te lang wordt en de bodem van de lussenput raakt, komt hij daar op de daarvoor aangebrachte contactbalken, die als daar de band op komt een signaal afgeven, met als gevolg dat de oven een 'fast-stop' maakt.

In het geval dat de lus veel te kort wordt; en daardoor grote schade aan zou kunnen richten, zijn er 2 detectielinten van een bepaalde lengte in de lussenput gehangen. Komt de lus zo hoog dat hij contact maakt tussen deze 2 draden dan volgt er een stop op bridle 2 en een 'fast-stop' op de oven. Staat bridle 2 niet snel genoeg stil, dan trekt hij de band door de 'haaiantanden', met als gevolg het opzettelijk breken van de band, dit om ernstige schade aan de bridle's te voorkomen.

Voordat de band bridle 3 ingaat, loopt hij over een langwerpige, in 2 delen verdeeld blad. Hierin zitten magneten. Het doel hiervan is om een voortrek te geven voor de bridle 3, met als bijkomend voordeel dat eventueel slingeren van de band gedempt wordt.

Bridle 3 CA11

Bridle 3 heeft als doel om de trek van nul naar een gewenste trekwaarde voor de oven op te bouwen. De werking van de bridle is gelijk aan die van bridle 2.

Bridle 3 zorgt voor intree trek in de oven i.s.m. bridle 4 en dancerrrol.

Aandrukrol 45 is er voor om trek te kunnen opbouwen en om slip te voorkomen.

Rol 48 is een doorvoerrol dus om de band door te voeren tijdens stilstand.

Bridle 3 is een generatorische snelheid geregelde bridle.

Het setpoint van de bridle komt tot stand door de referentie uit de DMC (Master reference) te sommeren met de positie van de dancerrrol 50.

De bridle zal een vaste stroomverhouding proberen te realiseren tussen de rollen 46,47 en 49. De verhouding is $46:47:49=0.8:1:0.66$

Dancerrrol

Het doel van de dancerrrol is het regelen van de ingestelde trek in de oven en vangt trekstoten op die in de oven ontstaan door snelheidsvariaties. Wanneer de opstelling in bedrijf is staat rol 50 in het midden. Als men de trek verhoogt of verlaagt gaat de dancerrrol uit zijn middenpositie. De bridle brengt door middel van zijn snelheid / trekregeling de dancerrrol weer naar zijn middenpositie. Een motor zorgt ervoor dat de dancerrrol via een tandheugel op de ingestelde trekwaarde (bridle 4 = master) blijft meedraaien. De positiedetectie is er om te detecteren, indien de dancerrrol te hoog of te laag komt, of er een lijnstop volgt (door zijn eindschakelaar).

Intree gasslot

Wanneer de opstelling in bedrijf is staan rollen 54 A en 54 B dicht en draaien mee.

De rollen staan zodanig afgesteld dat de band zonder beschadiging de oven ingaat.

Valt het reset (start voorwaarden van de installatie) weg dan gaan de rollen open en blijven draaien (tegen krom trekken). Met de werklucht kan je de rollen d.m.v. luchtcilinders weer sluiten.

Op het intree gasslot staat een beschermgas om het binnendringen van O₂ te voorkomen en tevens wordt het gas vlak boven de gas slotrollen afgezogen i.v.m. CO gas.

CA11 Oven deel

De oven van de CA11 bestaat uit een 4-tal secties.

- Opwarmsectie
- Doorgloeisectie
- Langzaamkoelsectie
- Snelkoelsectie

Het te gloeien materiaal wordt opgewarmd door de branderpijpen (stralingswarmte) in ± 12 sec. De ingestelde waarde (bandtemperatuur) is 625 °C. Bij een overgloeier is de ingestelde temperatuur 640°C. Door de hoge opwarm snelheid verschuift het begin van de reekristallisatie naar 600°C.

Het te gloeien materiaal zal in de doorgloeisectie (± 12 sec) op temperatuur gehouden worden om de reekristallisatie van het materiaal te volbrengen.

In de langzaamkoelsectie zal de afbouw van de temperatuur volgens de gloeicurve (theorie) van Mohri gaan.

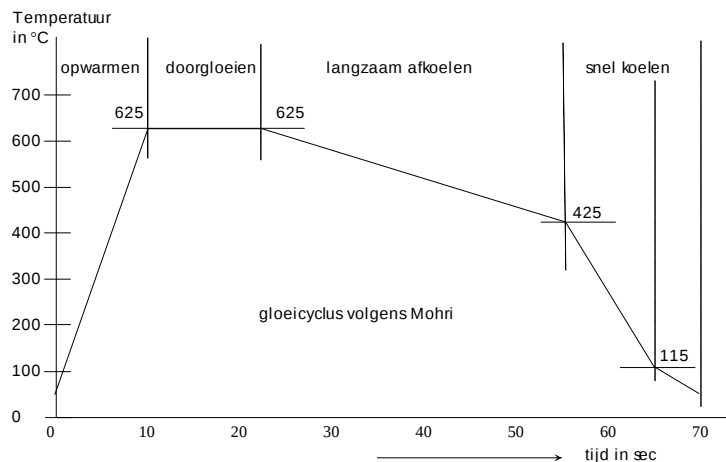


Fig. 4.2.7 Mohri diagram

Verdere afkoeling van de band van $\pm 450^{\circ}\text{C}$ ($\pm 20^{\circ}\text{C}$) naar $\pm 90^{\circ}\text{C}$.
Maar niet hoger dan 105°C .

Uittree gasslot

Tijdens bedrijf staan rollen 86 A en 86 B dicht en draaien mee.

De rollen staan zodanig afgesteld dat de band zonder beschadiging de oven uitgaat.

Valt het reset weg dan gaan de rollen open en blijven draaien (tegen krom trekken). Met de werklucht kan je de rollen d.m.v. luchtcilinders weer sluiten.

Op het uittree gasslot staat een beschermgas om het binnendringen van O₂ te voorkomen en tevens wordt het gas vlak boven de gas slotrollen afgezogen i.v.m. CO gas.

Bridle 4 CA11

Bridle 4 zorgt voor een trekafbouw naar 0 voor lussenput 2.

Bridle 4 is de master voor wat betreft de snelheidregeling van de gehele lijn

Werking is gelijk aan bridle 2 zie beschrijving blz.18.

De bridle 4 is een motorisch snelheid geregelde bridle.

Via de snelheid instelling in de centrale besturingsruimte kan de operator een snelheid referentie geven. De bridle zal een vaste stroom verhouding proberen te realiseren tussen de rollen 87,89 en 90. De verhouding is 0.08:1:0.55

Lussenput 2

Om de bepaalde luslengte in de lussenput te houden, is er in de lussenput een 'niveauregeling' aangebracht. Deze niveauregeling is aan weerszijde in de lussenput aan de wand bevestigd, en bestaat uit een infrarood-zender en een infrarood-opnemer. Krijgt de opnemer te weinig signaal; de lus is in dit geval langer geworden, dan stuurt dit signaal een regeling aan, die bridle 5 wat langzamer zal laten draaien om de lus weer op de gewenste hoogte brengen. Hoe groter de afwijking tussen de ingestelde en de gemeten waarde is, des te groter wordt de vertraging van bridle 5. Krijgt de opnemer te veel signaal; de lus in dit geval korter geworden, dan stuurt dit signaal een regeling aan, die Bridle 5 wat sneller zal laten lopen totdat de lus weer op gewenste hoogte is enz.

Voor het geval dat de afwijkingen extreem worden; bijvoorbeeld in geval van slip in de bridle, is er op het paneel van de oven een waarschuwing aangebracht in de vorm van 2 lampjes. Als het groene lampje brandt, is de lussenputregeling (niveau) in bedrijf. Als nu het rode lampje ook gaat branden, dan betekent dit dat de lus of te laag of te kort is. Als het rode lampje blijft branden, wordt het kritisch, de regeling kan het met moeite, of helemaal niet meer bijhouden. In het geval dat de lus veel te lang wordt en de bodem van de lussenput raakt, komt hij daar op de daarvoor aangebrachte contactbalken, die als daar de band op komt een signaal afgeven, met als gevolg dat de oven een 'fast-stop' maakt.

In het geval dat de lus veel te kort wordt en daardoor grote schade aan zou kunnen richten, zijn er 2 detectielinten van een bepaalde lengte in de lussenput gehangen. Komt de lus zo hoog dat hij contact maakt tussen deze 2 draden dan volgt er een stop op bridle 2 en een 'fast-stop' op de oven

Staat bridle 5 niet snel genoeg stil, dan trekt hij de band door de 'haaiantanden', met als gevolg het opzettelijk breken van de band, dit om ernstige schade aan de bridle's te voorkomen.

Bridle 5 CA11

Bridle 5 is een generatorisch stroom geregelde bridle.

Het setpoint van de bridle komt tot stand door de referentie uit de DMC (Master reference) te sommeren met de hoogte van de lussenput 2.

De bridle zal een vaste stroomverhouding proberen te realiseren tussen de rollen 103,104,106 en 106A. De verhouding is 104:106:103:106A=1:1.2:0.6:2

Uittree lussentoren

Na de lussentoren bevindt zich de uitree sectie. In uitree sectie worden de rollen op de oproller 2 of 3 opgerold. Tijdens een transfer van oproller 2 naar 3 of van 3 naar 2 is er een kort moment waarbij de uitree sectie (vanaf bridle 6) stil staat. Tijdens dit stil staan van de uitree sectie zal de ovensectie blijven door draaien.

Tijdens het stilstaan van de uitree zal het geproduceerde materiaal uit de oven worden opgeslagen in een buffer. Deze buffer noemen we de uittree lussentoren.

Nadat er een transfer heeft plaatsgevonden zal de uitree sectie de lussentoren weer leegtrekken. De uitree heeft tijdens het leeg halen een hogere snelheid als de lijn snelheid.

De uittree lussentoren bestaat in grote lijnen uit 'n aantal niet aangedreven rollen en 'n beweegbare lussentafel. De lussentafel kan de vulgraad of materiaalopslag beïnvloeden door zijn variabele positie. In de onderste stand is de toren volledig gevuld. In bovenste stand is de materiaalopslag minimaal. De gewenste vulgraad van lussentoren 2 wordt in het centraal paneel ingesteld, en staat meestal rond de 8%. Omdat het gewenst is dat de band door het midden van de toren loopt, zijn de bovenrollen licht gebol-leerd. Hiermee wordt bereikt dat de band over het hart van de rol loopt.

Bridle 6 CA11

Bridle 6 heeft twee doelen. Een van zijn taken is om tijdens het draaien de kracht die de oproller uitoe-fent op de band te compenseren met een tegenkracht, daar anders de oproller rechtstreeks een kracht zou uitoefenen op lussentoren 2. Bridle 6 draait dan generatorisch.

Zijn andere taak is om tijdens de transfer; als de band geknipt is, en er op dat moment geen oproller aantrekt, zelf een positieve kracht op de band uit te oefenen.

Op het moment dat er geknipt is draait bridle 6 niet meer generatorisch, maar neemt vermogen op om de band door te kunnen voeren naar de gereedstaande oproller. Tijdens de transfer gaat de exit press-rol automatisch dicht, dit om slip te voorkomen en om terugschieten van de band te voorkomen.

Oproller 2 en 3

Het doel van de oproller is het opwikkelen van het gegloeide of schoongemaakte blik.

De oproller bestaat uit een hoofdas, trekstang, schuifbus en drie schilden. Elektrisch aangedreven via een tandwielkast. De hoofdas is hol, waarin de trekstang zich bevindt. De trekstang wordt met een hydraulische cilinder bedient. Er bevindt zich een schuifbus om de trekstang, die in combinatie met de trekstang de schilden doet uitzetten of inkrimpen. Als de oproller wordt geëxpandeerd (uitzet-ten) gebeurt dit op lage druk. Als de nieuwe band er omheen zit, wordt na een bepaalde opgewikkelde oprol diameter overgeschakeld naar hoge druk, om de rol zo vast mogelijk op de oproller te houden.

5. Probleemstelling

De installatie CA11 dateert van 1968 en is toen uitgelegd voor een bepaald materiaal pakket. [H11.3] Gedurende de afgelopen periode is de klant kritischer geworden en de CA11 kon niet achter blijven m.b.t. de wens van de klant. Het is de bedoeling om in de toekomst met de CA11 materiaal te gaan gloeien van $<0.14\text{mm}$. Een dunner blikpakket stelt andere eisen aan de originele installatie. Om van 0.17mm naar 0.14mm te gaan neemt de dikte met 18% af.

Bij een dunner blikpakket (<0.14) zullen de huidige trekvariaties bandbreuken tot gevolg hebben. Om toch naar $<0.14\text{mm}$ te gaan is een betere trekbeheersing en sporing in de oven een noodzakelijk.

Binnen de installatie zijn een aantal oplossingen mogelijk om de trekvariaties aan te passen. Essentieel voor de mogelijke verbetering is dat de kosten hiervan laag moeten zijn.

Dit onderzoek richt zich op een betere trekbeheersing intree oven, die nodig is om dunner blik te kunnen produceren.

De ingangstrek van de oven wordt bepaald door de dancerrrol en trekrollen set 3 (bridle 3). De constructie van de dancerrrol heeft zijn beperkingen, de dancier heeft een grote onnauwkeurigheid $>10\%$ van de ingestelde trek. [1]

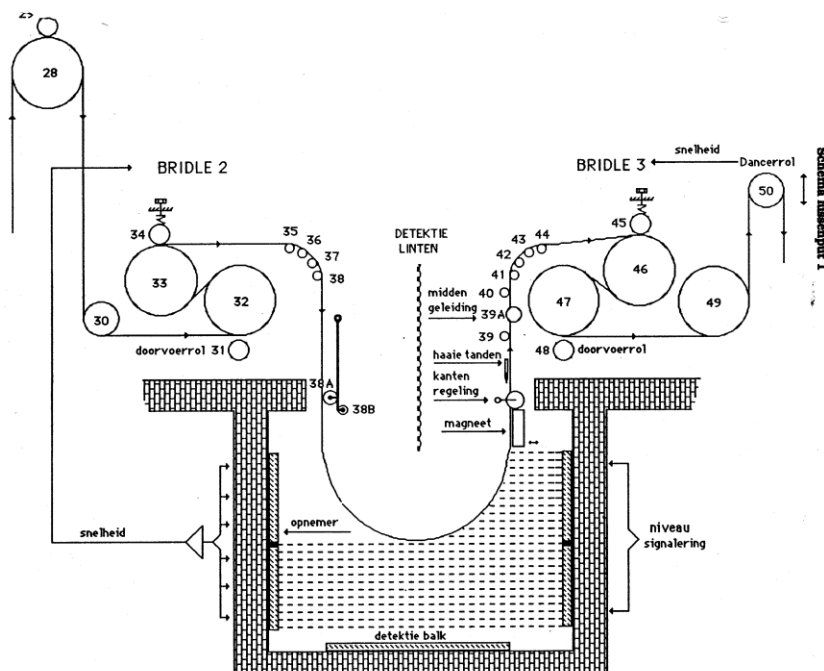


Fig. 5 lussenput 1

5.1. Opbouwen van trek

De dancerrool bepaalt in feite de trek aan de intree van de oven.

Het trek verloop door de oven heen (trekprofiel) hangt af van de bijdragen van alle aangedreven rollen in de oven, de motoren van de rollen krijgen daarvoor een vast ingestelde ankerstroom.

De dancerrool trekt met een bepaalde kracht de band strak, deze kracht is afhankelijk van de stroom van de "torque-motor". Uit eerdere rapporten blijkt dat de intree trek van de oven gelijk is aan 350 x de dancero stroom ampères [9]. Aan de hand van de positie van de dancerrool wordt de snelheid van de intree bridle 3 geregeld. We kunnen dus concluderen dat er twee belangrijke mechanismen bepalend zijn voor de intree trek, namelijk de dancerrool en de bridle 3.

Het doel van de dancerrool 50, is het regelen van de ingestelde trek in de oven en het opvangen van trekstoten die in de oven ontstaan door snelheidsvariaties. Als de opstelling in bedrijf is staat de dancerrool in het midden. Als men de trek verhoogt of verlaagt gaat de dancerrool uit zijn middenpositie. De bridle brengt door middel van zijn snelheid / trekregeling de dancerrool weer naar zijn middenpositie. Een motor zorgt ervoor dat de dancerrool via een tandheugel op de ingestelde trekwaarde blijft. De positiedetectie is er om te detecteren of de dancerrool te hoog of te laag komt. Door de constructie is een snelle regeling niet mogelijk. De werking van de dancero heeft een onnauwkeurigheid in de buurt van $\pm 350\text{N}$. [1]

5.1.1. Bridle 3

Bridle's worden toegepast op punten waar de trek tussen verschillende secties snel moet worden opgebouwd of afgebouwd. Een bridle bestaat uit 2 of meerdere aangedreven rollen.

De mate van trek opbouwen of trek afbouwen hangt af van een aantal factoren (zie ook hoofdstuk 6.2) Deze factoren zijn:

- De omspannen hoek die de band met de rol heeft
- De ruwheid van een rol (de wrijving coëfficiënt van de body van de rol)

Indien een bridle juist functioneert, kan men de bridle beschouwen als een trekversterker.

De uitgaande trek van de bridle is gelijk aan de ingangstrekk, vermenigvuldigd met de versterking factor van de bridle. Trek variaties aan de ingang worden versterkt naar de uitgang!

De meeste bridle's van CA11 hebben geen voorspanning in de band. Dit komt door de aanwezigheid van de lussenput. In zo'n geval moet men een voortrek creëren d.m.v. een aandrukrol.

5.2. Onderdelen van bridle 3

Omdat de band in de lussenput trekloos is, moet er opnieuw trek worden opgebouwd vanuit de lussenput. De voortrek is afhankelijk van het materiaal gewicht dat als lus in de put hangt, remmagneet en de functie van de aandruk rol 45.

De aandrukrol 45 van bridle 3 heeft een mechanische constructie waarbij een stalen verenpakket bepalend is voor de kracht van aandrukken van de aandrukrol op de bridle rol 46.

Voor het afstellen van de aandrukrol maakt men gebruik van een SWI (standaard werkinstructie).

Het gebeurt regelmatig dat het wisselen van het orderpakket negatieve invloed heeft op de werking van de aandrukrol, waardoor opnieuw afstellen noodzakelijk is.

In de lussenput zijn een 2-tal elektrische magneten geplaatst die regelbaar zijn.

De functie van de magneten is om een voortrek te creëren voor de bridle.

De band loopt over de magneet en zal door het magnetisch veld weerstand ondervinden.

De magneetstroom is instelbaar via een regelbare weertand.

Naast de onderdelen van de danceroel 50 en de bridle 3 zijn er nog een aantal installatiedelen die een invloed kunnen hebben op de trekvariaties. Ook kan het zijn dat installatiedelen een versturende factor hebben die op zich geen relatie hebben met trek variaties, maar wel als storend worden ervaren tijdens productiebedrijf.

In de lussenput vlak boven de remmagneet heeft men een kantgeleiding systeem geplaatst (rol 39 en 39A) Deze heeft als doel om de band recht vanuit de lussenput aan de bridle aan te bieden.

De kantverstelling kan worden versteld door productiemedewerkers. Het wil nog wel eens gebeuren (gemiddeld 2 keer per maand) dat de kantverstelling wordt vergeten. Op het moment dat er een nieuwe rol in de schoonmaakbaansectie wordt aangelast die breder is dan de huidige rol, komen de randen van de brede rol tegen de kantgeleiding, met een bandbreuk als gevolg. De kantgeleiding zelf heeft geen relatie met de trek.

Functie van de dwangrol 38A is de band te stabiliseren om zo slingeren van de band in de lussenput te voorkomen. De dwang rol heeft geen relatie met de trek, de dwang rol kan wel krassen veroorzaken op het materiaal.

5.3. Problemen met trek variaties

Problemen met trekvariaties kunnen we opsplitsen in een aantal oorzaken.

Er kunnen oorzaken ontstaan door installatie gebruik. Een voorbeeld hiervan is slijtage van het bridle profiel of oppervlakte. Een andere oorzaak kan liggen in het verkeerd afstellen of door defecte installatie delen. Als laatste zijn er de dynamische afwijkingen in individuele installatie delen zoals de dancerrool.

- Slip van bridle rollen
- Afstelling aandrukrol 45
- Defecte rem magneet
- Dancerrool variatie

Als door slijtage het bridle oppervlak gladder gaat worden, neemt de wrijving coëfficiënt van de body van de rol af, is er kans op slip.

Omdat bridle 3 werkt als een remmende bridle (generatorisch) zal bij slip het materiaal over het bridle oppervlak worden getrokken. Er gaat dus meer materiaal de oven in.

Hierdoor ontstaan ongewenste trekvariaties.

De aandruk rol 45 is gevoelig voor een juiste afstelling.

Bij het juist afstellen van de aandruk rol volgens de SWI zie hoofdstuk 11.2 blijkt dat de afstelling na verloop van tijd verloopt bij verschillende materiaal orders. Ook blijkt dat productiepersoneel vaak afstellingen doet zonder gebruik te maken van de SWI, waarna een verkeerde afstelling plaatsvindt.

De remmagneet bestaat uit 2 aparte magneten units. Elke magneet unit bestaat uit 4 spoelen.

Tijdens het schrijven van de scriptie is er een spoel van een magneet unit defect.

Een gewenste voortrek met de magneten in de lussenput is nu niet meer te realiseren.

De 4 spoelen van de magneet staan in serie geschakeld. Het gebruik van 3 spoelen kan niet i.v.m. de aangesloten spanning. De spanning moet zich dan verdelen over de 3 spoelen, waardoor aangesloten spanning per spoel te hoog zal worden. Op dit moment is maar 1 magneet unit beschikbaar.

Een nieuwe unit kost € 24.350,-

Uit eerdere meetrapporten [1] is gebleken dat de dancer een onnauwkeurigheid heeft van $\pm 350N$.

Bij dun materiaal zal deze trekvariatie t.o.v. de trekinstelling een waarde hebben van $>10\%$ van de ingestelde trek. Tevens zijn er in de dancer stroom grote variaties gemeten die zo'n $\pm 500N$ trekvariaties zouden kunnen geven. De oorzaak van dit probleem is dat de wrijving van de dancer constructie een rol speelt.

5.4. Oplossingen voor een stabiele ingangstrek

Uit de voorgaande paragraaf kunnen we opmaken dat er een aantal installatiedelen verantwoordelijk zijn voor de trek variaties, met als belangrijkste de dancerrool 50 en de bridle 3.

In de volgende paragrafen zal er een toelichting worden gegeven met mogelijke oplossingen voor de individuele problemen.

5.4.1. Oplossen van slippende bridle 3

Een oplossing voor het slippen zou men kunnen krijgen in het periodiek te laten wisselen van de bridle-rollen. De vraag is alleen hoe beoordeel je het tijdstip van vervanging.

- Draaiuren van de bridle.
- Meten van de rubber conditie.

In het verleden zijn er tal van oplossingen gezocht om de standtijd van de bridle's te verhogen. Samen met rubberleveranciers is er gezocht naar een ideaal rubbersoort voor de bridle's van CA11. Bridle rollen worden onderhouden en opgeknapt door een interne onderhoudsdienst van Corus. Het is gebleken dat er een tal van factoren zijn waardoor de constante kwaliteit die gewenst is tot op heden nog steeds niet is gehaald. Ook het hebben van een meetinstrument om de wrijving coëfficiënt te kunnen meten met de rollen in de lijn blijkt tot op heden nog erg lastig te zijn. Ook de omspanning hoek (contacthoek) van de totale bridle kan slip voorkomen. Hiervoor zou een extra bridle rol moeten worden bij geplaatst.

Ondanks het hebben van een SWI blijkt het juist afstellen van de aandrukrol 45 een probleem. Een mogelijke oplossing zou een mechanisme zijn waarmee de aandruk kracht die nodig is onafhankelijk te maken van het materiaal (de band). Hiervoor zal een aanpassing gedaan moeten worden aan het huidige aandruk frame.

5.4.2. Oplossing dancerrool variatie

Zoals al eerder is vermeld, heeft de constructie van de dancerrool zijn beperkingen, de dancer heeft een onnauwkeurigheid in de buurt van $\pm 350\text{N}$, dit is ongeveer 10% van de ingestelde trek. [1] Om dit probleem te verhelpen dient er een ander dancer ontwerp te komen. Hierbij kan worden gekeken naar andere installaties op het Corus terrein waar men een horizontale dancer heeft gebruikt i.p.v. een verticale zoals bij CA11. Ook de huidige aansturing van de dancer kan verbeterd worden. Andere installaties hebben goede ervaringen met een pneumatische dancer regeling in plaats van een elektrische. Een horizontale pneumatische dancer heeft de mogelijkheid om sneller te reageren op trek variaties die ontstaan in de oven.

5.5. Keuze

Als we naar de installatie kijken zijn er drie partijen die werkzaam zijn, namelijk productie, technisch beheer en procesbeheer. Elke afdeling heeft zijn wensen.

Productie kijkt meer naar het bedieningsgemak en afstel mogelijkheden, terwijl technisch beheer meer kijkt naar o.a. onderhoudbaarheid, storingsgevoeligheid, standtijden en de onderhoudskosten.

Procesbeheer kijkt naar de kwaliteit van het product en continuïteit van de productstroom.

Het invullen van de lijst is tot stand gekomen door gesprekken met W.Braak (technisch beheer) medewerkers ploeg blauw (productiebeheer) en B.Benschop (procesbeheer). De weegfactor is tot stand gekomen door overleg met W. Braak

In de voorgaande paragrafen 5.4.1 t/m 5.4.2 staan een aantal deel oplossingen vermeld.

Elk afzonderlijk probleem kan worden opgelost. Of de gekozen oplossing de mooiste is daar kan men over twisten. Een effectieve oplossing zou zijn om de menselijke factor te elimineren, waardoor bijvoorbeeld een verkeerde afstelling niet meer mogelijk is. Het verlengen van standtijden om onderhoudskosten omlaag te krijgen en het voorkomen van bandbreuken scoren hoog. Elke bandbreuk heeft productieverlies tot gevolg!

Aan de hand van de keuze matrix tabel 5.5 is er voor een oplossing gekozen waarin alle 3 partijen zich kunnen vinden.

paragraaf		Productie beheer							Technisch beheer					Proces beheer				Totaal
		Bedieningsgemak	Afstel mogelijkheid	Storingen	bandbreuk gevoelig	Kosten productie verlies	Weegfactor	Score	Standtijden	Onderhoudbaarheid	Kosten	Weegfactor	Score	Stabiliteit	Kosten kwaliteit	Weeg factor	Score	
3.4.1	Slippende bridle rollen	0	8	5	7	2	1	22	8	8	6	1	22	8	4	2	64	108
3.4.2	Afstellen aandruk rol 45	3	8	3	3	2	1	19	7	8	2	1	17	8	3	2	48	84
3.4.3	Nieuwe rem magneet	0	3	3	3	2	1	11	0	7	7	1	14	3	2	1	6	31
3.4.4	Dancerrol variatie	2	0	3	5	5	1	15	2	2	2	1	6	7	4	3	84	105
3.2.3.1	Kantgeleiding	5	5	4	8	5	2	54	3	3	3	1	9	7	2	2	28	91
3.2.3.2	Dwangrol	0	2	3	2	1	1	8	2	2	2	1	6	4	3	2	24	38

Tabel. 5.5 keuze matrix

Individuele score 0-10

0= geen probleem

10=groot probleem

In de matrix kunnen we zien dat voor procesbeheer de dancer variatie een score heeft van 84.

De dancer variatie staat omschreven in hoofdstuk 5.3

Tevens kunnen we terug vinden dat voor technisch beheer de problemen meer liggen in het onderhoud gebied. Ergernis nummer 1 bij productie is de kantgeleiding, deze heeft een score van 54. Alle scores samen genomen kunnen we ons richten op de 3 hoofdproblemen.

1. Slippende bridle rollen
2. Dancerrol variatie
3. Kantgeleiding

Het zou mooi zijn als we voor alle 3 problemen een geschikte oplossing kunnen bedenken.

5.5.1. Oplossing slippende bridle rollen

Een oplossing voor het creëren van een stabiele ingangstrek is het onder controle hebben van het slijtage gedrag en de juiste afstelling van de aandrukrol bij verschillende materiaal orders. Ook de omspannenhoek (contacthoek) van de totale bridle, kan slip voorkomen

Naast het hebben van een juiste kwaliteit rol body, is een belangrijk oorzaak van slip op bridle het niet hebben van voldoende voortrek. Zoals eerder omschreven is een bridle een trekversterker die door middel van een aandruk rol en magneet een voortrek moet hebben.

Een mogelijke oplossing voor het probleem voortrek, is de trek te gebruiken afkomstig uit de lussentoren. Er is trek aanwezig in de intree lussentoren. Deze wordt in de huidige situatie afgebouwd in de lussenput. De reden hiervoor is, dat men vroeger niet in staat was om de beide aandrijvingen bridle 2 en de bridle 3 gelijk te laten lopen. Men creëerde een buffer (scheiding) tussen 2 installatiedelen. Nu, met de huidige staat van de techniek, is het mogelijk om aandrijvingen gelijk met elkaar te laten lopen waardoor een elektrische koppeling mogelijk is.

De functie van de magneet en de aandrukrol 45 kunnen in dit geval vervallen.

5.5.2. Dancerrol variatie

In de installatie zijn trekopnemers aanwezig die niet in de besturing worden gebruikt. Een belangrijke trek opnemer zit op intree rol 54 van de oven. Als alternatief voor de dancer, kan overwogen worden om de trekinstelling te realiseren direct met het motorkoppel van bridle3. De functie van de dancerrol (huidige trek instelling) zou dan kunnen vervallen. Echter als er trekschommelingen in de oven plaatsvinden, kunnen deze niet meer worden opgevangen. Een mogelijke oplossing om dit te voorkomen is het gebruik van een combinatie van de teruggekoppelde trek van intree rol oven en een deel (verhouding) van de dancer trek. Verwacht wordt dat een betere regeling mogelijk is door trekregeling via het aandrijfkoppel van de bridle 3.

Tevens dient de constructie van de dancer anders te worden. Er zal een andere dancerregeling gekozen moeten worden om de wrijving verliezen te elimineren.

5.5.3. Kantgeleiding

Wanneer de trek van de oven gekoppeld wordt aan de bridle 3, komt de lussenput te vervallen. Bij het vervallen de lussenput heeft de kantgeleiding geen functie meer, ook deze kan dan vervallen. De bandbreuken gerelateerd aan de kangeleiding horen dan tot het verleden.

5.6. Gekozen oplossing

Aan de hand van de analyse is gekozen om de volgende oplossingen te gebruiken:

De band zal vanuit de intree lussentoren worden aangeboden aan een nieuw bridle ontwerp. De lussenput incl. dwangrol, kantgeleiding, magneet en aandrukrol zullen komen te vervallen. Er zal een oplossing moeten worden gevonden voor de trekvariaties veroorzaakt door de dancerrrol. De uitwerking van deze oplossingen zullen worden beschreven in hoofdstuk 7.

6. Algemene beschrijving huidige trekregeling CA11

Bij continue-gloeilijnen is een goede trekregeling van belang om de band goed door de lijn te kunnen voeren. Als we een band slap door de lijn voeren, dan kan de band in de kant lopen en daardoor breken. Als we de band te strak door de lijn voeren bestaat de kans dat de band ook breekt. Omdat niet elke bewerking in een continue-gloeilijn dezelfde trek nodig heeft, zal de trek door de lijn diverse malen op een ander niveau moeten worden gebracht.

Zo kunnen we namelijk met een specifieke oprol trek draaien om een goed gewikkelde rol te krijgen, of de trek in de lussentorens op een bepaald niveau willen regelen om een goed spoor gedrag in de lussentorens te krijgen of de trek in processectie op een bepaald niveau willen hebben om geen krassen te krijgen maar wel een goed spoor gedrag.

Met de bestaande oven wordt een bepaald productiepakket gedraaid (breedte, dikte) wat afgestemd is op de huidige mogelijkheden van mechanische- en elektrische systemen.

Om het productiepakket uit te breiden zullen er aanpassingen en/of vernieuwingen uitgevoerd moeten worden.

De nieuwe trekprofiel regeling is zo'n aanpassing. Door deze trekprofiel regeling te optimaliseren is het mogelijk de ingangstrek in de oven beter te beheersen en daardoor een stabielere trekbeheersing in de oven te verkrijgen. Was in het verleden het spoorgedrag een pakket beperkende factor, met het inbouwen van deze regeling is het dus mogelijk om breder en dunner materiaal door de oven te voeren.

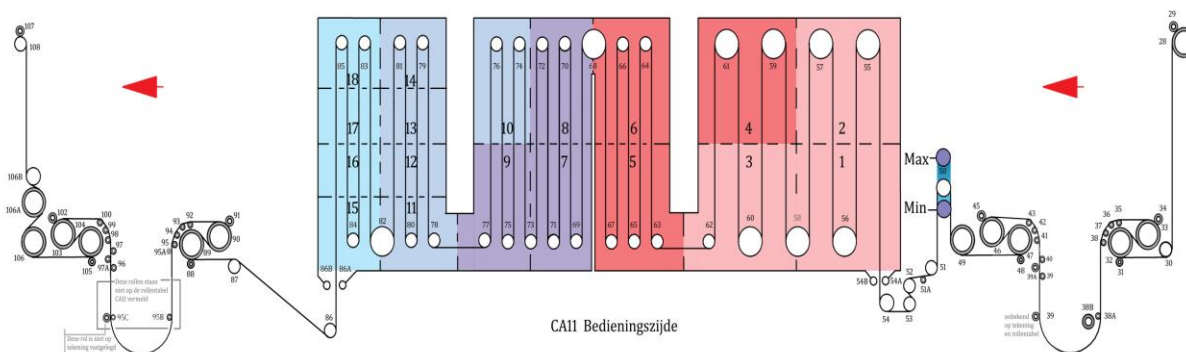


Fig. 6 lijnoverzicht CA11 1

Om inzicht te krijgen hoe de nieuwe trekregeling werkt is het nodig om de huidige trek regeling toe te lichten. De oven CA11 is opgebouwd uit de volgende onderdelen.

- Bridle 3 rol nummer 46,47 en 49
- Dancerrol rol nummer 50
- Opwarmsectie (Heat) rol nummer 55 t/m 62
- Doorgloeisectie (Hold) rol nummer 63 t/m 68
- Langzaamkoelsectie (Slowcool) rol nummer 69 t/m 77
- Snelkoelsectie (Fastcool) rol nummer 78 t/m 85
- Bridle 4 rol nummer 87,89 en 90

Elke sectie heeft zijn eigen temperatuur en trek regeling.

De gewenste trek instelling per oven sectie kan ingesteld worden d.m.v. een centrale regelcomputer (DMC). De DMC geeft op zijn beurt de referentie weer door aan de verschillende installatiedelen.

Alle vier de secties van de oven krijgen vanuit de DMC een zelfde snelheidsreferentie aangeboden. De DMC zorgt er tevens voor dat de veldregelaars van de ovenrollen een referentie krijgen voor de individuele trekbijdrage. De trekregeling in de oven valt buiten de scope van het onderzoek.

De snelheidsreferentie gaat tevens naar bridle 3 en 4. Wanneer de bridle's en de ovensecties allemaal even snel draaien zal er geen trek aanwezig zijn. Om trek op te bouwen moeten er dus snelheidsverschillen geïntroduceerd worden. De regeling van bridle 3 zorgt er voor dat bridle 3 iets langzamer draait zodat er trek tussen bridle 3 en 4 ontstaat. Om nu ook een goed spoorgedrag in de oven te zorgen realiseren, dient een bepaald trekprofiel in de oven opgebouwd te worden.

6.1. Dancerrol regeling

Dancerrollen worden toegepast op plaatsen waar grote trekvariëaties verwacht kunnen worden. Bij CA11 is dit het geval tussen bridle 3 en de gasslotrollen (intree oven).

Deze trekvariëaties komen uit de lussenput / oven. De dancerrol voor de gasslotrollen is een elektrische dancer. De dancer zorgt tevens ook voor de basistrek in de oven. Is er een hogere basistrek gewenst, dan kan men de dancer omhoog sturen.

De band zal strakker worden getrokken, waardoor de trek in de band zal toenemen.

De rol zelf is gemonteerd op een frame welke over tandheugels kan bewegen. Aan dit frame is aan de aandrijfszijde een geregelde aandrijving gemonteerd. Tevens is er een positie opnemer geplaatst.

De positie van de dancerrol wordt geregeld door de snelheid van bridle 3 aan te passen.

Bridle 3 houdt dus de dancerrol in zijn positie. Door de stroom te regelen van de dancer kunnen we de trek aan de intree oven regelen. De dancer trekt aan een lus in de band, afhankelijk van de trekkracht van de motor zal deze groot of klein zijn. Deze kracht (intree trek) $[N] = 350 \cdot I_{DANCERSTROOM} [A]$

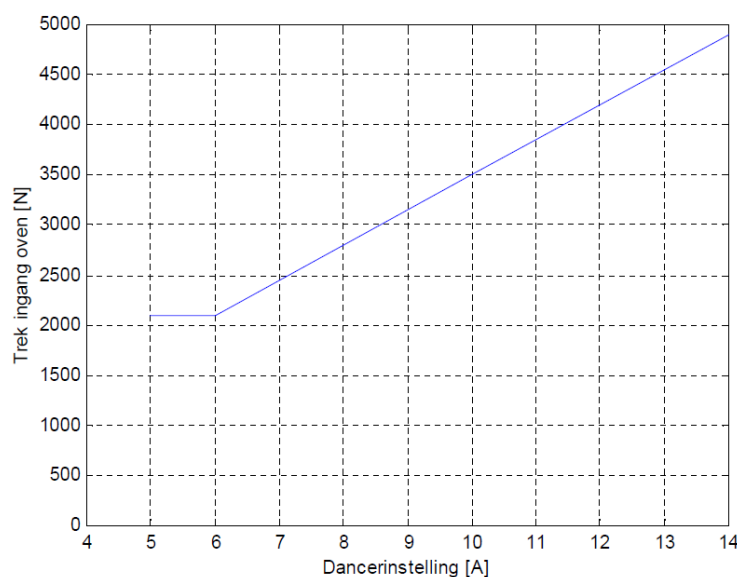


Fig. 6.1 trekinstel grafiek CA11

In formule trek ingang oven $F_{Ingang_{oven}} = 350 \cdot I_{Dancer}$ in [N] bij $I_{Dancer} > 6A$ [9]

6.2. Werking bridle

Bridle's worden in continue-gloeilijnen toegepast op punten waar de trek tussen verschillende secties snel moet worden opgebouwd of afgebouwd.

Bridle's zijn machines, die bestaan uit 2 of meerdere aangedreven rollen.

De mate waarin een bridle trek op of af kan bouwen is afhankelijk van een aantal factoren.

Deze factoren zijn:

- De omspannen hoek die de band met de rol heeft
- De ruwheid van een rol (de wrijvingscoëfficiënt van de body van de rol)

Naarmate de band meer contact oppervlak met een bridle rol heeft, wordt de kans dat de rol gaat slippen kleiner. Als de rol een ruw oppervlak heeft, wordt de kans dat de rol gaat slippen ook kleiner.

Met deze twee factoren, dus de omspannen hoek en de ruwheid, kunnen we een formule opstellen, waaruit blijkt hoeveel een bridle rol de trek kan op- of afbouwen. (zie bridle afleiding H 11.1)

$$f = e^{\text{omspannenhoek} \cdot \mu}$$

Waarin: f = de vermenigvuldigingsfactor van de rol

De omspannen hoek α in rad (360° komt overeen met 2π radialen)

$e = 2,72$

μ = wrijvingscoëfficiënt rol

Bij CPP zijn er bridle's met verschillende types rol body's. Voor de wrijvingscoëfficiënt van deze rol body's geldt:

Soort bekleding	wrijvingscoëfficiënt μ
Rubber	0,275
Chroom	0,12
polyurethaan	0,18

Tabel 6.2

CA11 heeft bridle's met een rubberen bekleding.

Afhankelijk van het slijtgedrag, zal na verloop van tijd de wrijvingscoëfficiënt afnemen, waardoor het mogelijk slippen van bridle rollen kan optreden.

Als we als voorbeeld bridle 3 zonder aandrukrol van CA11 nemen, dan geldt dat deze is uitgevoerd met 3 rubberen rollen. Als we deze gegevens invullen in de formule dan is de vermenigvuldiging factor per rol:

rol nr.	omspannenhoek in graden	wrijvingcoëfficiënt μ	vermenigvuldigings factor rol
46	230	0,275	3,02
47	240	0,275	3,16
49	90	0,275	1,54

vermenigvuldigings factor rollen totaal	14,70
---	-------

Tabel 6.2a

We kunnen dus voor de totale bridle 3 een theoretische trek opbouwen van 14.7 keer de ingangstrek F_1

6.3. Werking van een aandrukrol op een bridle

Zonder extra voorzieningen is een bridle niet in staat om trek op te bouwen als de ingaande trek ontbreekt ($F_1 = 0$). Door een aandrukrol te plaatsen op de intree trekrol waar de band trekloos is kan dit probleem ondervangen worden.

De intreetrek die door een vrijlopende aandrukrol kan worden opgebouwd is:

$$F_2 = e^{\mu \cdot \alpha_1} (F_1 + \mu \cdot F_d) e^{\mu \cdot \alpha_2} \cdot e^{\mu \cdot \alpha_3} \quad \text{Van der Meulen / van Randwijk [7]}$$

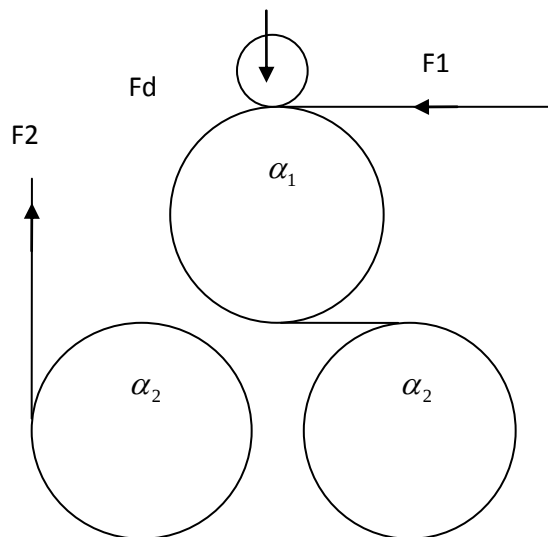


Fig. 6.3 bridle 3

Waarbij: μ : wrijving coëfficiënt tussen bridle rol en band.
 $e^{\mu \cdot \alpha}$: Maximale versterkingsfactor bridle zie hoofdstuk 11.1.

$$\alpha_1 = 4rad, \alpha_3 = 4.18rad, \alpha_2 = 1.57rad, \alpha_{totaal} = 9.75rad$$

De aandrukrol 45 van bridle 3 heeft een mechanische constructie waarbij een stalen verenpakket bepalend is voor aandrukkracht op de bridle rol 46, zie bijlage 11.9

Afhankelijk van het materiaal zal de kracht van de aandrukrol verschillend zijn.

De aandrukrol (pressroll) moet men afstellen op een hoogte van 0.05mm, zie afstel instructie 11.2

Het materiaal in de lijn varieert van 0.17mm t/m 0.38mm.

Hierdoor zal de veer van de aandrukrol met $0.17-0.05=0.12\text{mm}$ respectievelijk $0.38-0.05=0.33\text{mm}$ worden ingedrukt. Het indrukken levert een kracht op van:

Voor een cilindrische schroefvormige veer op trek of druk belast met ronde doorsnede:

$$f = \frac{64 \cdot n_w \cdot r^3 \cdot F_d}{d^4 \cdot G}$$

Waarin:

- f = uittrek / indruk bij F_d
- n_w = aantalwerkzame windingen
- r = straal [mm]
- F_d = Kracht [N]
- d = Draaddikte [mm]
- G = glijdingsmodules [N/mm²]

f	n_w	r	d	G	F_d
[mm]	aantal	[mm]	[mm]	[N/mm ²]	[N]
0,12	5,5	31	17	83000	80
0,33	5,5	31	17	83000	218

Tabel 6.3

Omdat er aan weerskanten een veer is de totaal kracht 160N respectievelijk 436N

Afhankelijk van het te draaien materiaal kan er een kracht (afhankelijk van het indrukken van de veer) van 160 of 436 N optreden.

Omdat het gewicht in de lussenput en de werking van de magneet ook een bijdrage leveren aan de ingangstrek zal de uitgangstrek van de bridle iets groter zijn.

We kunnen in de formule $F_2 = e^{\mu \cdot \alpha_1} (F_1 + \mu \cdot F_d) \cdot e^{\mu \cdot \alpha_2} \cdot e^{\mu \cdot \alpha_3}$ F_1 opdelen in:

$$F_1 = F_{\text{Magneet}} + F_{\text{gew.materiaal}}$$

$F_{\text{gew.materiaal}}$ kunnen we uitreken:

Het gewicht van de band kan variëren tussen:

hoogte [m]	breedte [mm]	dikte [mm]	ρ_{staal} kg/m ³	g [m/ s ²]	$F_{\text{gew.materiaal}}$ [N]
8,5	457	0,152	7800	9,81	45
8,5	1067	0,38	7800	9,81	264

Tabel 6.3a

Voor de waarde minimale en maximale van F_2 vinden we: (zonder werking rem magneet)

$$F_2 = e^{\mu \cdot \alpha_1} (F_1 + \mu \cdot F_d) \cdot e^{\mu \cdot \alpha_2} \cdot e^{\mu \cdot \alpha_3}$$

F_1	μ	α_1	α_2	α_3	F_d	F_2
[N]		rad	rad	rad	[N]	[N]
45	0,275	4	4,18	1,57	160	1390
264	0,275	4	4,18	1,57	436	6000

Tabel 6.3b

$$F_{2_{\min}} = 1390N \text{ en } F_{2_{\max}} = 6000N$$

De bridle 3 kan dus theoretisch een trek opbouwen die ligt tussen de 1390N en 6000N.

Indien een rembridle (bridle 3) met aandrukrol trek moet opbouwen dan kan bij elastisch beklede bridle rollen problemen ontstaan doordat de bekleding bij de aandrukrol samengedrukt wordt waardoor het roloppervlak wordt vergroot.

Dit heeft tot gevolg dat de omtreksnelheid van de bridle rol daar groter is dan bij het niet-samengedrukte deel. Dit leidt er toe dat de band sneller de bridle inloopt dan de omtreksnelheid van de bridle rol zou rechtvaardigen. Het resultaat hiervan is het loslaten van de band van de rol achter de aandrukrol. Deze 'losse' delen van de band lopen met de rol mee, totdat de trekkracht van band op rol zodanig groot is dat de losse delen glad worden getrokken (zie figuur 6.3.1).

Een echte oplossing voor dit probleem, zonder de bridle te moeten aanpassen, is niet beschikbaar. Het vergroten van de aandrukkracht verergerd het fenomeen. Het verlagen ervan leidt tot een (te) geringe trekopbouw.

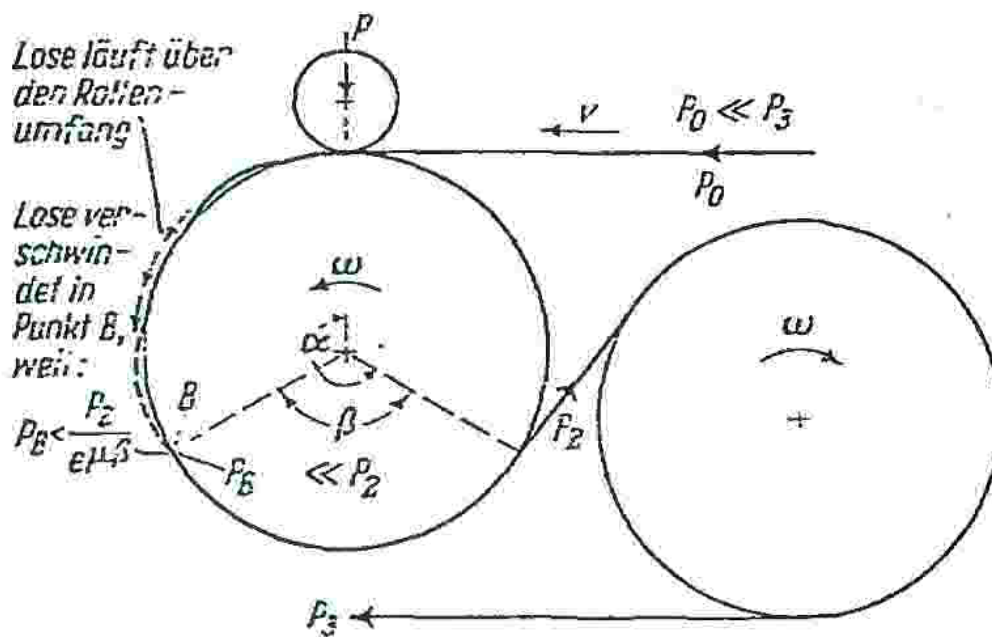


Fig. 6.3.1

6.4. Bridle 2 en 3 aandrijving

In het verleden was het elektrisch niet mogelijk om qua aandrijving de bridle's 2 en 3 gelijk met elkaar te laten draaien. Door het introduceren van een lussenput kon men een scheiding aanbrengen tussen twee elektrische aandrijvingen. Vroeger was er een centrale gelijkspanningsbus waarop de ankers van de motoren waren aangesloten. Door middel van een veldregeling kon men de individuele snelheden enigszins regelen. Het regelen van het veld kon men doen met een regelbare weerstand die opgenomen was in het veldcircuit. Deze regelbare weerstanden (verniers) waren opgesteld in besturingskasten (directomatic 2) aan de achterkant (aandrijfzijde) van de baan.

Sinds 1999 hebben er in de CA11 diverse deelvervangingen plaatsgevonden. Ook is systematisch een deel van de aandrijving vernieuwd.

Gekozen is toen voor een individuele rol aandrijving. Elke aangedreven rol heeft een eigen regelaar. Men heeft in 1999 gekozen voor het behoud van de DC motoren, waardoor er geen mechanische aanpassingen in de baan nodig waren. De keuze van de gelijkstroom regelaar was toen een regelaar van "Control Techniques" van het type Mentor II.

In onderstaande tabel staat vermeld welke regelaar bij welke rol hoort.

Rol nummer	Type	Pnom.	Unom(ac)	Inom(ac)	Unom(out)	In-om(out)	If-max
		[kW]	[V]	[A]	[V]	[A]	[A]
28	M75R	38	525	60	500	75	8
30*	M25R	9	525	21	500	25	8
32	M75R	38	525	60	500	75	8
33	M75R	38	525	60	500	75	8
46	M45R	19	525	38	500	45	8
47	M45R	19	525	38	500	45	8
49	M25R	9	525	21	500	25	8
50	M45R	19	525	38	500	45	8

Tabel 6.4 Mentor II



De huidige bridle regeling is een snelheid regeling met daarin een stroomregeling.

Bij bridle 2 is de rol 32 de master, de rollen 30 en 33 zijn de slaves.

Bij bridle 3 is de rol 47 de master, de rollen 46 en 49 zijn de slaves.

* bridle 2 rol 30 heeft geen aandrijving meer.

6.5. Werking regeling bridle 2 en 3

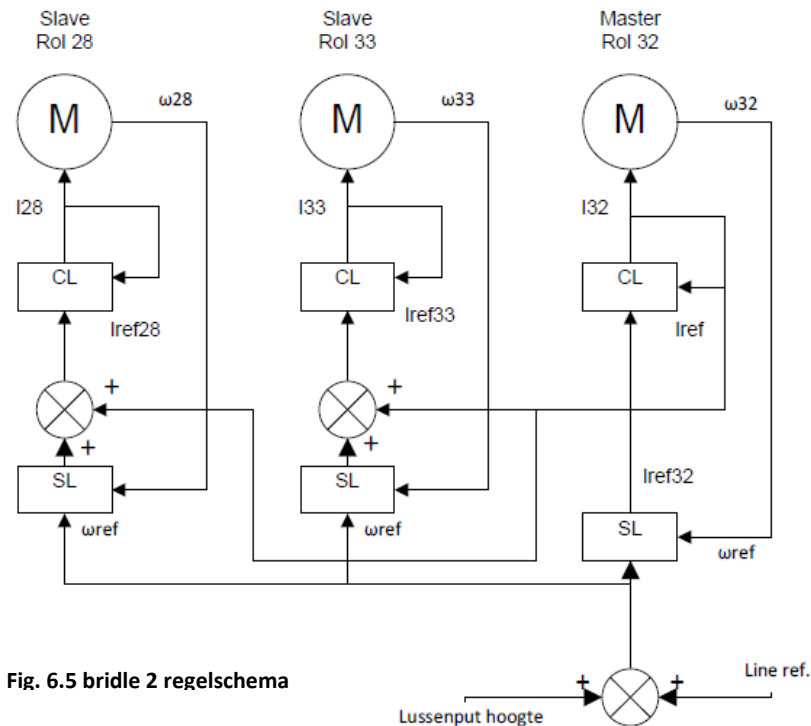


Fig. 6.5 bridle 2 regelschema

Het bovenstaande vereenvoudigd regelschema in figuur 6.5 geeft de master-slave regeling weer. In dit schema is de regeling weergegeven van een drie rollen bridle set (bridle 2). We kunnen voor elke motor de stroomregelaar CL (current loop) en de snelheidsregelaar SL onderscheiden (speed loop). De snelheidsregelaar wordt samengesteld uit het signaal van de line-reference opgeteld met het signaal (hoogte) uit de lussenput. Dit signaal wordt vergeleken met het signaal van de puls tacho (toerenterugkoppeling). De uitgang van de snelheidsregelaar geeft de referentie voor het koppel. Deze waarde, gedeeld door de veldsterkte, geeft de stroomreferentie Iref. Deze stroomreferentie wordt gelimiteerd in de regelaar en gaat tevens als referentie naar de stroomregelaar van de slaves. Het voordeel van een interne stroom regeling is de korte regeltijd in de stroomkring (7 à 10ms) waardoor belastingsvariaties niet doordringen in de snelheidsregeling. Een stroombegrenzing is vooral van belang bij snelle snelheidsveranderingen van de bridle. Heeft de motor een groot massatraagheid moment, dan kunnen grote snelheidsvariaties niet gevolgd worden.

Motor formules zijn te vinden in bijlage 11.18



Fig. 6.5.1 bridle 2

Het benodigde koppel van de masterrol dat de speed regelaar van de masterrol vraagt, wordt in verhouding (loadbalance) als referentie toegevoerd aan de regeling van de slave rol. De verhouding is zo ingesteld dat dit gelijk is aan de maximale koppelbijdrage wat geleverd kan worden.

Loadbalance regeling bridle 2

Slave	Slave	Master	Slave
Rol 28:	Rol 30:	Rol 32:	Rol 33
1,2:	0,08:	1:	0,5

Tabel 6.5 gewenste loadbalance bridle 2 1

In het verleden heeft men het besluit genomen om de aandrijving van rol 30 te verwijderen. De rol heeft een kleine omspannen hoek en een laag wrijvingscoëfficiënt waardoor de geleverde bijdrage minimaal is.

Alleen wanneer de slave rol zal gaan slippen, ontstaat er een groot verschil tussen het toerenreferentie signaal en het teruggekoppelde toeren signaal. De snelheidsregelaar van slave rol zal nu proberen de snelheidsafwijking te gaan corrigeren.

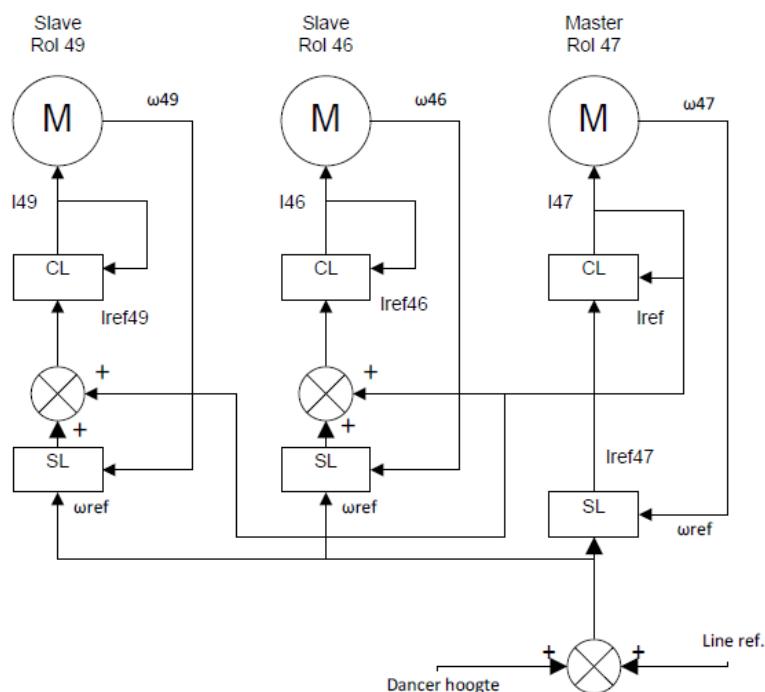


Fig. 6.5.2 bridle 3 regelschema



Fig. 6.5.3 bridle 3

Loadbalance regeling bridle 3

Slave	Master	Slave
Rol 46:	Rol 47:	Rol 49
0,8:	1:	0,66

Tabel 6.5.1 gewenste loadbalance bridle 3

De werking van bridle 3 is bijna gelijk aan de regeling van bridle 2.

Het grote verschil zit hem in het generatorisch werken van de bridle.

De snelheidsregelaar wordt samengesteld uit het signaal van de line ref. opgeteld met het signaal van de dancer hoogtemeting, zie figuur 6.5.2

6.6. Berekende en gemeten trek over bridle 3 en 4

De opbouwende trek over bridle 3 kan men meten m.b.v. drukdozen op rol 54.

Na bridle 4 in de lussenput zal de band trek vrij zijn. De afgebouwde trek over bridle 4 wordt gemeten met drukdozen op rol 86. Van de drukdozen op de niet aangedreven rollen 54 en 86 mag verondersteld worden dat deze een redelijk goed beeld geven van de daar aanwezige trek.

Uit eerder metingen blijkt dat de opgebouwde trek over bridle 3 redelijk overeenkomt met de gemeten trek bij rol 54. De trekmeting bij rol 86 blijkt niet gewerkt te hebben, deze moet nog worden gecontroleerd en te worden geijkt. Doordat de ingangstrekk van de oven gelijk is aan de uitgangstrekk zou bij rol 86 een gelijke trek moeten worden gemeten als bij rol 54. De afgebouwde trek van bridle 4 blijkt nagenoeg gelijk te zijn aan de opbouwende trek van bridle 3 en blijkt ook redelijk te kloppen met de gemeten trek op rol 54. De proef [2] is uitgevoerd bij een lijnsnelheid van 935 fpm. Het kan zijn dat bij andere snelheden de trek iets gaat afwijken. Dit kan eenvoudig gecontroleerd worden door het signaal van de drukdozen rol 54 te loggen en de dancer instelling bij enkele snelheden te variëren.

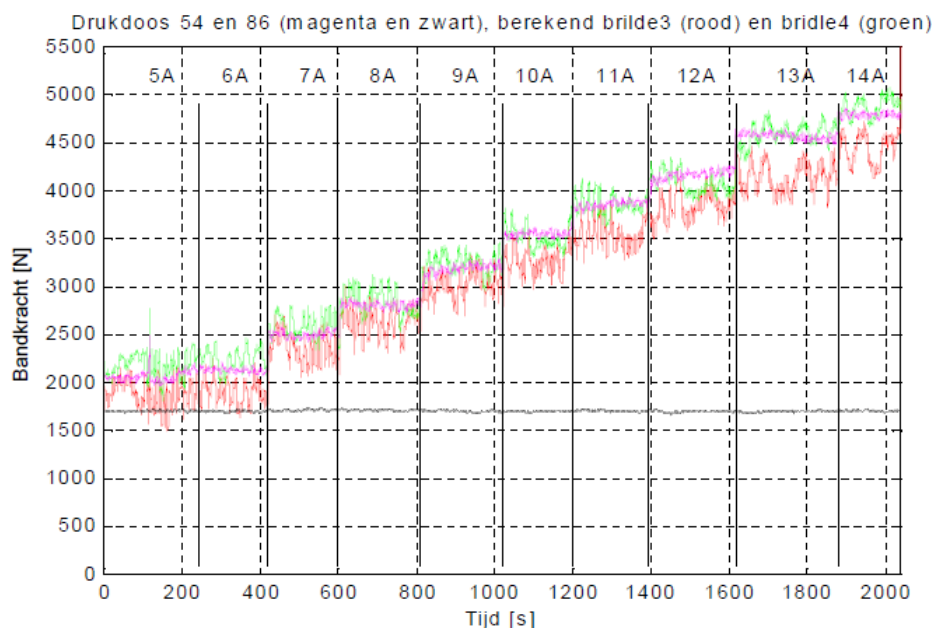


Fig. 6.6 trekverloop

6.7. Meting aan huidige bridle 2 & 3

Op d.d. 9-10-2009 en 23-10-2009 is er een meting gedaan aan bridle 2 & 3, om te meten hoe de bridle 2&3 nu werken. Hierbij zijn de ankerstromen van alle bridle rollen, de lijnsnelheid, danserstroom, dancer hoogte en de trek van rol 54 gemeten. Er is gebruik gemaakt van twee schrijvende meters t.w. de Graphtec WR800 en de Graphtec WR9000. De gemeten stromen van de regelaars komen direct uit de regelaar, hierbij is gebruik gemaakt van de analoge uitgang van de regelaar (ADC conversie). De gemeten dancer stroom is d.m.v. een stroomtang gemeten (Fluke 80i-110S meetprobe), direct op de uitgang van de regelaar. De snelheid komt van de uitgang van de DMC (snelheid referentie voor de gehele lijn). De gemeten trek komt van de meetwaarde omvormer van de trekmeting.

Graphtec WR8000							
Kanaal	AC/DC	Range	Gemeten eenheid	Conversie	position 0	Eenheid in lijn	Naam
1	DC	10V	V	-5/+5V = -50A/+50A	50%	A	I rol 28
2	DC	20V	V	-10/+10V = -100A/+100A	50%	A	I rol 32
3	DC	10V	V	-5/+5V = -50A/+50A	50%	A	I rol 33
4	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 46
5	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 47
6	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 49
8	DC	5V	V	0-5V = 0-4000N	0%	N	Drukdoos rol 54

Graphtec WR9000							
1	DC	5V	V	0-5V	0%	V	Hoogte dancer
4	DC	10V	V	0-10V = 0-500m/min	0%	A	Snelheid lijn
6	DC	200mV	V	0-200mV /10mV/A	0%	m/min	Stroom dancer

Tabel 6.7 instellingen meetapparatuur

Meet resultaten zijn te vinden in de bijlage 11.15

Als we nu kijken naar de meetgegevens in tabel 6.7.1 dan zien we dat de bridle 2 rollen (28,32 en 33) de volgende stromen hebben.

Gemeten 2 bridle stroom			berekende loadbalance uit gemeten stroom		
I_{rol28} [A]	I_{rol32} [A]	I_{rol33} [A]	rol 28	rol 32	rol 33
43,75	35	20	1,25	1	0,57

gewenste loadbalance		
1,2	1	0,5

Tabel 6.7.1 gegevens bridle 2

Als we dit vergelijken met de gewenste loadbalance kunnen we concluderen dat de verhouding wel klopt. De mogelijke afwijking zit in de onnauwkeurigheid van de aflezing van het papier. Een beter meting, zou een meting zijn met meer divisies (Ampère per mm) dan nu gedaan is.

De meetgegevens van bridle 3 (rol 46,47 en 49) in tabel 6.7.2 laten een ander beeld zien, de stromen zijn negatief omdat de bridle generatorisch draait.

Gemeten 3 bridle stroom			berekende loadbalance uit gemeten stroom		
$I_{rol46} [A]$	$I_{rol47} [A]$	$I_{rol49} [A]$	rol 46	rol 47	rol 49
-2,5	-14,75	-9,37	0,17	1	0,64

gewenste loadbalance		
0,5	1	0,66

Tabel 6.7.2 gegevens bridle 3

De stromen moeten een verhouding hebben van rol 46 : rol 47 : rol 49 = 0,5 : 1 : 0,66. In de meetresultaten vinden we deze verhouding niet terug. Bridle rol 46 blijft sterk achter in stroom, de rol 46 heeft daarom bijna geen trekbijdrage! De oorzaak hiervan is het niet gebruiken van de aandrukrol 45. Zoals eerder vermeld is er een ingangstrek nodig om trek te kunnen opbouwen, zie 6.3. Als we nog eens goed kijken naar de meet waarden op willekeurig tijdstip t_x (de verticale lijn) dan vinden we de volgende gemeten stromen, die vermeld staan in de tabel. Omdat de stroom verhouding (loadbalance) niet juist is, en rol 46 sterk in stroom achterblijft, kan bridle 3 onvoldoende trek opbouwen. Hierdoor kan het materiaal over de bridle rollen worden getrokken door bridle 4. Het slippen van de bridle 3 is het gevolg, en de rolbody zal gladder worden, waardoor de wrijving coëfficiënt nog kleiner zal worden. Het effect van een slippende rol heeft een soort lawine effect.

7. Oplossing voor een stabiele intree trek

Zoals vermeld in paragraaf 5.6 bestaat de oplossing uit het verhelpen van twee hoofd problemen. De hoofdproblemen zijn:

1. Oplossing problemen veroorzaakt door de huidige bridle 2 & 3.
2. Oplossing problemen veroorzaakt door de huidige dancer.

De twee hoofdproblemen zullen in dit deel van de scriptie worden uitgewerkt.

Als eerste zal er worden gekeken naar een nieuw bridle ontwerp, en vervolgens zullen de problemen veroorzaakt door de dancerrol trachten op te lossen.

7.1. Oplossing problemen door de veroorzaakt huidige bridle 2 & 3

Uit de trek specificatie in 11.4 kunnen we berekenen wat de trek zou moeten zijn in de lussentoren en bij de intree oven. In de praktijk blijkt dat productie de meeste product orders met dezelfde dancer trek produceert, deze staat meestal op 10A. De trek instelling die men zou moeten hanteren volgens de specifieke trekberekening doet men niet, hiervoor zijn een aantal redenen voor.

- Onbekendheid met trekregeling
- Angst voor het verstoren van stabiel proces

Er zijn een aantal uitzonderingen waarbij productiepersoneel de dancer trek wel verlaagd.

Bij het opstarten van een koude oven installatie heeft bridle 4 moeite met het leveren van het gevraagde koppel. Bij het verlagen van de dancer trek, dus de trek in de oven, krijgt bridle 4 het gemakkelijker. Naloop van tijd zal de oven op de gewenste temperatuur zijn en verhoogt men de dancer instelling weer naar 10A.

De toren trek is ook instelbaar. Dit kan men regelen door het koppel van de lussentoren motor te verstellen. In de praktijk staat ook deze vaak op een vaste waarde van 145A.

Het komt voor dat men de trek van de toren verlaagt, meestal heeft men een springs probleem van het materiaal in de toren, of heeft men last van een slippende bridle 2.

Door de mogelijkheid om de bridle rollen van bridle 2 en 3 gelijk te laten lopen zouden we de lussenput kunnen laten vervallen. Het probleem van het niet gelijk laten lopen van rollen is niet meer van deze tijd. Door middel van de nieuwe digitale DC regelaars is het mogelijk rollen exact gelijk met elkaar te laten draaien.

Berekenen van de maximale en minimale trek voor bridle 2

De trek in de toren kan liggen tussen de 4475N en 767N.

Op rol28 drukt een pinch rol 29, deze rol drukt met een constante druk van 4 bar op rol 28.

Bij gegeven cilinder gegevens is deze kracht 3560N, zie tabel 7.1

bridle pinchroll 29		
Nr. of cilinder	n	2
Boring	d	152 mm
Druk	P	4 bar
Wrijving als gesloten	F	3560 N
wrijving coëfficiënt	μ	0,25

Tabel 7.1 bijdrage pinchroll 29

$$F = \frac{n \cdot \pi \cdot d^2 \cdot P \cdot f \cdot g}{4} \quad F = \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,152^2 \cdot 4 \cdot 0,25 \cdot 9,81}{4} = 3560 \text{ N}$$

Deze kracht moet men sommeren met de trek in de band.

De minimale en de maximale trekken die de bridle 2 nu moet kunnen afbouwen naar 0N zijn respectievelijk: $F_{\min_bridle2} = 3560 + 767 = 4327 \text{ N}$ en $F_{\max_bridle2} = 3560 + 4475 = 8035 \text{ N}$

Echter zoals al eerder vermeld, staat de toren torque-motor ingesteld op 145A. Dit komt overeen met de waarde die hoort bij de maximale specifieke trek 4475N.

De trek van de dancer, zoals al eerder vermeld op 10A. Dit komt overeen met een trek van 3500N.

In de nieuwe situatie moet de bridle trekken afbouwen van 8035N naar 3500N, een ΔF van 4535N!

Theoretisch kunnen we concluderen dat de trekafbouw door de huidige bridle 2 al gedaan kan worden. Bridle 2 bouwt de trek nu af van $\pm 8000 \text{ N}$ naar 0N, een andere loadbalance regeling zou voldoende moeten zijn.

Zonder mechanische aanpassingen te doen zoals het verwijderen van bridle 3, is het mogelijk om met de bestaande rolconfiguratie de band vanuit bridle 2 rechtstreeks aan te bieden aan bridle 3.

De bandloop ziet er dan als volgt uit:

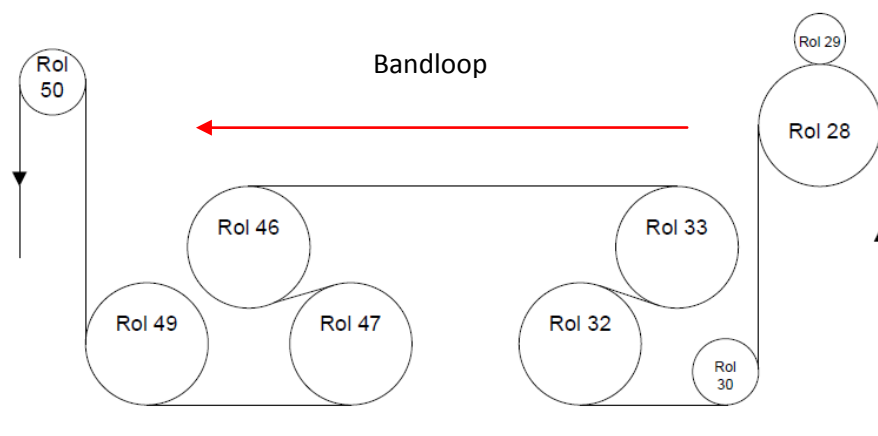


Fig 7.1 nieuwe bandloop

Voor de nieuwe bridle configuratie is er een nieuwe loadbalance berekend, deze staat vermeld in de bijlage 11.10. De loadbalance is dusdanig gekozen dat het trekverloop in de bridle gelijkmatig wordt afgebouwd.

Bij rol 30 heeft het trekverloop in de Grafiek 7.1.2 een horizontaal verloop. Rol 30 heeft geen aandrijving meer en kan dus geen trek afbouwen.

De nieuw gekozen loadbalance ziet er als volgt uit.

Rol	28:	30:	32:	33:	46:	47:	49
I Factor	1,53:	0:	1,92:	1,38:	0,92:	1:	0,61

Tabel 7.1.2 nieuwe loadbalance

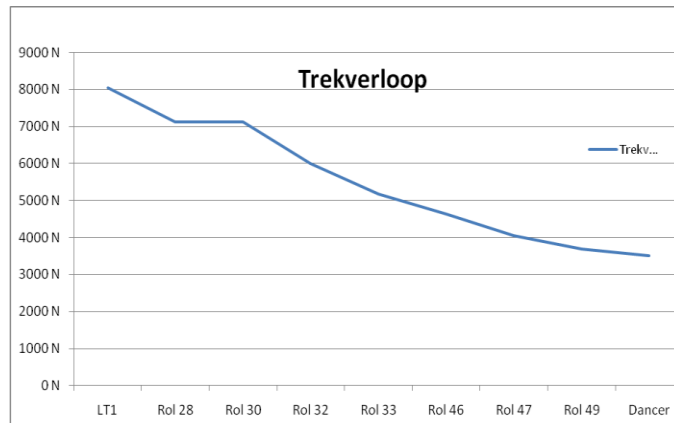


Fig. 7.1.2 trekverloop nieuwe bridle

De trekafbouw over de 6 bridle rollen zijn relatief laag ten opzicht van de oude situatie.

Het zou kunnen gebeuren dat de motor in combinatie met de regelaar in een te klein regelgebied komt waardoor er een situatie kan ontstaan van discontinu vermogen. Een oplossing van dit probleem is om het aantal bridle rollen te reduceren, waardoor het koppel van de over gebleven rollen hoger moet worden.

Tijdens proef draaien met deze configuratie is het altijd mogelijk om rollen uit te zetten, waardoor deze geen bijdrage leveren aan de trekafbouw. Van de overgebleven rollen moet dan een nieuwe loadbalance gekozen worden. Niet aangedreven rollen kunnen tijdens het productie proces krassen veroorzaken, echter doen we nu een proef, waarbij we achteraf kunnen beoordelen of we rollen verwijderen of niet.

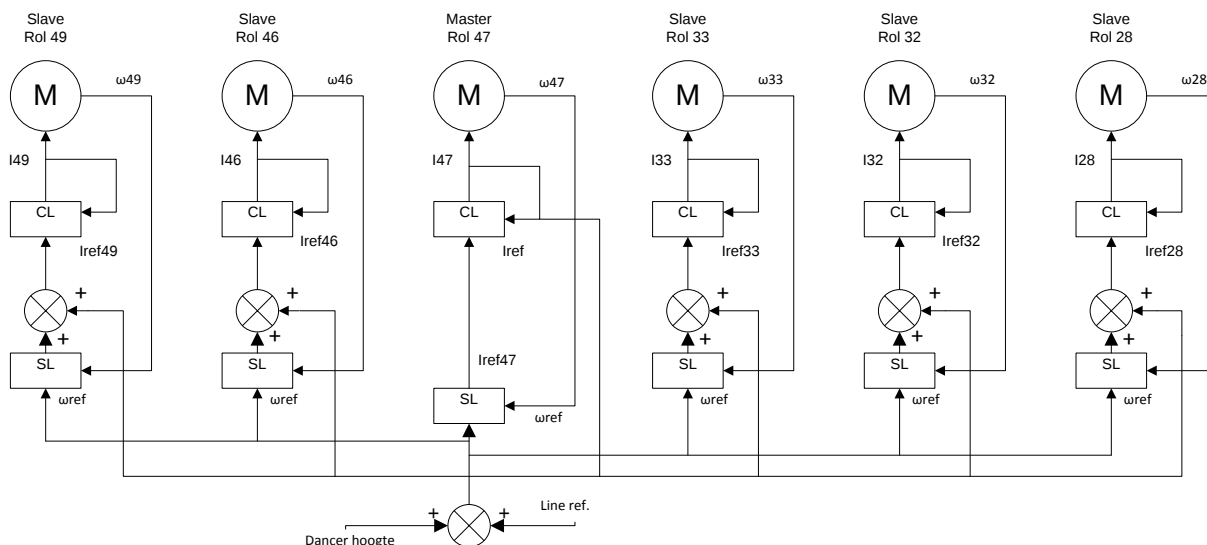


Fig. 7.1.3 nieuw bridle regelschema

Het bovenstaande vereenvoudigd regelschema figuur 7.1.3 geeft de master-slave regeling weer voor een nieuwe 6 rol bridle regeling. Rol 47 is de master rol, de gemeten stroom komt als referentie op de slave regelingen binnen. De slaves zijn ingesteld volgens de eerder genoemde loadbalance.

De loadbalance moet worden geprogrammeerd in de regelaar.

Niet elke regelaar is gelijk, daarom moet de stroom voor elke regelaar opnieuw worden berekend.

In de regelaar bevinden zich een aantal menu's die een aantal parameters hebben die men vrij kan instellen. De actuele stroom van de master rol zal op een analoge uitgang van de regelaar worden gezet, en vervolgens als referentiewaarde worden aangeboden aan de slaves. De hoogte van de uitgang is als volgt bepaald:

Rol 47 (master) Mentor M45

Parameter #5.01: 150% nominale stroom van drive = 0-1000 counts

#7.22 scaling 0-1999/1000

Berekening #5.01 = 150% van 45Amp. = 67.5A

De analoge uitgang (0-10V) naar de slaves zal een range hebben van:

Imaster=0-1000 counts =67.5A:(1350/1000) = 0-50A

Voor rol 28:

Berekening #5.01: =150% van 75A = 112.5A

#4.08 : =153% van Imaster

$$\#7.17 = \frac{\#7.02 * (\text{gewenstestroom}) * 1000}{\#5.01}$$

$$\#7.17 = \frac{50 * 1,53 * 1000}{112,5} = 680$$

Voor de andere drives is dit ook gedaan en als we de bovenstaande formule gebruiken zien de waarden in tabel 7.1.3 er als volgt uit:

	#7.17	Mentor	150% I
Rol 28	680	M75	112,5A
Rol 30	nvt	nvt	nvt
Rol 32	853	M75	112,5A
Rol 33	613	M75	112,5A
Rol 46	681	M45	67,5A
Rol 47	Master	M45	67,5A
Rol 49	813	M25	37,5 A

Tabel 7.1.3 loadbalance in Mentor II

Nogmaals: Het aangeboden signaal van de master (Imaster=0-50A) komt binnen op klem 5.

De waarde van het binnenkomende signaal is na AD conversie zichtbaar in parameter #7.02 (read only).

Door middel van de scaling #7.17 kan men de stroom op de gewenste waarde voor desbetreffende de slave krijgen. In parameter #7.12 kan men het register doorzetten naar #4.08. Parameter #4.08 is de koppel wenswaarde van de regelaar.

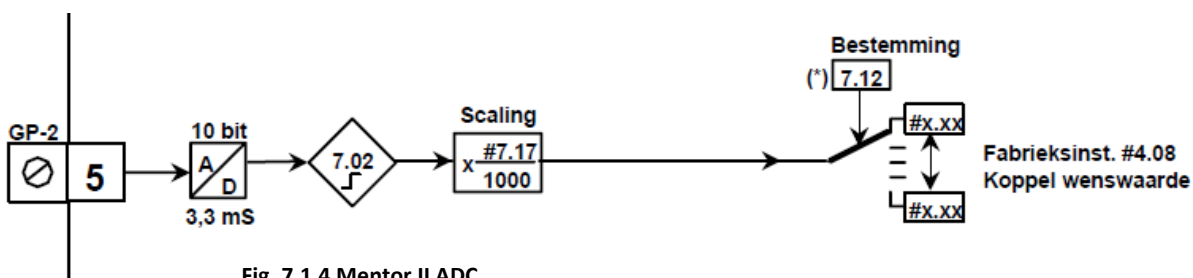


Fig. 7.1.4 Mentor II ADC

7.1.1. Voorbereiden van proef nieuwe bridle

De bridle proef heeft als doel om te kijken of het mogelijk is om zonder lussenput te produceren. Voor de nieuwe bridle configuratie zal de berekende loadbalance worden ingelezen in de regelaars van de aandrijving zoals omschreven in 7.1

Voor we kunnen starten met een nieuwe bridle configuratie moeten er een aantal zaken worden geregeld. Binnen Corus zijn hier standaard procedures voor. Zo'n procedure is de MOC "Management Of Change". In de MOC behoort een o.a. een RIE (Risico inventarisatie). Binnen de proef zijn aanpassingen aan de huidige regelaars zoals het programmeren van de nieuwe loadbalance. De regelaar van rol 32 aanpassen zodat deze in een slave configuratie staat en de referentie snelheid van de master regelaar rol 47 aanbieden aan al de slave regelaars.

Tijdens de proef dient de installatie als schoonmaakbaan bedrijf te draaien. Normaliter wordt de band door de oven gevoerd. Bij eventuele problemen zou de band in de oven kunnen breken, waardoor de installatie langdurig stil moet. Problemen bij schoonmaakbaan bedrijf zijn beter te overzien, en sneller opgelost.

Grote mechanische aanpassingen zijn niet nodig. Alleen het verwijderen van een schermplaat van bridle rol 33 en de bovenste rollen van de rollenboog bridle 2 en 3 moeten worden verwijderd. Tevens het plaatsen van een steiger om de huidige doorgang over het bordes te voorkomen. Waar men voorheen kon lopen, is nu de nieuwe bandloop geprojecteerd. De steiger dient tevens dienst als afscherming van rond vliegend blink bij een eventuele bandbreuk in de bridle.

In de software van de regelaars zijn ook al aanpassingen gemaakt om te kunnen draaien zonder dancer. De dancer heeft een mogelijkheid om mechanisch te worden "ge-lockt". Het is mogelijk om de dancer in de laagste positie vast te zetten. In deze situatie kunnen we proberen om gebruik te maken van het signaal uit de trek opnemer van rol 54.

De software is dusdanig geprogrammeerd dat er gekozen kan worden tussen een verhouding van de terugkoppeling van dancer positie en gemeten trek, zie bijlage 11.11 en 11.12

De mate van de verhouding is dus vrij in te stellen. Dit gedeelte staat los van de proef om te draaien zonder "lussenput".

Band zichtbaar in de lussenput.



Fig. 7.1.1.1 band in lussenput

7.1.2. Verloop van de bridle proef

Tijdens de revisie d.d. 20-10-2009 zijn mechanische aanpassingen aan de bridle 2 en 3 gedaan.

Van de rollenboog van de bridle zijn de twee bovenste rollen verwijderd.

Ook is van bridle 2 rol 33 de schermplaat verwijderd.

Tevens is een deel van het hekwerk van het bordes verwijderd omdat dit mogelijk bij het slap hangen van de band tussen de bridle krassen zou kunnen veroorzaken.

Het was niet mogelijk om in dezelfde periode elektrische werkzaamheden te doen zoals het programmeren van de regelaars, omdat tijdens revisie de gehele installatie veilig staat afgeschakeld.

Woensdag morgen d.d. 21-10-2009 is rond 08:00 de installatie elektrisch inschakelt.

De aanpassingen in de regelaars heeft plaatsgevonden.

Ook hebben de regelaars van bridle rol 47 en 32 andere software in het MD29 moduul gekregen.



Fig. 7.1.2.1 besturing bridle 3



Fig. 7.1.2.2 besturing bridle 2

Rond 11:00 gaan medewerkers van productie de band door de installatie voeren.

De band loopt nu van uitree rol bridle 2 direct naar de intree rol van bridle 3.



Fig. 7.1.2.3 nieuwe bandloop

Tijdens het doorvoeren van de band hebben beide bridle's de band, richting de oven getransporteerd. Tijdens handbediening zijn geen afwijkingen gevonden. Zoals afgesproken zou de proef plaats vinden op 22-10-2009.

Donderdag 22-10-2009 07:00.

De proef zou starten om 07:00 en eindigen om 12:00.

Al snel bleek dat er geen materiaal was om te kunnen draaien.

3 weken geleden is er intensief contact geweest om materiaal voor de proef gereed te hebben.

De wens was om materiaal van 850mm x 0.25mm (breedte x dikte) gereed te hebben.

Door een eerder incident bij de afvoer van de CA11 was het tevens niet mogelijk om rollen op de normale manier te kunnen afvoeren.

De geproduceerde rollen moeten (tijdelijk) met de kraan J3 worden vervoerd naar een andere installatie. Hiervoor moest eerst een aangepaste werkmethode schriftelijk worden vastgelegd.

Om 11:15 was er materiaal aanwezig om te kunnen draaien.

Het materiaal wat nu door de installatie ging was 860mm x 0,35mm

Productie start de installatie met langzame snelheid op, tot maximaal 300 fpm (91 m/min), en met een dancer stroom instelling van 8A. Tijdens het starten is gekeken naar het gedrag van de band in de bridle. Tevens zijn de stromen van de bridle bekeken. Zoals verwacht draaien nu alle bridle rollen motorisch, alle stromen zijn positief! Na een paar start en stops te hebben gedaan, was het tijd om de extremen te gaan zoeken. We wilden zien wat er zou gebeuren bij een versnelling naar 1500 fpm (457 m/min) met vervolgens een faststop. Tijdens het versnellen en vertragen is er geen moment geweest dat er een lus ontstond tussen bridle 2 en 3, de band bleef strak. Bij het bekijken van de stromen bleek bridle rol 32 veel te hoog te zijn! Bij controle bleek dat de schaal instelling in de regelaar anders was. Dit werd veroorzaakt door de software die deels uit de regelaar van rol 28 was gekopieerd. Bij een handmeting met stroomtang bleek de stroom 12A te zijn. De berekende stroom verdeling die we eerder bepaald hadden was volgens tabel 7.1.2.1:

Rol	28:	30:	32:	33:	46:	47:	49
I Factor	1,53:	0:	1,92:	1,38:	0,92:	1	0,61

Tabel 7.1.2.1 nieuwe loadbalance

De gemeten stromen hebben een waarde van (zie bijlage 11.17)

$I_{rol28}=10A$, $I_{rol32}=12A$, $I_{rol33}=8.7A$, $I_{rol46}=5.3A$, $I_{rol47}=6.25A$ en $I_{rol49}=3.6A$

Deze waarde komt overeen met een gemeten loadbalance van:

Rol	28	30	32	33	46	47	49
Stroom [A]	10,00 A	0,00 A	12,00 A	8,70 A	5,30 A	6,25 A	3,60 A
Gemeten factor	1,60	0,00	1,92	1,39	0,85	1,00	0,58

Tabel 7.1.2.2 gemeten loadbalance

Er zijn zeer geringe afwijkingen te vinden tussen de berekende en de gemeten loadbalance, deze zijn te verwaarlozen.

Als we kijken naar de snelheden in PRINS van de individuele bridle rollen (zie bijlage 11.17.2) constateren we geen slip. Alle bridle rollen hebben dezelfde snelheid. In de oude situatie hebben we wel slip (zie bijlage 11.15.2) We zien hier dat de bridle rol 47 qua snelheid achterblijft!
In de nieuwe bridle configuratie hebben we geen last meer van slip.

Productie medewerkers waren erg blij dat de lijn kon versnellen en vertragen zonder dat er problemen waren m.b.t. het slingeren van de band in de bridle 3. Ook het niet meer nodig hebben van een kantgeleiding vond men prettig. Echter blijkt dat tijdens het draaien op met verschillende snelheden de trek variatie nog steeds aanwezig is.

De gemeten trek van rol 54 is lager wanneer er gedraaid wordt als schoonmaakbaan bedrijf.
Wanneer er als CA bedrijf geproduceerd wordt gaat de band onder een hoek van 90° de oven in.
De trekopnemers worden geijkt onder een hoek van 90°. Bij schoonmaakbaan bedrijf loop de band over een ombuigrol onder de oven door. De band staat dan onder een hoek van 120°.
Om iets te zeggen over een eventuele stabiele oventrek moeten we als CA bedrijf draaien.

De proef was van korte duur vanwege de late start. De baan moest om 14:00 weer gereed worden gebracht voor productie. Vervolgens zijn de veranderingen die nodig waren voor de proef weer terug gebouwd zodat de baan om 14:00 weer klaar was, dit tot ongenoegen van productiepersoneel, deze wilde graag verder draaien met de nieuwe bridle configuratie.

Vrijdag d.d. 23-10-2009 is besloten dat er een vervolg gaat komen op de proef.
Deze proef zal langer duren en zal ook tijdens schoonmaakbaan en CA en bedrijf worden gedaan.
Deze proef staat in de in de planning voor week 47. Hiervoor zal nog een detail planning worden worden gemaakt. Tijdens deze langere proef is het de bedoeling dat er e.e.a. met de dancer regeling gedaan wordt, iets waar ik in de eerste proef niet ben aan toe gekomen in verband met de beschikbare tijd. Ook het gedrag van de bridle bij verschillende materiaal orders, dus verschillende bandbreedte en dikte.

7.2. Oplossing problemen veroorzaakt door de huidige dancer.

Uit eerdere meetrapporten [1] is gebleken dat de dancer een onnauwkeurigheid heeft van $\pm 350\text{N}$. De oorzaak van dit probleem is dat de wrijving van de dancer constructie een rol speelt. De dancerrol wordt door een torque-motor met een instelbaar koppel omhoog gedrukt, zodat de rol een constante kracht op de band uitoefent. Het eigen gewicht van de dancerrol en de tandheugel waarlangs de torque-motor werkt, wordt via katrollen en contragewichten gecompenseerd. Het contragewicht zorgt voor een overcompensatie. Het is gebleken dat deze gewichten 50kg te zwaar zijn. Het geheel gaat pas bewegen wanneer er een kracht op wordt uitgeoefend, die groter is dan 350N. Dit is voornamelijk te wijten aan de wrijving in de tandwielkast van de torque-motor.

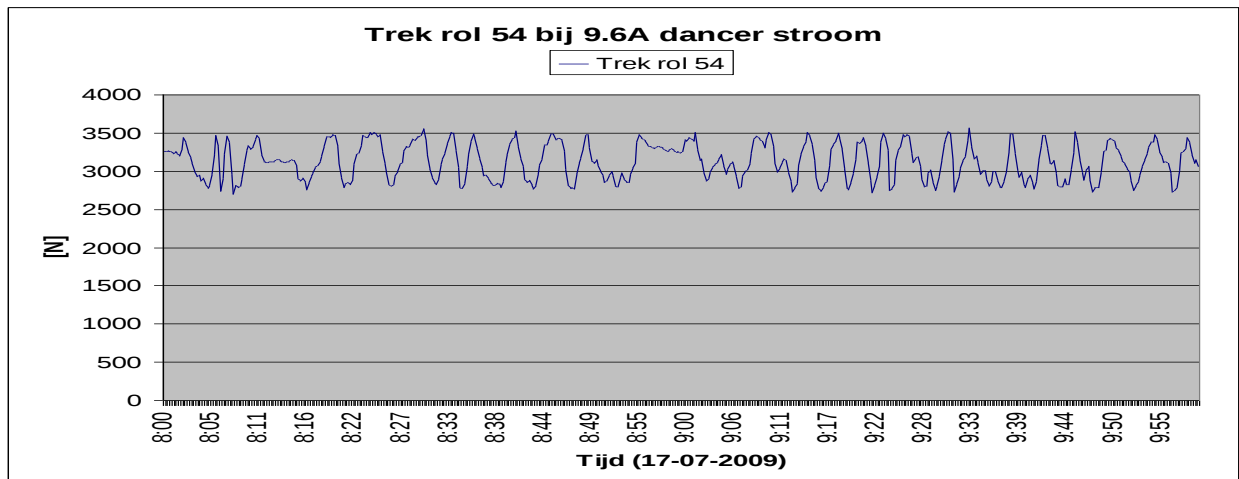


Fig 7.2 gemeten trek rol54

Er is gekeken naar een aantal oplossingen.

Bij de CA12 heeft men een pneumatische dancer regeling, hierbij is de dancer horizontaal geplaatst zodat het eigen gewicht ten gevolge van de zwaartekracht geen rol speelt. Echter blijkt naar onderzoek dat ook deze dancer een fout heeft van $\pm 250\text{N}$.

De regeling van CA12 maakt gebruik van 1 pneumatische cilinder om te voorkomen dat de dancerrol scheef zou worden gedrukt waardoor de rol een sturende werking zou krijgen.

Bij CA11 is zo'n regeling weliswaar toepasbaar, echter is dan een grondige en kostbare mechanische aanpassing nodig. Een iets goedkopere oplossing is het maken van een verticale dancer regeling waarbij er een pneumatische cilinder aan weerszijde van de dancer constructie moet worden geplaatst. Echter veroorzaakt deze oplossing het probleem dat er 1 pneumatische cilinder een afwijkende stand kan aannemen waardoor de dancerrol een sturende werking kan krijgen, iets wat absoluut niet is gewenst. Buiten deze mechanische aanpassing gaan dan van ± 350 naar $\pm 250\text{N}$, niet echt een significante verbetering.

De huidige mechanische constructie heeft het voordeel dat de dancerrol evenwijdig in zijn geleiding loopt (tandheugel) waardoor een mooie opgaande en neergaande beweging gewaarborgd is, hierdoor kan een sturende werking van de rol niet optreden.

7.2.1. Het dancer simulatie model

In het simulatie model is aangenomen dat alle rollen wrijvingsloos zijn, en de trek in de band constant is. De trek ontstaat door de band of strip te verlengen.

Het verband tussen verlengen en kracht kan worden weergegeven worden door :

$$T = \frac{\Delta x * (E * A)}{l} \quad (\text{Wet van Hooke}) [8]$$

Waarin

- T = Trekkracht over doorsnede oppervlak
- Δx = de verlenging van de band
- E = de elasticiteitsmodulus van staal ($2.1 * 10^5 \text{ N/mm}^2$)
- A = het doorsnede oppervlak ($0,000152 * 1,067 = 0,253 * 10^{-3} \text{ m}^2$)
- l = lengte van de band (500m)

$$Kvt = \frac{E \cdot A}{l} = \frac{2,1 \cdot 10^5 * 10^6 * 0,253 \cdot 10^{-3}}{500} = 1,0626 * 10^5 \text{ N / m}$$

Waarin Kvt de veerconstante van de band is.

Dit geeft: $T = \Delta x * Kvt$

De trek in de oven is rond de 3500N, de verlenging is dan:

$$\Delta x = \frac{T}{Kvt} = \frac{3500}{1,0626 * 10^5} = 0.033 \text{ m}$$

De verlenging ontstaat door de snelheid van bridle 3 lager te maken dan die van de master bridle 4, of het omhoog brengen van de dancerrol 50.

In formule:

$$\Delta x = \int (V_{uit} - V_{in}) dt + 2 * \Delta x_d$$

Waarin:

- Δx = de verlenging van de band [m]
- V_{uit} = uittree snelheid (bridle 4) [m/s]
- V_{in} = intree snelheid (bridle 3) [m/s]
- Δx_d = de verplaatsing van de dancer [m]
- t = tijd [s]

Als de formules gaan differentiëren

$$\frac{d(\Delta x)}{dt} = (V_{uit} - V_{in}) + (2 * Vd)$$

Waarin:

Vd = dancerrool verplaatsing snelheid [m/s]

De invloed op de trek is als volgt:

$$\frac{d(\Delta x)}{dt} = (V_{uit} - V_{in} + 2.Vd) * Kvt$$

De dancerrool wordt door een torque-motor met een instelbaar koppel omhoog gedrukt, zodat de rol een constante kracht op de band uitoefent.

Het eigen gewicht van de dancerrool en de tandheugel waarlangs de torque-motor werkt, wordt via kattenrollen en contra gewichten gecompenseerd.

Over gecompenseerd zelfs, het blijkt dat de contra gewichten 50kg te zwaar zijn.

Het geheel gaat pas bewegen wanneer er een kracht op wordt uitgeoefend, die groter is dan 350N. Dit is vooral te wijten aan de wrijving in de tandwielkast van de torque-motor.

Voor de versnelling van de dancerrool geldt:

$$\frac{d(Vd)}{dt} = \left(\frac{1}{M} \right) \cdot \sum F_{tot} \quad \text{waarbij } F_{tot} = (F_{TM} + F_{CG} - 2 * F_{TB})$$

$$\frac{d(Vd)}{dt} = \left(\frac{1}{M} \right) \cdot \sum F_{tot} \text{ als } F_{tot} > Fw$$

Waarin:

M = Massa dancerrool + contra gewichten [1600 kg]

F_{TM} = Kracht uitgeoefend door de torque-motor

Vd = dancerrool verplaatsingsnelheid [m/s]

F_{CG} = over compensatie contragewichten [500N]

Fw = Het kracht verlies t.g.v. de wrijving [350N]

F_{TB} = Trek in de band [N]

Voor de simulatie hebben we het gedrag nodig wat de bridle 3 en 4 hebben op een stap responsie. Uit deze gegevens kunnen we vervolgens de τ tijd bepalen van de bridle's.

Voor de simulatie van de dancer regeling heb ik gebruik gemaakt van een aanname dat de bridle een eerste orde overdracht systeem heeft als proces beschrijving.

Uit de snelheidsmetingen tijdens het proces heb ik de τ -tijden kunnen bepalen voor het 1^e orde proportioneel integrerend proces $\frac{1}{\tau \cdot s + 1}$

Hieronder figuur 7.2.1.1 het snelheid plaatje, bridle 3 aan de hand van de meetgegevens uit PRINS.

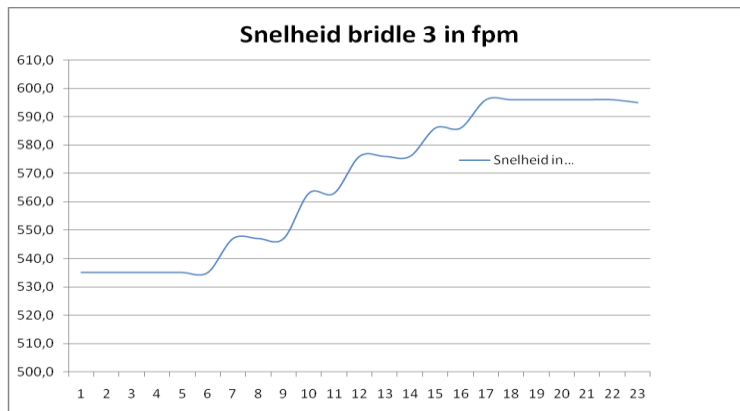


Fig. 7.2.1.1 stapresponsie bridle 3

Op t=8sec. is de snelheid 535 fpm ,eind snelheid 595 fpm.
63% van de eindwaarde 572 fpm op tijdstip t=13.5 sec.
De τ is dan 13.5-8=5.5sec.

Voor bridle 4 idem.

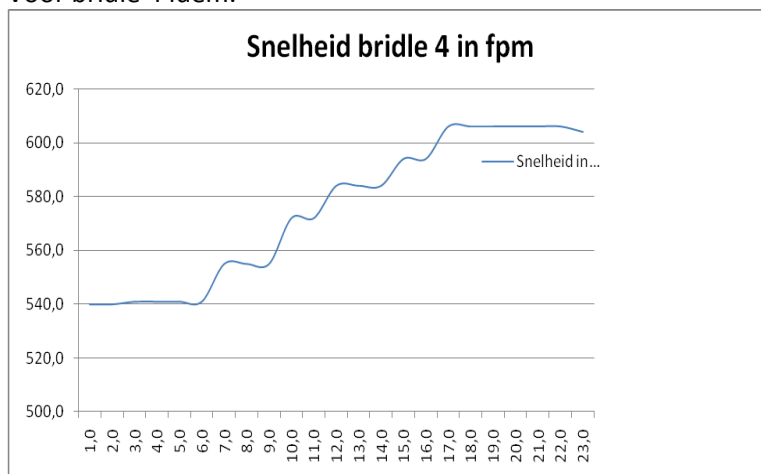


Fig. 7.2.1.2 stapresponsie bridle 4

Op t=8sec. is de snelheid 541 fpm ,eind snelheid 606 fpm.
63% van de eindwaarde 582 fpm op tijdstip t=13.5 sec.
De τ is dan 13.5-8=5.5sec.

Als we de gegevens in een simulatie schema vertalen, ziet dat er als volgt uit:

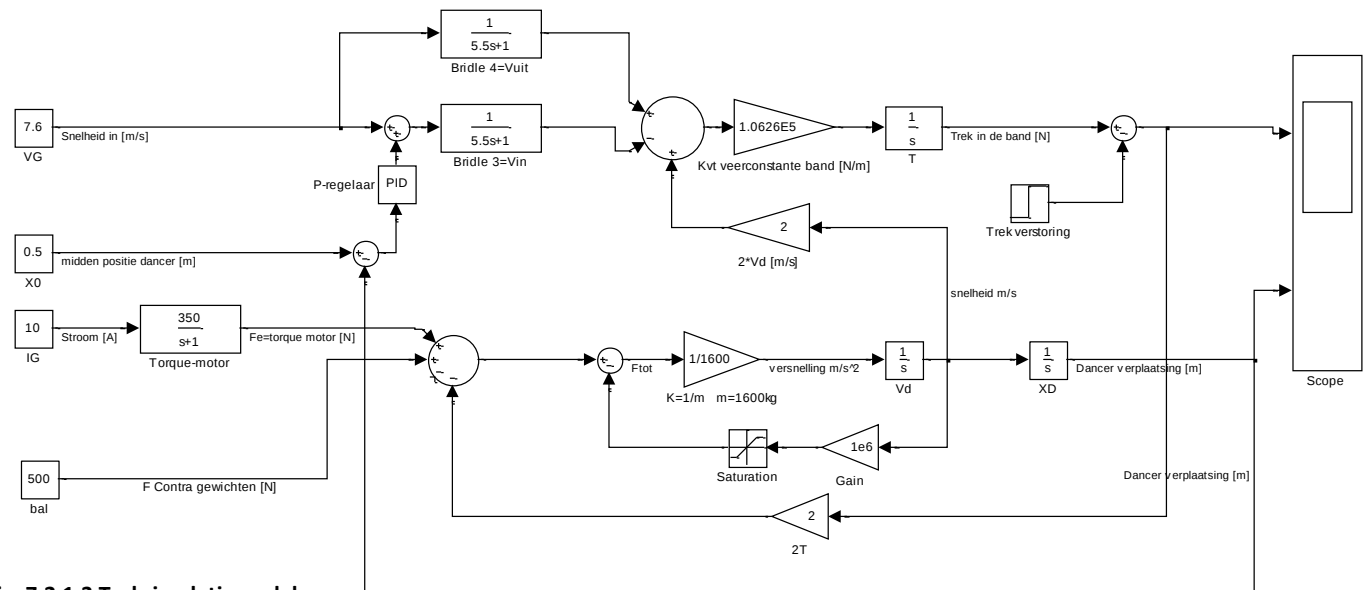


Fig. 7.2.1.3 Treksimulatiemodel

Waarin:

VG	= Gewenste snelheid [7.6 m/s]
Bridle 3	= Overdracht bridle 3 ($\tau = 5.5$ sec)
Bridle 4	= Overdracht bridle 4 ($\tau = 5.5$ sec)
X0	= middenpositie van dancer [0.5m]
2T	= Trek in de band
IG	= Ingestelde stroom op torque-motor [A]
Bal	= de overcompensatie F contragewichten F_{CG} [500N]
Saturation	= t.g.v. wrijving verliezen F_w [350N]
XD	= verplaatsing van de dancer [m]
PID	= P-regelaar met P=1
GAIN	= 1000000

Het saturation-blok zorgt er voor dat de wrijvingskracht tussen -350 N en 350 N beperkt blijft. Het GAIN- blok, waarmee je ervoor zorgt dat voor kleine snelheden de wrijvingskracht lineair varieert tussen -350 N en 350 N. We nemen K zo hoog mogelijk zonder dat we last krijgt van instabiliteit. In de simulatie is voor de versterking 1000000 gekozen.

Als we de simulatie uitvoeren krijgen we het volgende beeld, zie figuur 7.2.1.3

Het bovenste deel van het plaatje is het beeld van de verwachte trek in de band in [N].

Het onderste deel van het plaatje is de positie van de dancer, waarbij als gewenste middenstand een waarde van 0.5m is gekozen. Bij aanvang van de simulatie is er voor gekozen dat de beginpositie van de dancer op 0.4m staat.

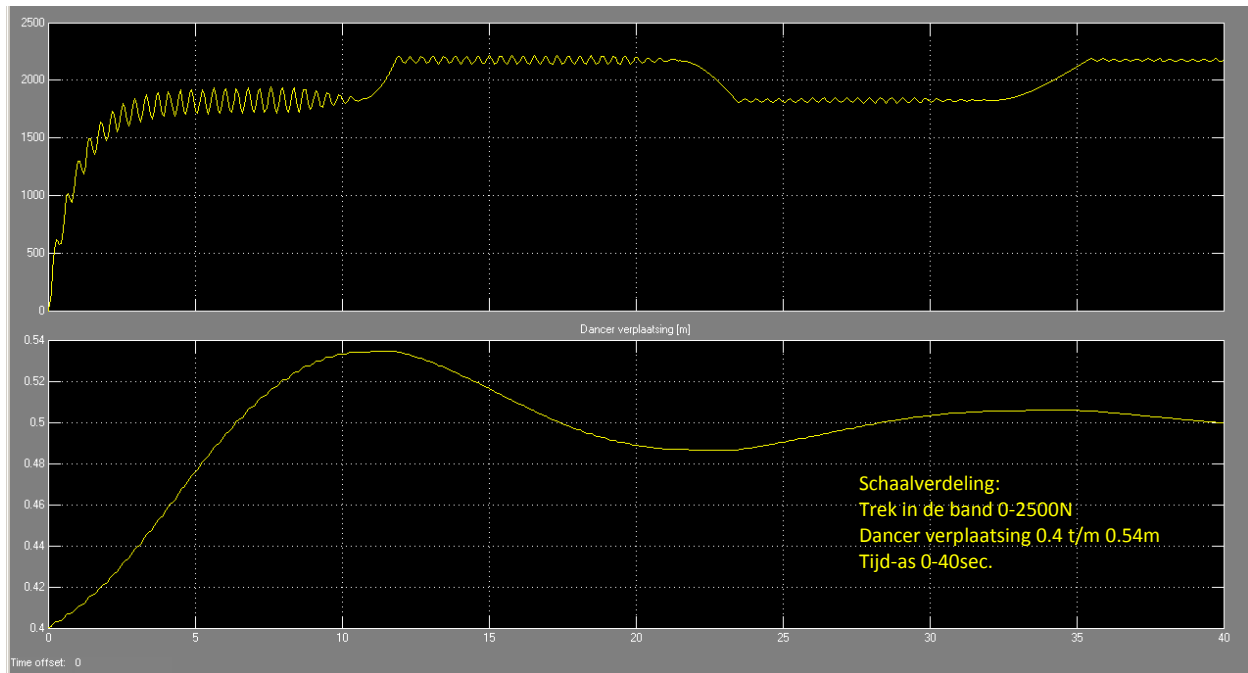


Fig. 7.2.1.3 dancer simulatie

We zien in de simulatie wanneer we de versterking groot genoeg nemen er een trekvariatie ontstaat van 350N. Deze fout zien we ook in de praktijk optreden, zie figuur 7.2

De krachtenbalans van de dancer klopt, als de bandtrek 2000N bedraagt: $3500\text{N} + 500\text{N}$ (setpoint dancer + contra gewicht). In de band heeft men de halve dancer kracht. In de simulatie zien we dat de dancer tussen de 2175N en de 1825N varieert, met een ΔF van 350N.

Juist deze trekvariatie kan bij het verlagen van de trek voor problemen gaan zorgen. Deze trek variatie is bij elk treksetpoint aanwezig en zal bij laag ingestelde trekken een grotere procentuele fout geven.

7.2.2. Keuze van dancer

Om toch een stabielere intree trek te krijgen kunnen, we gebruik gaan maken van een relatief goedkope oplossing. We kunnen het treksignaal van de trekmeting rol 54 te gaan gebruiken als motorkoppel terugkoppeling. Tijdens normaal bedrijf bij een stabiele situatie waarbij geen snelheid en trek variaties aanwezig zijn blijft de dancer op dezelfde hoogteilstaan. De stroom van de torque-motor zal hierbij tevens een constante waarde hebben. De kleine trek variaties zullen door de dancer niet kunnen worden gevolgd mits deze kleiner zijn dan 350N. Als we voor de kleine trek variaties gebruikt zouden maken van de trekmeting van rol 54 (Intree oven), dan kan deze terugkoppeling dienst doen als fijn regeling. Het blokkeren (vastzetten) en het buitenwerking zetten van de dancerrrol, kan mogelijk problemen geven bij "slack" in de oven. De z.g. ruimte in de band t.b.v. enorme trekvariaties als gevolg van bandbreuken zouden dan niet meer door de bridle kunnen worden opgevangen, hiervoor heeft men een buffer nodig. In de nieuwe situatie blijft de functie van de dancer behouden, echter met de beperking dat deze alleen functioneert bij grote trek variaties. De kleine trekvariaties moeten worden opgevangen door de terugkoppeling van de trekmeting van rol 54. Tijdens bedrijf zal dus de het motorkoppel van de bridle deels bepaald worden door de terugkoppeling van de trekmeting. Voor problemen zoals grote trek variaties zal de hoogte van de dancer invloed kunnen uitoefenen. We kunnen spreken van een grove en een fijne regeling.

Het vereenvoudigd regelschema voor de nieuwe bridle master staat vermeld in hoofdstuk 11.16. Om nieuwe regelsignalen in de regelaar te creëren, is de keuze gedaan om de het signaal van het trekverschil in de dancer te laten. Het vereenvoudigd regelschema is te vinden in hoofdstuk 11.12. Voor de trekinstelling kunnen we gebruik maken van de onderstaande grafiek.

Voor het trek setpoint [SP] maak ik gebruik van de formule: $F_{Ingang_oven} = 350 \cdot I_{Dancer}$ [9]

De gemeten uitgang stroom van de dancer regelaar bepaald het setpoint voor de trek.

Het schema in hoofdstuk 11.16 werkt als volgt. De gemeten dancer hoogte komt binnen op klem 4 van de regelaar. Het ingang signaal wordt vergeleken met een van te voren bepaald werkpunt. Dit werkpunt (300) komt overeen met de middenstand van de dancer. Vervolgens gaat het signaal door een blok met de naam "hysteresis en nivo 1". In deze twee blokken vindt detectie plaats of de dancer in de midden positie staat. Indien de dancer in het midden staat, zal de flip-flop schakeling worden ge-reset, waardoor de schakelaar aangesloten op geïnverteerde "Q" zal worden gesloten.

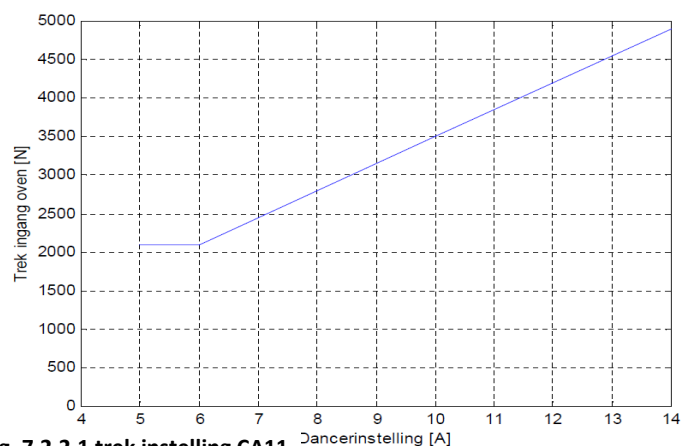


Fig. 7.2.2.1 trek instelling CA11

Na de niveau detectie schakeling is er nog een tweede hysteresis en nivo detectie nr.2. Dit deel van de schakeling is pas actief wanneer de drempel van de hysteresis 2 gepasseerd is. Er is dus een bepaalde verandering van de dancer hoogte nodig om dit deel van de schakeling te activeren. Wanneer een detectie van een te hoog niveau heeft plaatsgevonden, zal de flipflop schakeling de schakelaar openen. Het doel van dit deel is dat wanneer er een te grote trek afwijking plaatsvindt en de dancer "moet" ingrijpen, de dancer altijd weer in de middenpositie terug komt. Eenmaal in de midden positie zal de trekmeting van rol 54 weer actief worden.

Bij een geopende schakelaar is de grove regeling actief, waarbij de dancer altijd terug in de midden positie zal komen. Bij een gesloten schakelaar zal de regeling gebruik maken van het terugkoppelsignaal uit de trekmeting van rol 54. We hebben dus een regeling gecreëerd voor snelle variaties. Om problemen t.g.v. fouten in de trekmeting te voorkomen, kan de trekregeling van rol 54 een maximale bijdrage leveren aan het regelsignaal. De begrenzing komt tot stand door de limiet die gegeven kan worden op het ingangssignaal.

Het aanbieden van het gemeten trek signaal uit de dancer aan de master, geschiedt door het MD29 moduul in de dancer regelaar, zie bijlage 11.12

In het MD29 moduul worden de signalen PV (gemeten trek van rol 54) en SP (ingestelde trek van de dancer) continu met elkaar vergeleken.

Bij een afwijking zal het (verschilsignaal) Error% signaal door PI regelaar gaan. De uitgang van de regelaar wordt aangeboden aan de bridle master regeling.

7.2.3. Het nieuw dancer model in simulatie

Als we ons nieuw ontwikkelde systeem vertalen naar een *simulink* model, krijgen we het volgende:

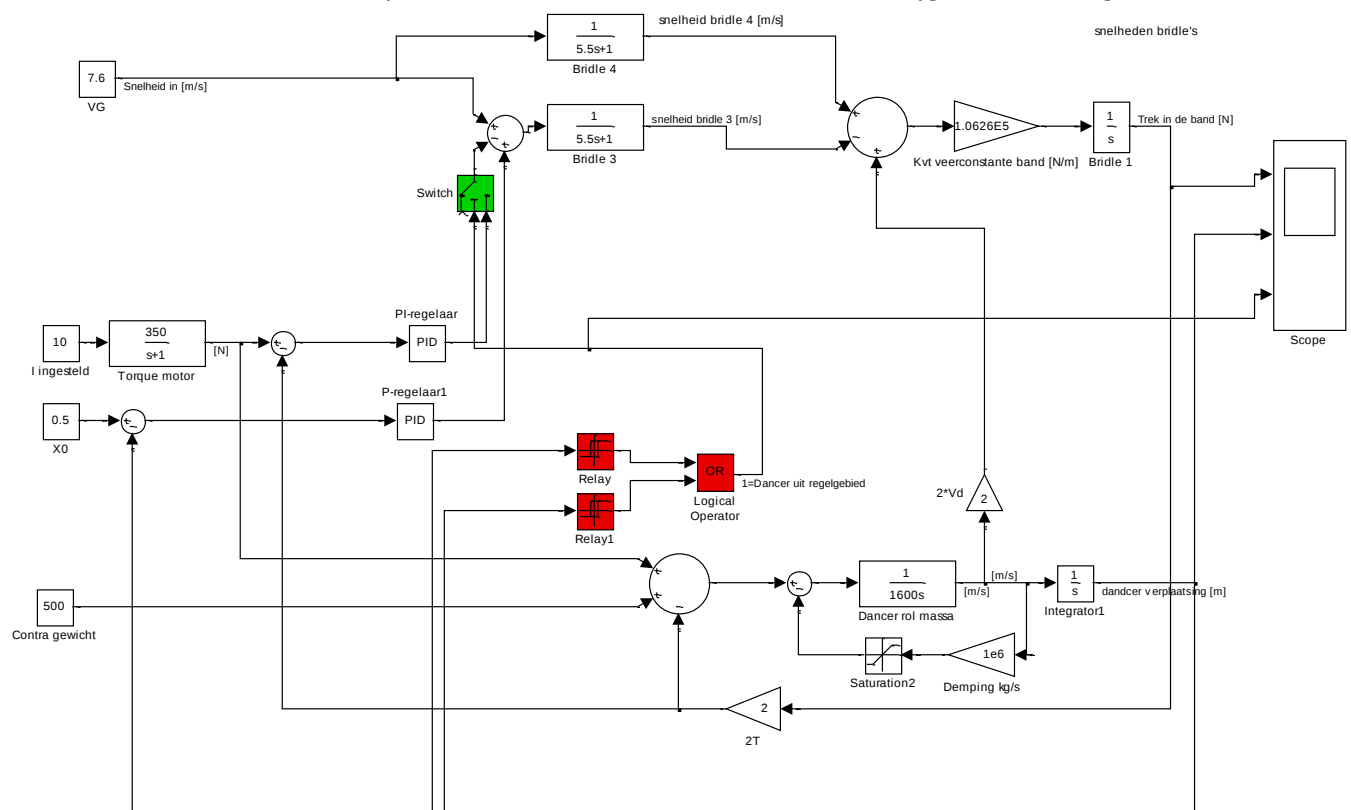
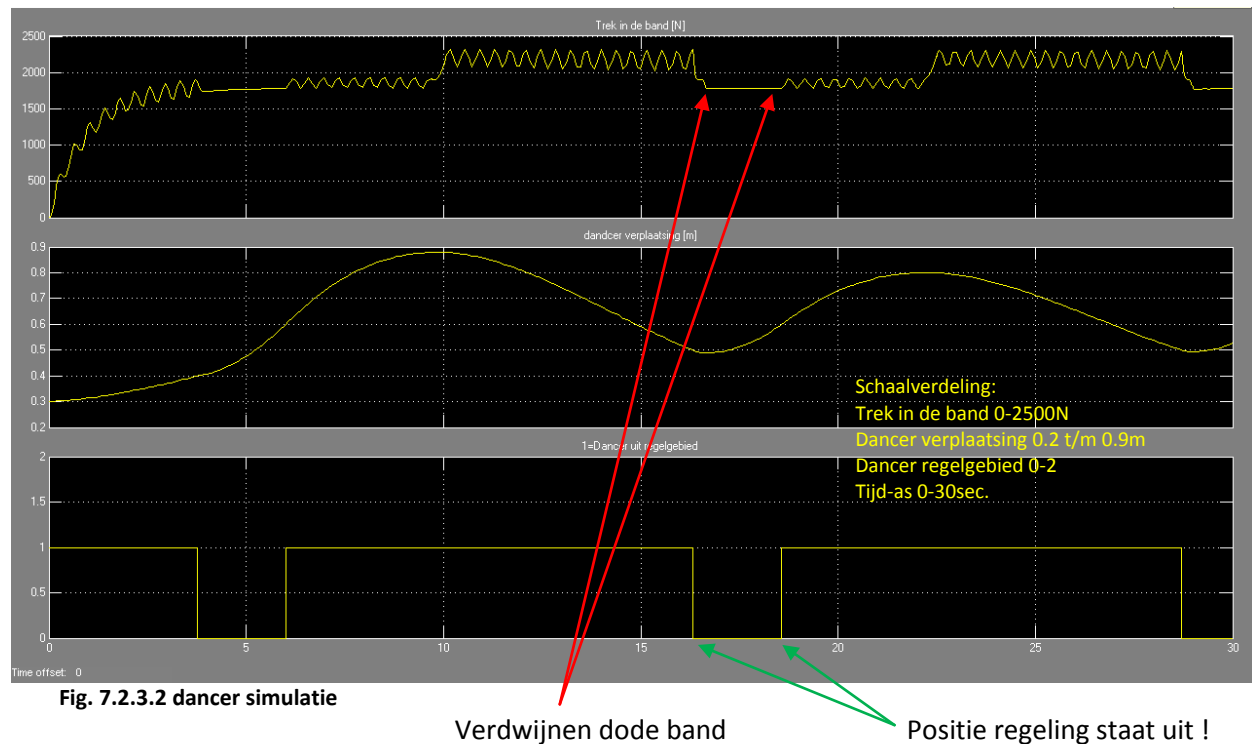


Fig. 7.2.3.1 terugkoppeling positie en rol54

De met rood aangegeven blokken staan de grenswaarden vermeld tussen welke hoogte de dancer regeling actief moet zijn, in dit voorbeeld heb ik de waarden 0.4 (ondergrens) en 0.6m (bovengrens) gekozen. De switch, het groene blok, schakelt tussen de terugkoppeling van de dancer of de trekmeting van rol 54.

De simulatie van de regeling ziet er als volgt uit, zie figuur 7.2.3.2



Het gebruik van de huidige dancer regeling in combinatie met een terugkoppeling van de gemeten trek van rol 54 heeft tot gevolg dat de dode band zal verdwijnen wanneer de positieregeling is uitgeschakeld. Deze kan men terug vinden in het gebied tussen de rode pijlen. De groene pijlen geven het gebied aan waar de dancer positieregeling uit staat.

We krijgen ook de gewenste trek die we als setpoint geven namelijk 1750N. De 500N overcompensatie wordt keurig weggeregeld. Op het moment dat er een afwijking weg geregeld dient te worden wanneer de dancer in beweging is, loop de dancer langzaam uit zijn regelgebied. Wanneer het niveau van 0.6m bereikt is, zal de dancerpositie regeling de dancer weer terug naar de middenstand regelen. Dit terug regelen naar de middenpositie van 0.5m geeft een niet gewenste trek verstoring van.

Indien de 500N overcompensatie zou worden terug gebracht naar 0N, lijkt het beter.

De periode tussen het ingrijpen van de dancer zal groter worden.

Het is dan een kwestie van tijd wanneer de dancer positie gaat ingrijpen.

Als de regeling buiten het gebied van de dode band komt, zal de dancer positie regeling de trekregeling van rol 54 gaan beïnvloeden. Beide systemen werken elkaar tegen!

Om het niet gewenste effect van de dancer positie regeling te voorkomen, is het blokkeren van de dancerrol, en geheel gaan regelen op de trekmeting van rol 54.

In het simulatie schema figuur 7.2.3.3 ziet dit er als volgt uit.

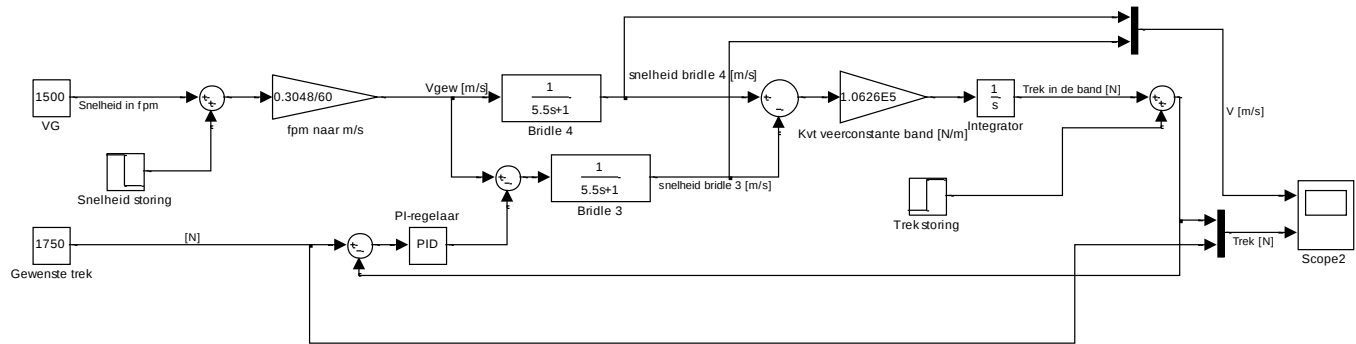


Fig. 7.2.3.3 terugkoppeling rol 54

Ook in het nieuwe model blijft het snelheidsverschil tussen bridle 3 en 4 verantwoordelijk voor de trek. Het snelheid verschil komt nu tot stand door de gemeten trek te vergelijken met de gewenste trek, het gemeten trekverschil gaat via een PID-regelaar naar de snelheid regelaar van bridle 3.

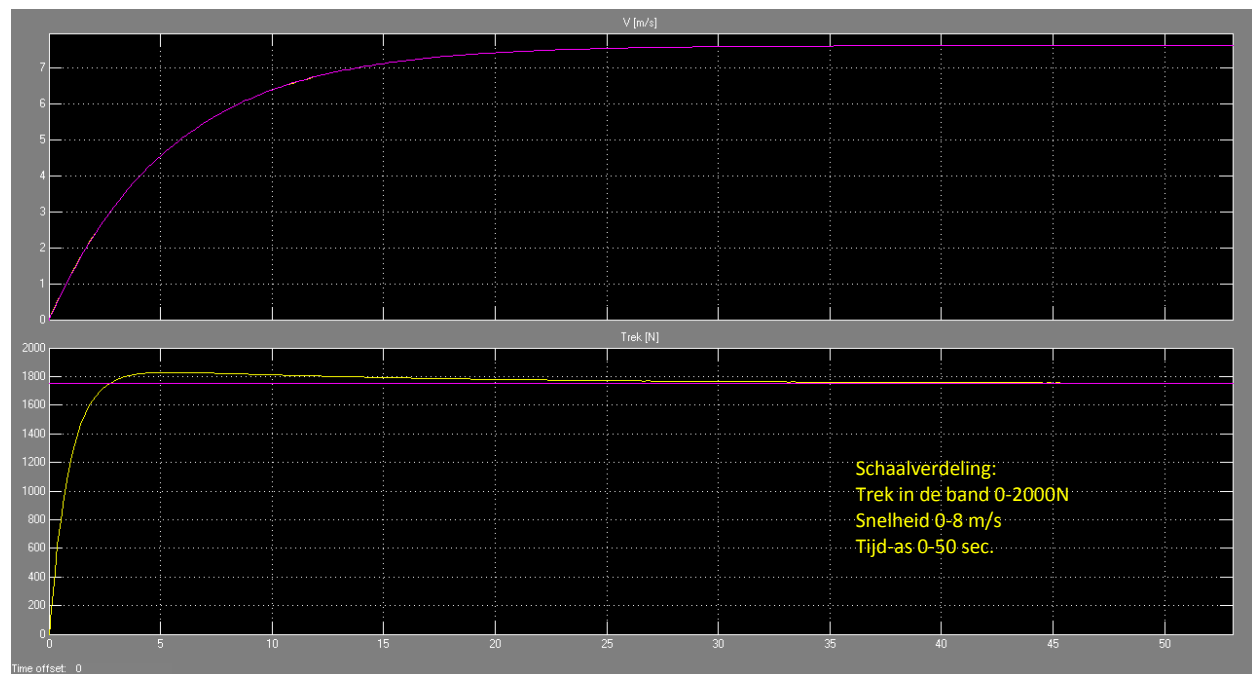


Fig. 7.2.3.4 simulatie met rol54

In het bovenste deel van de grafiek zien we de bridle snelheid in [m/s]. De gele lijn (bridle 4) en de paarse lijn (bridle 3) liggen bijna over elkaar. De geringe snelheidsverschillen zijn voldoende om de trek in de band te genereren. Dit is in de grafiek slecht af te lezen. Het onderste deel van de grafiek geeft de trek weer. De paarse lijn is het gewenste setpoint van 1750N, de gele lijn geeft de gemeten trek in de band weer. Na ongeveer 45 sec. heeft de trek het gewenste setpoint bereikt. Er zijn in de simulatie geen trekvariaties aanwezig zoals in de voorgaande simulaties.

Als we aan dit systeem een trek verstoring van 500N geven op tijdstip $t=60$ sec. krijgen we het volgende beeld, zie figuur 7.2.3.5

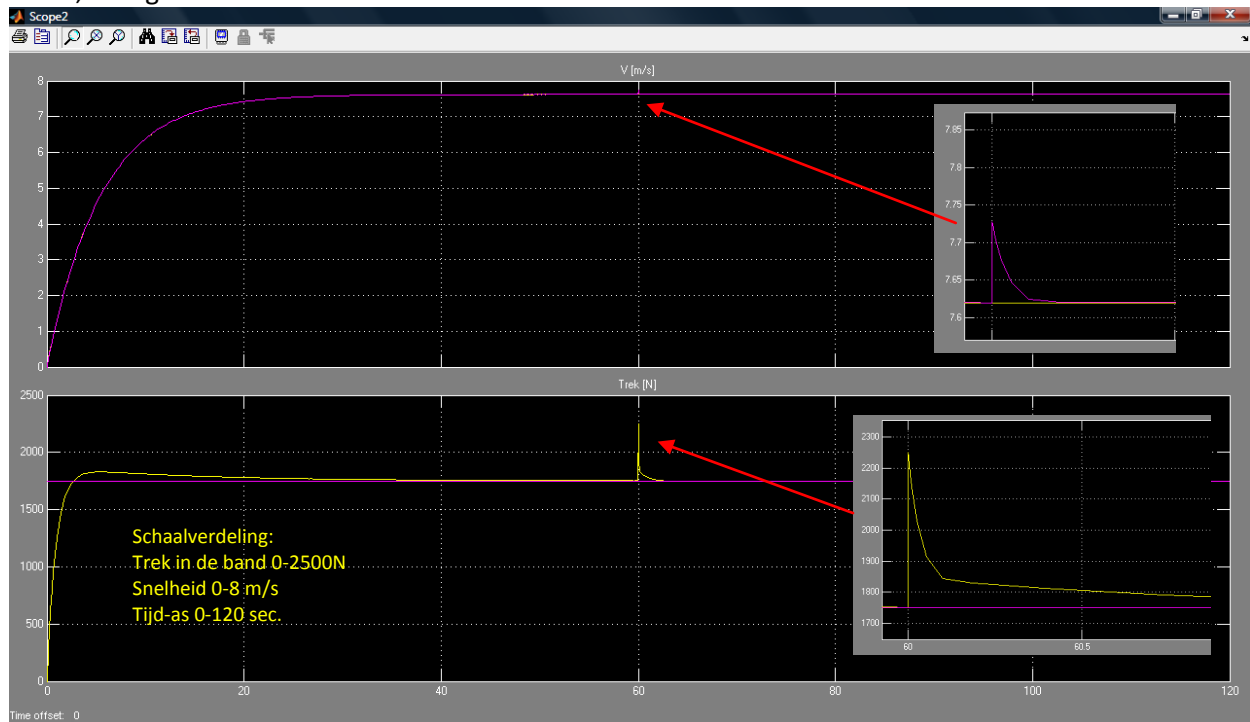


Fig. 7.2.3.5 simulatie trek verstoring

Er ontstaat een trekvariatie van 500N, met als gevolg dat er kortstondig een trek van 2250N in de band ontstaat. De bridle 3 zal de snelheid verhogen tot 7.728 m/s om de trek te variatie op te kunnen vangen. Dit komt overeen met een snelheid van 1521 FPM.

Het effect van een verandering van snelheid van -500 fpm op tijdstip $t=60$ sec. geeft het volgende plaatje zie figuur 7.2.3.6

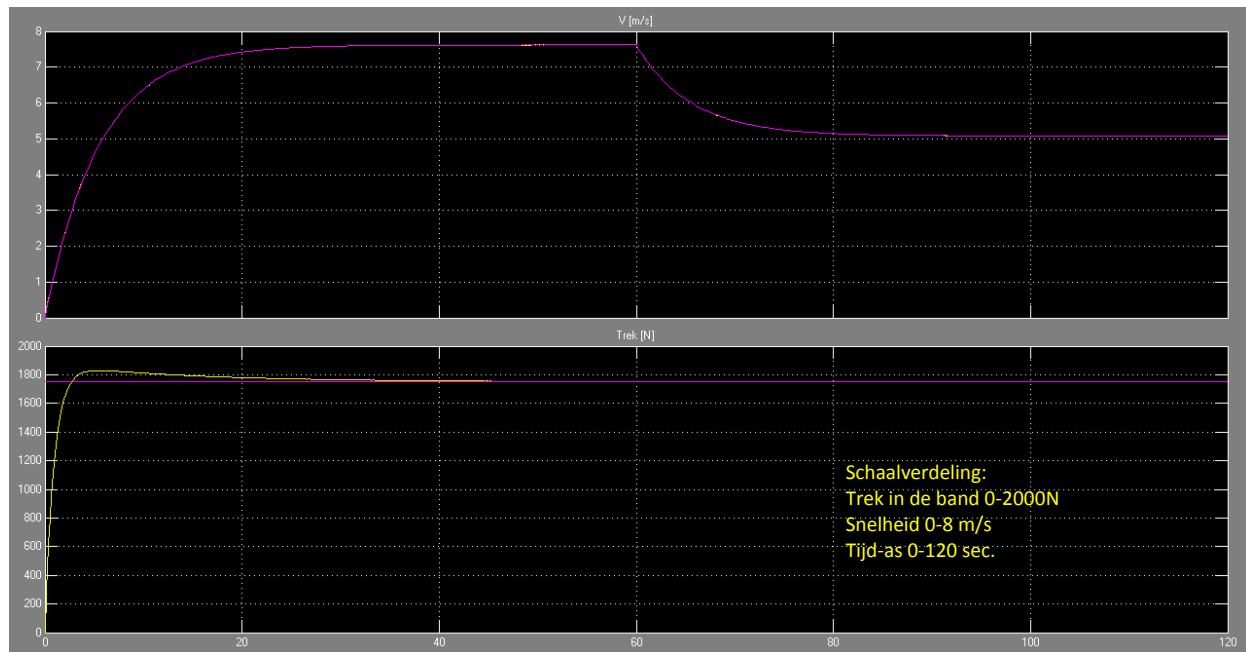


Fig. 7.2.3.6 simulatie snelheid variatie

We zien een geen trekvariatie ten gevolge van de snelheid verandering.

Een trekregeling op basis van alleen de teruggekoppelde gemeten trek van rol 54 geeft een betere regeling. Met behulp van deze nieuwe trekregeling en nieuwe bridle configuratie moet het mogelijk zijn om dun materiaal $<0.14\text{mm}$ te gaan produceren waarbij de ingangstrek van de oven verlaagt kan worden. De dancer positieregeling speelt nu geen rol meer. Het trek setpoint kan men invoeren in newton in plaats van de huidige dancer stroom in ampères.

8. Conclusie

Doelstelling van het onderzoek is het mogelijk maken van een stabiele intree trek waarbij het mogelijk moet worden om dunner materiaal te draaien op de CA11. Randvoorwaarde om bij de gekozen oplossing gebruik te maken van de bestaande componenten

Tijdens een proef is bewezen dat de nieuwe bridle configuratie geen slippende rollen meer heeft. Dit heeft een positieve bijdrage aan een stabielere ingangstrek van de oven. De nieuwe bridle configuratie heeft als bijkomend voordeel dat er een aantal “verstorende” installatiedelen zoals magneet, aandrukrol, kantgeleiding en dwangrol kunnen vervallen waardoor een stabielere bedrijfsvoering mogelijk is.

Omdat de trekafbouw over 6 rollen verdeeld kan worden, is de kans op slip zeer klein. Dit heeft als voordeel dat de standtijden van de rubberen bridle rollen groter zullen worden.

De onnauwkeurigheid van de huidige dancer regeling heeft een nadelige werking op de ingangstrek. De dancer zelf genereert trekvariaties. Deze trekvariaties zijn door een andere regelstrategie te voorkomen. Het in de simulatie toegepaste trek regelmodel is zeer goed toepasbaar als vervanging van de huidige trekregeling. Wanneer deze nieuwe trekregeling is geïmplementeerd, is het zeer goed mogelijk de trek te verlagen bij dun materiaal.

9. Aanbeveling

Het heeft de aanbeveling om de nieuwe bridle configuratie toe te passen om de menselijke factor van het afstellen van de aandruk rol en de kantverstelling te elimineren en slip te minimaliseren. Een lange standtijd van de bridle rollen komt tot stand als men de slip onder controle heeft.

Door een juiste trek beheersing in de bridle heeft het de voorkeur om de geslitste bridle rollen te verwijderen en vervangen door gewone rubberen om bridle banen te voorkomen. Wanneer men de standtijden van de bridle rollen nog verder wil vergroten is dit mogelijk door toepassing van verchromde stalen rollen. Een standtijd van de bridle zou dan 4 jaar kunnen worden net als bij CA12. In de huidige bridle configuratie is de standtijd maximaal 1 jaar.

Een andere trekregeling is door middel van een simulatie beproefd. Deze is nog niet in de praktijk getest, dit dient nog te worden gedaan. De aangepaste trekregeling is ook goed toepasbaar bij CA12 om ook daar trekvariaties nog verder te verminderen. Wil men de dancer regeling toch behouden dan moet de dancerrol te worden uitgebalanceerd. De 500N overcompensatie heeft een nadelige werking op het gewenste setpoint.

Om het gebruik van analoge in- en uitgangen van de gelijkstroom regelaars te beperken, heeft het de voorkeur om gebruik te maken van MD29 modules met CT-Net ondersteuning. Deze veldbus heeft als voordeel dat de regelaars onderling sneller gegevens kunnen uitwisselen. Het is dan tevens makkelijker om gegevens van de regelaar naar een hoger level zoals een PLC te krijgen.

Bij bridle 4 en 5 bevindt zich een lussenput 2. Deze installatiedelen geven dezelfde problemen zoals slip en bandbreuken. Met het verwijderen van de lussenput en een andere loadbalance moet het mogelijk zijn om ook hier een betere betrouwbaarheid en installatie beschikbaarheid te krijgen. Hiervoor zal een apart onderzoek moeten komen.

Echter is er nog een ander obstakel te overwinnen. Het verlagen van de intreetrek waardoor de trek in de oven lager zal worden kan sporing problemen veroorzaken, een onderzoek naar de juiste rolprofilering zal moeten worden gedaan.

10. Bronvermelding

- [1] CORUS Research, Development & Technology
Rolling Metal Strip
Systems, Dynamics & Control
Activity numbers: 08222.02

- [2] CORUS Research, Development & Technology
Rolling Metal Strip
Systems, Dynamics & Control
Reference source nr: 103490

- [3] Polytechnisch Zakboek
PBNA

- [4] CORUS Research, Development & Technology
Rolling Metal Strip
Systems, Dynamics & Control
Activity numbers: 1221.05

- [5] Elektronische vermogens controle
Volume 2
J. Pollefliet
6e druk – 2e oplage
ISBN 978-90-382-1056-8

- [6] Handleiding Mentor II en MD29
Control Techniques B.V.
Kubus 155, 3364 DG Sliedrecht
Postbus 300, 3360 AH Sliedrecht
Tel: 0184-420555 Fax: 0184-420721
www.controltechniques.nl
info@controltechniques.nl

- [7] Het ontwerpen van bridle's
Grondslagen en theoretische achtergronden
Auteurs: Bart van der Meulen & Michiel van Randwijk
Technisch archief en Integrale kwaliteitszorg

- [8] http://nl.wikipedia.org/wiki/Wet_van_Hooke

- [9] CORUS Research, Development & Technology
Rolling Metal Strip
Systems, Dynamics & Control
Activity numbers: K822103

11. Bijlagen

11.1. Afleiding bridle formule

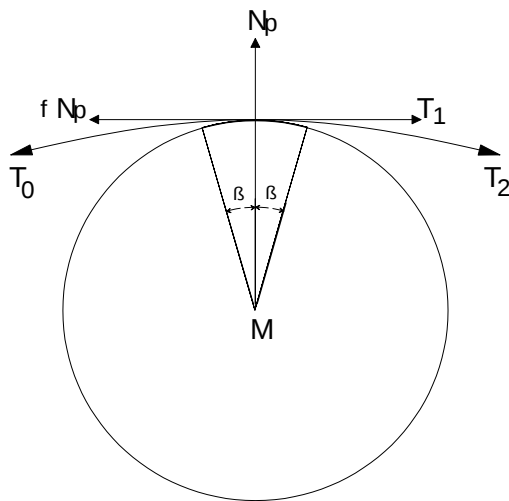


Fig. 11.1

μ = wrijvingscoëfficiënt

α en β in radialen

Np t.g.v. To is :

$$Np = To \cdot \sin \beta$$

$$T1 = \mu \cdot Np + T \quad \text{hieruit volgt:}$$

$$T1 = \mu \cdot To \cdot \sin \beta + To$$

Nemen we β zeer klein ;

$$\beta = \frac{\alpha}{n} \quad (n \rightarrow \infty) \text{ dan geldt :}$$

$$T1 = \mu \cdot To \cdot \beta + To$$

$$T1 = To \cdot (1 + \mu \cdot \beta)$$

Voor T2 geldt :

$$T2 = T1 + T1 \cdot \mu \cdot \beta$$

$$T2 = T0 \cdot (1 + \mu \cdot \beta)^2$$

Dus

$$Tn = T0 \cdot (1 + \mu \cdot \beta)^n$$

$$Tn = T0 \cdot \left(1 + \mu \cdot \frac{\alpha}{n}\right)^n$$

$$Tn = T0 \cdot \left(\left(1 + \mu \cdot \frac{\alpha}{n}\right)^{\frac{n}{\mu \cdot \alpha}} \right)^{\mu \cdot \alpha}$$

Voor $n \rightarrow \infty$ wordt dit :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \mu \cdot \frac{\alpha}{n}\right)^{\frac{n}{\mu \cdot \alpha}} = e$$

Dus :

$$Tn = T0 \cdot e^{\mu \cdot \alpha}$$

Tn is de trek T bij een omspannen hoek α

11.2. Afstelprocedure aandrukrollen

AFSTELINSTRUKTIE BOVENAANDRUKROLLEN

AFSTELLEN BOVENAANDRUKROLLEN

=====

-- geldt niet voor aandrukrol nr. 128 --

- 1.BAND VERWIJDEREN UIT DE BRIDLE (PRODUCTIE)
- 2.LUCHTDruk BIJ LATEN ZETTEN.
- 3.BRIDLE VEILIG AFSCHAKELEN
- 4.ROL IN HOOGSTE POSITIE STUREN.
- 5.AANDRUKVEREN MET BEHULP VAN CENTRALE HANDWIELVERSTELLING
GEHEEL ONTSPANNEN ZODANIG DAT DE VEREN NET LOS LIGGEN.
AFSTANDEN VAN VEERAANSLAG TOT LAGERHUIS MOETEN GELIJK ZIJN.
IS DIT NIET HET GEVAL DAN DE BORGPEN UIT HET CENTRALE HAND-
WIEL TREKKEN EN EEN ZIJDE VERSTELLEN.
VERGEET HIERNA NIET DE BORGPEN WEER AAN TE BRENGEN !.
CONTROLEER HIERNA OF DE VEREN NOG VRIJ LIGGEN.
- 6.AANDRUKROL TEGEN DE BRIDLEROL STUREN MET DUNNE STROKEN PAPIER
(COPIEERPAPIER = 0,05 MM) TUSSEN BRIDLEROL EN ZIJKANTEN VAN
HET VERDIKTE DEEL VAN DE AANDRUKROL.
- 7.NADAT DE BEVESTIGINGBOUTEN VAN DE CILINDERVOETEN ZIJN "OP-
GELOST" D.M.V. DE STELBOUTEN DE ROL ZO STELLEN DAT BEIDE
STROKEN PAPIER NET LOSKOMEN.
- 8.BEVESTIGINGSBOUTEN VAN DE CILINDERVOETEN VASTZETTEN.
- 9.NOGMAALS CONTROLEREN OF HET PAPIER LOS/VAST ZIT.
- 10.BRIDLE WEER BIJSCHAKELEN.

11.3. Installatie limieten CA11

HOOGOVENS, N. V.
Ijmuiden, The Netherlands

CONTINUOUS ANNEALING LINE

MECHANICAL EQUIPMENT: DeMag A. G.

ELECTRIC EQUIPMENT: General Electric
Req. 247-105-807780

PURCHASED: 1969 INSTALLED: 1971

INSTRUCTION BOOK: GEK-36616

LINE DATA

Material	Cold rolled mild steel
Strip Thickness	
Minimum	0.006 in. (0.152 mm)
Maximum	0.015 in. (0.380 mm)
Strip Width	
Minimum	18 in. (457 mm)
Maximum	42 in. (1067 mm)
Coil Diameter, Entry and Delivery	
Outside, Maximum	63 in. (1600 mm)
Inside	20 in. (508 mm) initially 16.5 in. (418 mm) later
Coil Weight, Maximum	30,000 lbs (13.6 metric tons)
Line Speeds, Run	
Furnace Section	350-1500 fpm (107-458 mpm)
Exit Section	350-2000 fpm (107-610 mpm)
Entry Section	350-2000 fpm (107-610 mpm)

Speed Ranges

Slow	350-500 fpm (107-152 mpm)
Medium	500-1000 fpm (152-305 mpm)
Fast, Center Section	1000-1500 fpm (305-458 mpm)
Fast, End Section	1000-2000 fpm (305-610 mpm)
Jog Speed	50 fpm (15 mpm)

Acceleration and Deceleration Rates

Furnace Section Accel. and Decel. Rate	100 fpm/sec (30.4 mpm/sec)
Fast Stop	200 fpm/sec (60.8 mpm/sec)
Exit Section Accel. Rate	133 fpm/sec (40.4 mpm/sec)
Decel. Rate	200 fpm/sec (60.8 mpm/sec)
Entry Section Accel. Rate	133 fpm/sec (40.4 mpm/sec)

AC CONTROL

1- IC7700 motor control center, 380-volt, 3-phase, 50 Hertz, C1 IIB, QMR, C1F

11.4. Trekspecificatie CA11

Absolute trekken vermeld in de oude installatie documentatie gebruikt bij bridle berekening DEMAG.

T = trek in de band [N]

η = rendement = 0.9

E = nominale spanning [V]

V = snelheid [FPM]

I = Ingestelde stroom [A]

N_{rol} = Aantal rollen

$g = 9.81 [m/s^2]$

$$T = \frac{20 * \eta * \frac{E}{V}}{N_{rol}} * I * g$$

De trekken in de installatie is berekend m.b.v. de bovenstaande formule:

Resultaat van de berekeningen van de absolute trek zijn:

Naam	U [V]	V [FPM]	N rollen	I [A]	T [kN]
Dancer	230	62	2	10	3,49 kN
Intree toren	230	58	24	145	4,51 kN
Uittree toren	230	116	12	145	4,51 kN
Oproller	500	2000	1	225	10,59 kN
Afroller	500	2000	1	225	10,59 kN

Uit de installatie documentatie blijkt dat bij het in bedrijf stellen in 1970 de volgende specifieke trek instelling zijn gehanteerd:

Gegeventrek

Entry loop tower (intree lussentoren) = 1600 PSI $\cong$ 1,125Kg/mm²

Furnace (oven) = 1100 PSI $\cong$ 0,844Kg/mm²

Exit loop tower (uittree lussentoren) = 1600 PSI $\cong$ 1,125Kg/mm²

Recoiling (oproller) = 3340 PSI $\cong$ 2,345Kg/mm²

Max. strip breedte = 1067mm Max. strip dikte = 0.38mm

Min. Strip breedte = 457mm Min. Strip dikte = 0.152mm

Met de formule $Spec.trek[N] = breedte_{STRIP} * dikte_{STRIP} * Gegeven_trek * 9,81$

Voor de trek in de band vinden we de volgende waarden volgens bovenstaande formule.

Entryloop tower	max.	4475 N
Entryloop tower	min.	767 N
Furnace	max.	3357 N
Furnace	min.	575 N
Exit loop tower	max.	4475 N
Exit loop tower	min.	767 N
Recoiling	max.	9327 N
Recoiling	min.	1598 N

DEMAG		Motor and Control List		Revisions		By	De/h
Customer: Hoogovens, IJmuiden		Ref.: 541.1540 1599		6	3	2.6.70	Date 13.2.1970
Description: Continuous Annealing Line		5	2	27.4.70			
		4	1	6.3.70	Page 2		

based on the specified gear-in speed. If modifications of these parameters are necessary for compatibility with the electrical supplier's System and Standards, they shall be modified with the customer's approval and shall be subject to review by the mill builder to be compatible with the mechanical equipment.

This Motor and Control List is based on DEMAG Mechanical Specification Proposal No. 90 978 and covers the electrical and instrumentation requirements to be furnished in accordance with the last two (2) pages of this Motor and Control List.

STRIP TENSIONS:

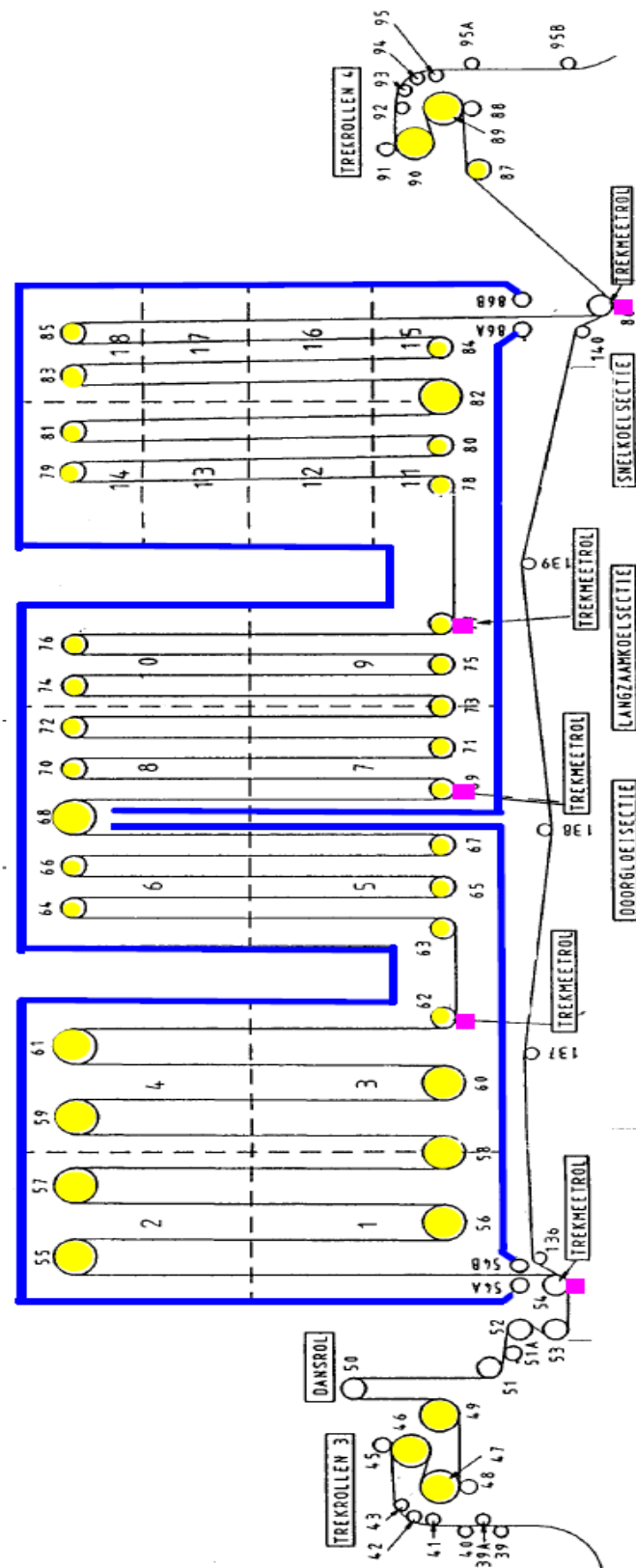
Strip Tensions are based on the following PSI resp. Kp/mm²

<u>ENTRY LOOP TOWER:</u>	1600 PSI ± 1,125 Kp/mm ²
<u>FURNACE:</u>	1200 PSI ± 0,844 Kp/mm ²
<u>EXIT LOOP TOWER:</u>	1600 PSI ± 1,125 Kp/mm ²
<u>RECOILING:</u>	3340 PSI ± 2,345 Kp/mm ²

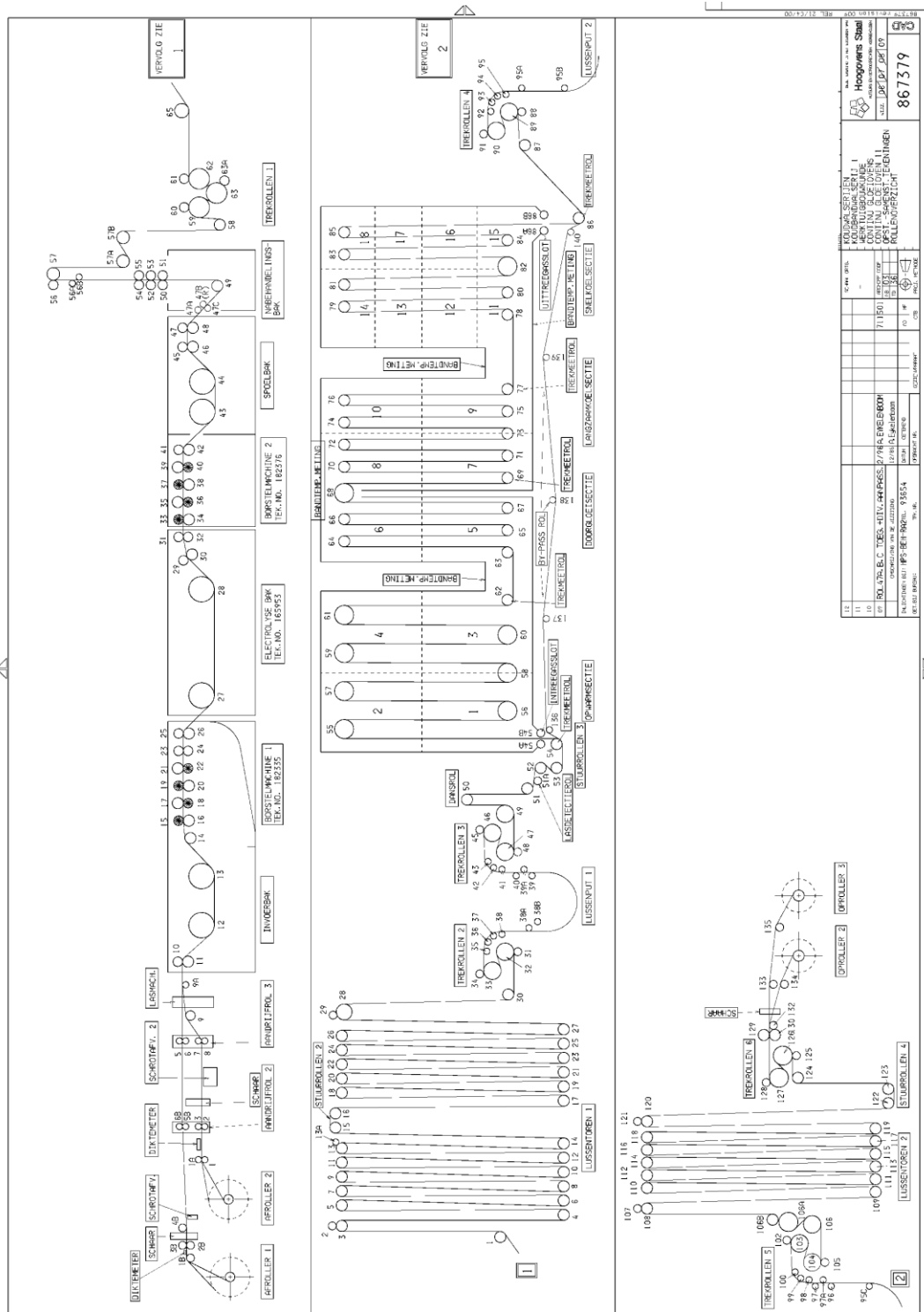
MATERIAL FLOW right to left as seen when faced by Operator.

NOTES:
All mechanical inertias are related to Motor Shaft.

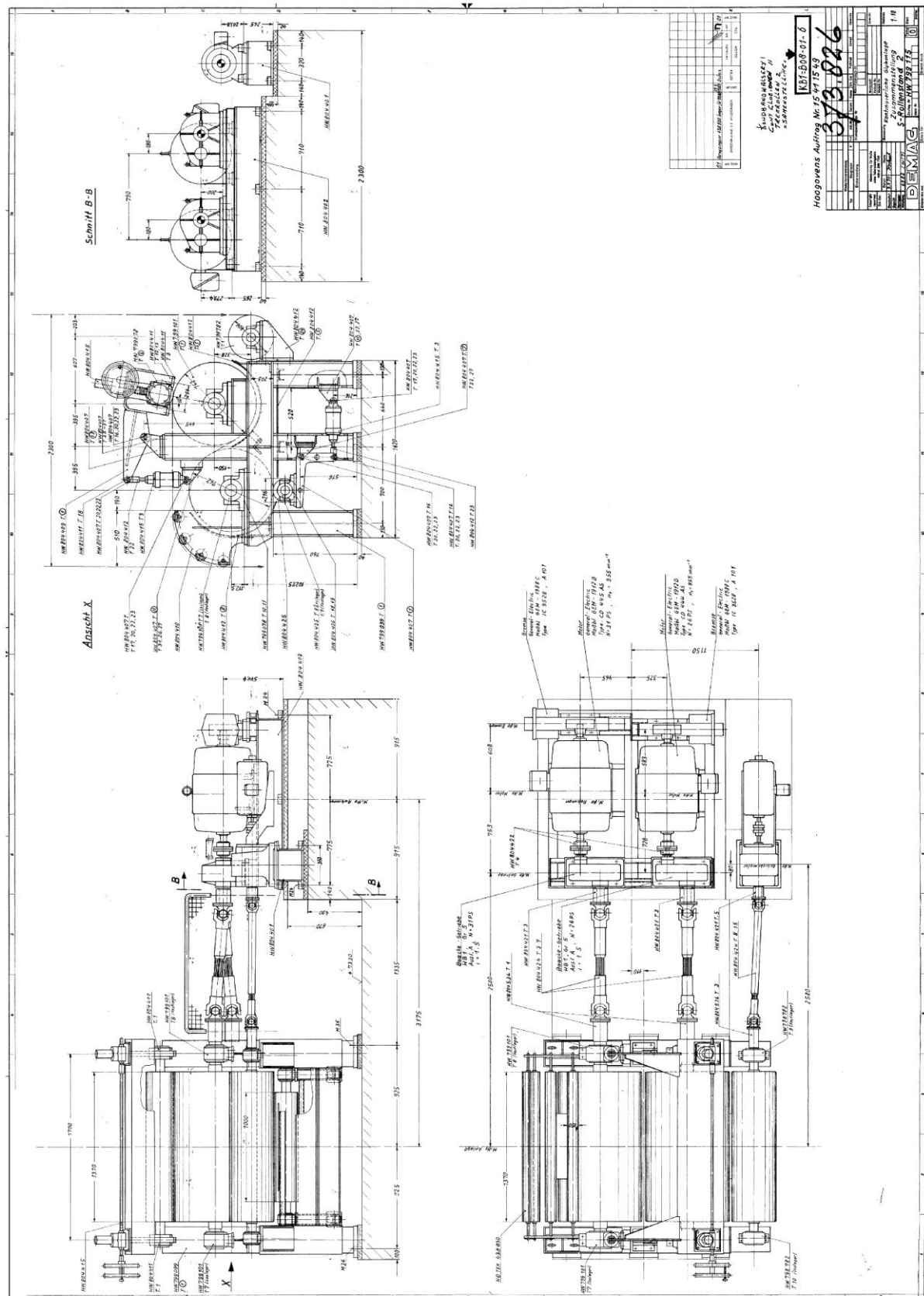
11.5. Installatieoverzicht CA11



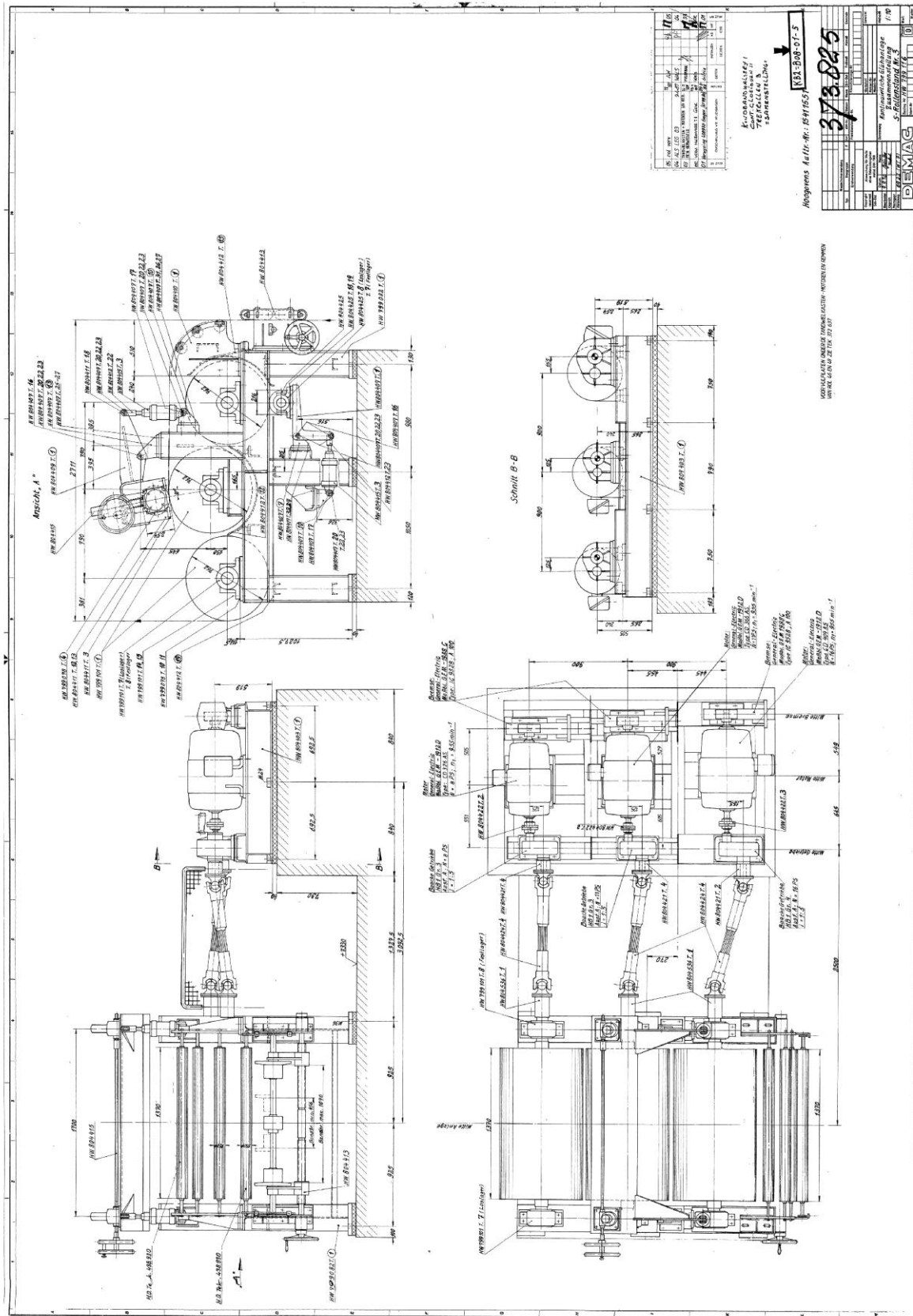
11.6. Lijnoverzicht SMB12 en CA11



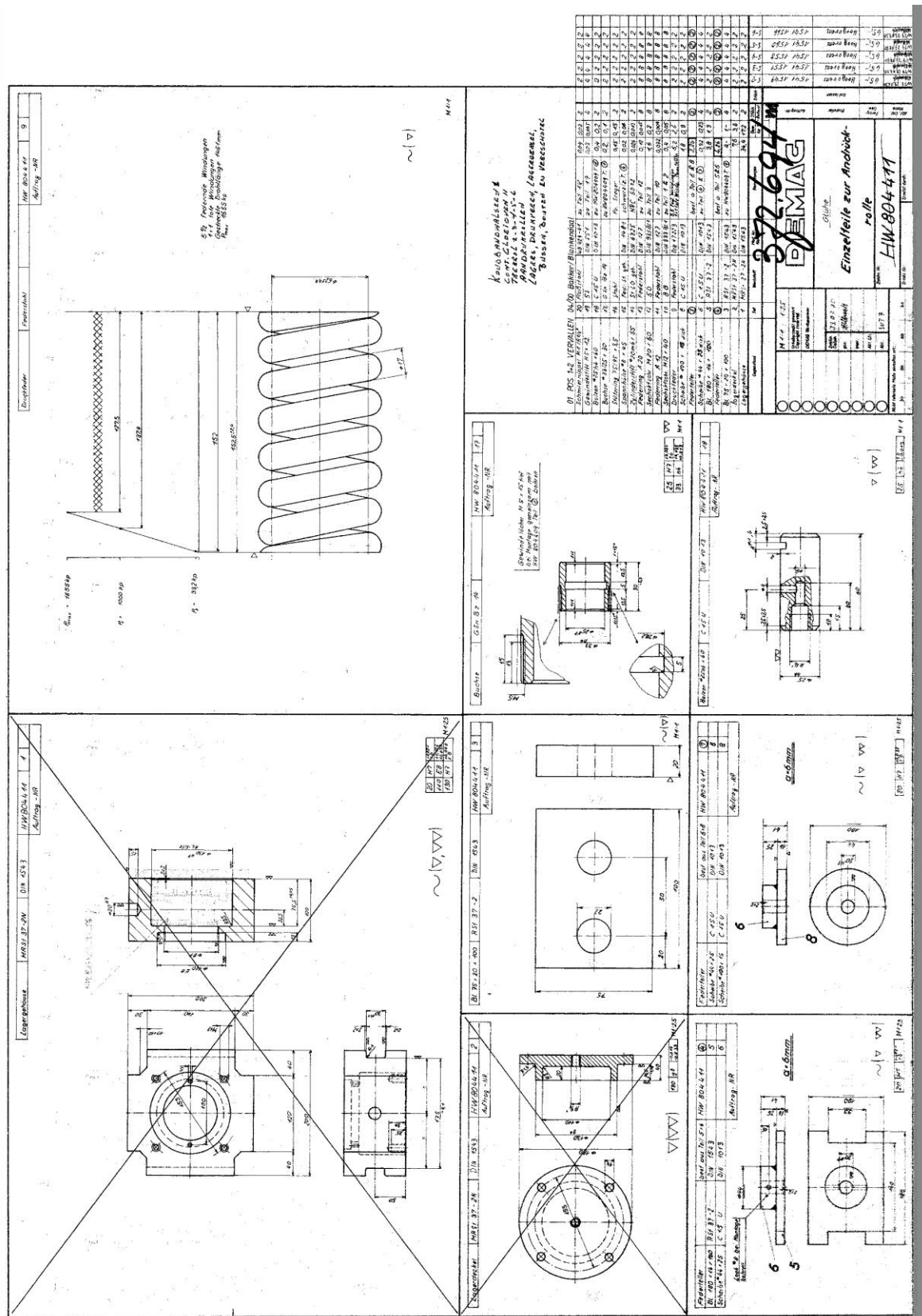
11.7. Mechanische tekening bridle 2



11.8. Mechanische tekening bridle 3



11.9. Aandrukrol bridle



11.10. Loadbalance berekening

$$V_{MAX} = 1500 FPM * 0,3048 = 457 \frac{m}{min} \quad N_{ROLMAX} = \frac{V_{MAX}}{\pi \cdot d} \text{ in [omw/min]}$$

$$N_{MOTLMAX} = N_{ROLMAX} \cdot Gearratio \text{ in [omw/min]}$$

ROLDATA

Rolnr	Sectie	Naam	Diam.	Materiaal	Vmax.	Nrolmax.	Gear ratio	Nmotmax.	Jrol
			[mm]		[m/min]	[tpm]		[tpm]	[kgm ²]
28	Bridle 2	Bridle rol	762	rubber	457	191	5,00:1	955	74
29	Bridle 2	Pinchroll	300	rubber					
30	Bridle 2	Bridle rol	762	staal	457	191	4,09:1	781	40
32	Bridle 2	Bridle rol	762	rubber	457	191	5,00:1	955	74
33	Bridle 2	Bridle rol	762	rubber	457	191	5,00:1	955	74
46	Bridle 3	Bridle rol	762	rubber	457	191	5,00:1	955	74
47	Bridle 3	Bridle rol	762	rubber	457	191	5,00:1	955	74
49	Bridle 3	Bridle rol	762	rubber	457	191	5,00:1	955	74
50	Dancer	Dancerrol	400	staal	50	40	30,00:1	1194	67

MOTORDATA

Rolnr	Type	Pnom.	Tnom.	Tavail.	Uanom.	Ianom.	nnom.	nmax.	Ifnom.	Ifmin.
		[kW]	[Nm]	[Nm]	[V]	[A]	[tpm]	[tpm]	[A]	[A]
28	CD368ATY	30	249	249	500	65	1150	1700	4,65	1,66
29										
30	CD284	2	17	17	500	5	1150	1700	1,06	0,6
32	CD445AY	30	249	249	500	70	1150	1700	2,86	1,25
33	CD444AY	22	183	183	500	50	1150	1700	2,24	1
46	CD366AY	11	91	91	500	26	1150	1700	1,8	0,76
47	CD404AY	15	125	125	500	35	1150	1700	1,65	0,7
49	CD326AY	7	58	58	500	18	1150	1700	1,61	0,61
50	MD802	11	104	88	250	70	1010	1010	0	0

OMVORMERDATA

Rolnr	Type	Pnom.	Unom(ac)	Inom(ac)	Unom(out)	Inom(out)	Ifmax
		[kW]	[V]	[A]	[V]	[A]	[A]
28	M75R	38	525	60	500	75	8
29							
30	M25R	9	525	21	500	25	8
32	M75R	38	525	60	500	75	8
33	M75R	38	525	60	500	75	8
46	M45R	19	525	38	500	45	8
47	M45R	19	525	38	500	45	8
49	M25R	9	525	21	500	25	8
50	M45R	19	525	38	500	45	8

BENODIGDE KOPPELS EN VERMOGENS (gerekend naar motorzijde)

Rolnr	Jred	a	Tacc/dec	Tstat.	Ttot(dec)	Ttot(acc)	Pacc/dec	Pstat	Ptot(acc)	Ptot(dec)
	[kgm ²]	[rad/s ²]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]
28	3,0	6,6	20,3	249,1	-228,9		2,0	24,9	26,9	
29										
30	2,5	5,4	13,5	16,6	-3,1		1,1	1,4	2,5	
32	3,0	6,6	20,3	249,1	-228,9		2,0	24,9	26,9	
33	3,0	6,6	20,3	182,7	-162,4		2,0	18,3	20,3	
46	3,0	6,6	20,3	91,3	-71,1		2,0	9,1	11,2	
47	3,0	6,6	20,3	124,6	-104,3		2,0	12,5	14,5	
49	3,0	6,6	20,3	58,1	-37,9		2,0	5,8	7,8	

Geregelde aandrijving

Niet aangedreven rol

AC motor

Max. lijnsnelheid	1500 fpm	vlijn	457	[m/min]	7,62	[m/s]				
Normaalstop/-start		acc1	0,51	[m/s ²]	30	m/min/s	45	t	15	[sec]
Snelstop		a	1,00	[m/s ²]	60	m/min/s		t	8	[sec]
Noodstop		a	1,67	[m/s ²]	100	m/min/s		t	5	[sec]
		η _{twk}	0,95							
SM staal		ρ	7880	kg/m ³						
		convwk2	23,730	[kgm ²]	[lbft ²]					

$$F_{BUILDUP} = e^{\frac{\alpha \cdot \pi}{180} \cdot \mu} \quad F_{REDUCE} = \frac{1}{F_{BUILDUP}}$$

Bridle 2&3 trek berekeningen

ALGEMEEN											
Rolnr	Opmerking	Diam.	Materiaal	Vmax.	Nrolmax.	Gear ratio	Nmotmax.	Frictiecoëff μ	Contacthoek	F build up	F reduce
		[mm]		[m/min]	[tpm]		[tpm]		graden		
28	slave	762	rubber	457	191	5,00:1	955	0,25	180	2,19	0,46
30	slave	762	staal	457	191	4,09:1	781	0,1	90	1,17	0,85
32	slave	762	rubber	457	191	5,00:1	955	0,25	240	2,85	0,35
33	slave	762	rubber	457	191	5,00:1	955	0,25	230	2,73	0,37
46	slave	762	rubber	457	191	5,00:1	955	0,25	230	2,73	0,37
47	speedmaster	762	Rubber	457	191	5,00:1	955	0,25	240	2,85	0,35
49	slave	762	Rubber	457	191	5,00:1	955	0,25	90	1,48	0,68
Totaal									1300	229,68	0,0044

De onderstaande tabel is tot stand gekomen met de gegevens van de rol data en motor data.
Er is gebruik gemaakt van de volgende formules.

$$Uitgangstrekk[N] = Berekenende_ingangstrekk * F_{REDUCE}$$

$$Reducttfac. = \frac{Uitgangstrekk_rol}{Ingangstrekk_rol}$$

$$rol_torq[Nm] = \frac{\Delta F_{ROL}}{\frac{1}{2}d}$$

$$motor_torq[Nm] = \frac{rol_torq}{Gearratio}$$

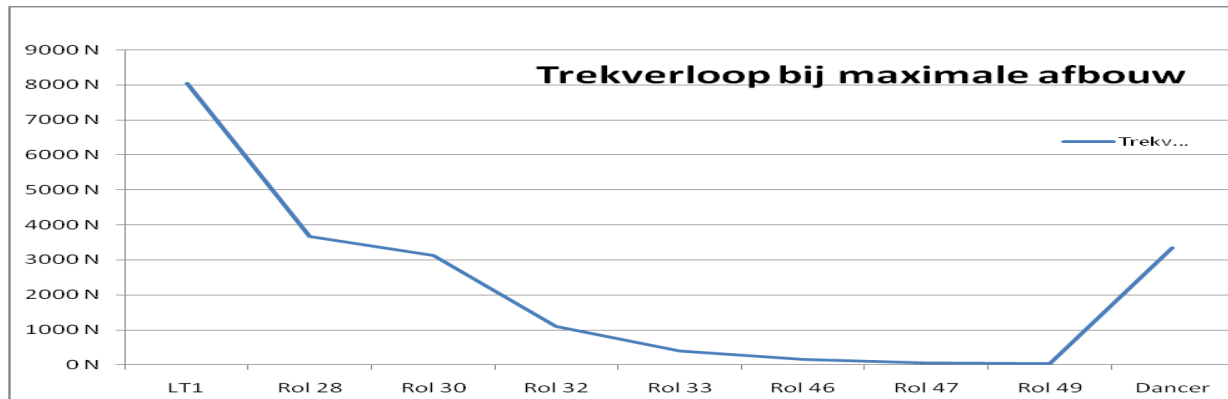
$$loadfact\% = \frac{Motor_torq}{\sum Motor_torq} \cdot 100\%$$

$$P_{motor}[kW] = \frac{motor_torq * 2\pi * N_{MOTMAX}}{60000}$$

maximum trek afbouw ▼							
trek tgv rol29	3560 N	Rolnr	uitgangs trek	reduct fac	rol torq	motor torq	load fact %
specifiek gew. Trek LT1	4475 N	28	3663 N	0,456 x	1666 Nm	333 Nm	53,85%
berekende ingang trek	8035 N	30	3131 N	0,855 x	203 Nm	50 Nm	8,02%
max. uitgang trek	35 N	32	1099 N	0,351 x	774 Nm	155 Nm	25,03%
delta trek	8000 N	33	403 N	0,367 x	265 Nm	53 Nm	8,57%
mogelijke trek afbouw factor	0,0044	46	148 N	0,367 x	97 Nm	19 Nm	3,14%
		47	52 N	0,351 x	37 Nm	7 Nm	1,18%
Berekende dancer trek	3357 N	49	35 N	0,675 x	6 Nm	1 Nm	0,21%
Berekende dancer stroom	9,6 A			0,0044 x			100 %
							61,0 kW

Wanneer de samen gestelde bridle als trek afbouwend functioneert, is de afbouw volgens onderstaande tabel. De bijdrage van het motorkoppel is hierbij maximaal.

In de grafiek is goed te zien dat het trekverloop tot aan rol 49 afbouwend is, en naar de dancer toe trek opbouwend. In dit geval kan het gebeuren dat de laatste bridle rollen trek opbouwend gaan functioneren en generatorisch gaan functioneren. Met andere woorden is het mogelijk dat op een bepaald punt binnen de trek afbouw en opbouw de trek 0N is, dit is echter geen gewenste situatie. De band kan in de bridle spanningsloos zijn. Tevens kan men zien dat bij maximale afbouw rol 28 te veel vermogen moet leveren!



Aan de hand van een zelfgekozen loadbalance (load fact%) komen we tot de volgende gegevens met gebruik makend van de onderstaande formules. Het resultaat van de uitkomsten staan vermeld in de onderste tabel.

$$Uitgangstrekk[N] = ingangstrekk - \Delta trek * N_{load_fact\%}$$

Rolnr	N load fact %
28	20,00%
30	0,00%
32	26,00%
33	20,00%
46	12,00%
47	14,00%
49	8,00%
totaal	100,00%

$$Reducfac. = \frac{Uitgangstrekk_{rol}}{Ingangstrekk_{rol}}$$

$$rol_torq[Nm] = \frac{\Delta F_{ROL}}{\frac{1}{2}d}$$

$$motor_torq[Nm] = \frac{rol_torq}{Gearratio}$$

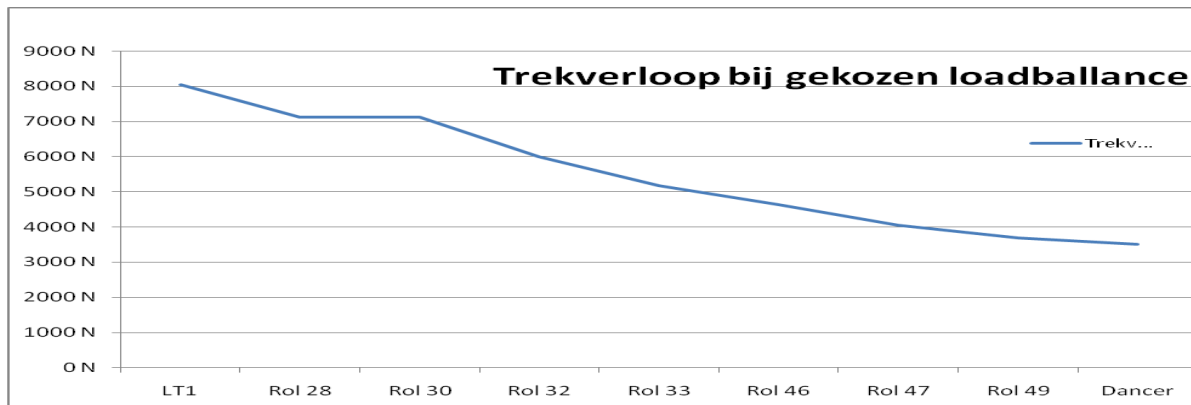
$$loadfact\% = \frac{Motor_torq}{\sum Motor_torq} \cdot 100\%$$

$$P_{motor}[kW] = \frac{motor_torq \cdot 2\pi \cdot N_{MOTMAX}}{60000}$$

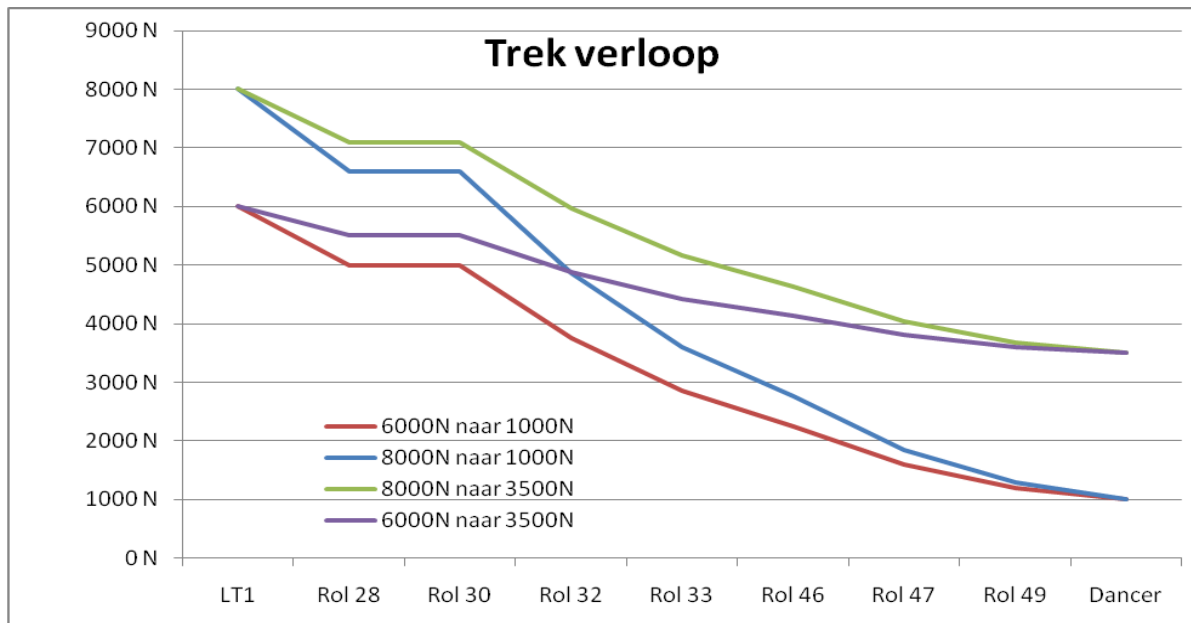
$$I_{factor} = \frac{loadfac_rol_x}{loadfac_rol_{47}}$$

realistische trek afbouw ▼		ROL nr.	uitgangs trek	reduct fac	roll torq	motor torq	load fact %	Pmotor		P beschik- baar	I factor
max trek in	8035 N	28	7128 N	0,887 x	346 Nm	69 Nm	20,83%	6,9 kW	9,3 pk	30,0 kW	1,53
gewenste trek uit	3500 N	30	7128 N	1,000 x	0 Nm	0 Nm	0,00%	0,0 kW	0,0 pk	2,0 kW	0,0
delta trek	4535 N	32	5994 N	0,841 x	432 Nm	86 Nm	26,04%	8,6 kW	11,7 pk	30,0 kW	1,92
trek reductie factor totaal	0,436 x	33	5178 N	0,864 x	311 Nm	62 Nm	18,75%	6,2 kW	8,4 pk	22,0 kW	1,38
trek reductie factor per rol	0,871 x	46	4634 N	0,895 x	207 Nm	41 Nm	12,50%	4,1 kW	5,6 pk	11,0 kW	0,92
aantal bridle rollen	6	47	4044 N	0,873 x	225 Nm	45 Nm	13,54%	4,5 kW	6,1 pk	15,0 kW	1,0
Berekende dancer stroom	10,0 A	49	3681 N	0,910 x	138 Nm	28 Nm	8,33%	2,8 kW	3,7 pk	7,0 kW	0,61
			0,458 x				100 %	33,2 kW	44,8 pk		

We zien in dat bij een zelfgekozen loadbalance het trekverloop gelijkmatiger is geworden.

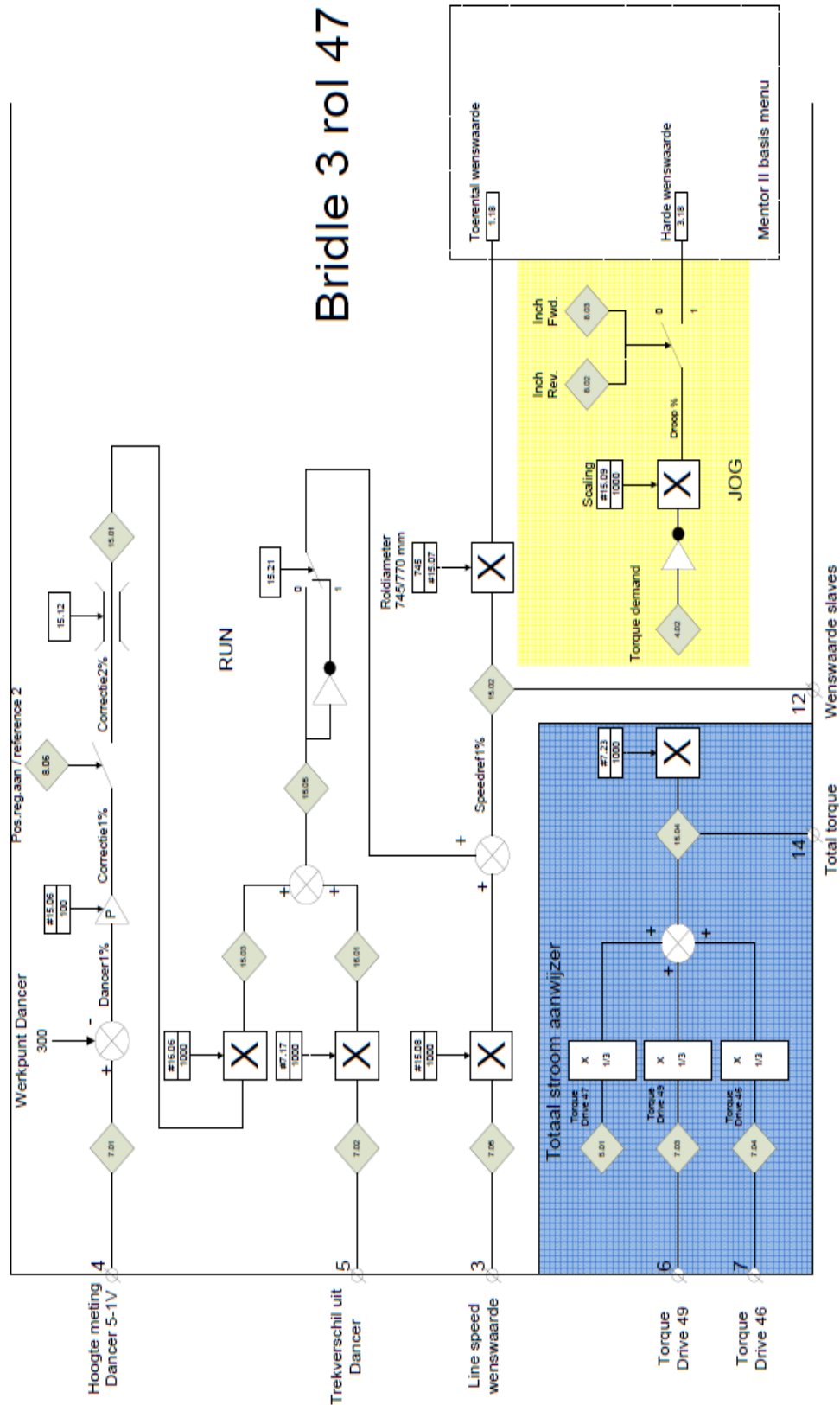


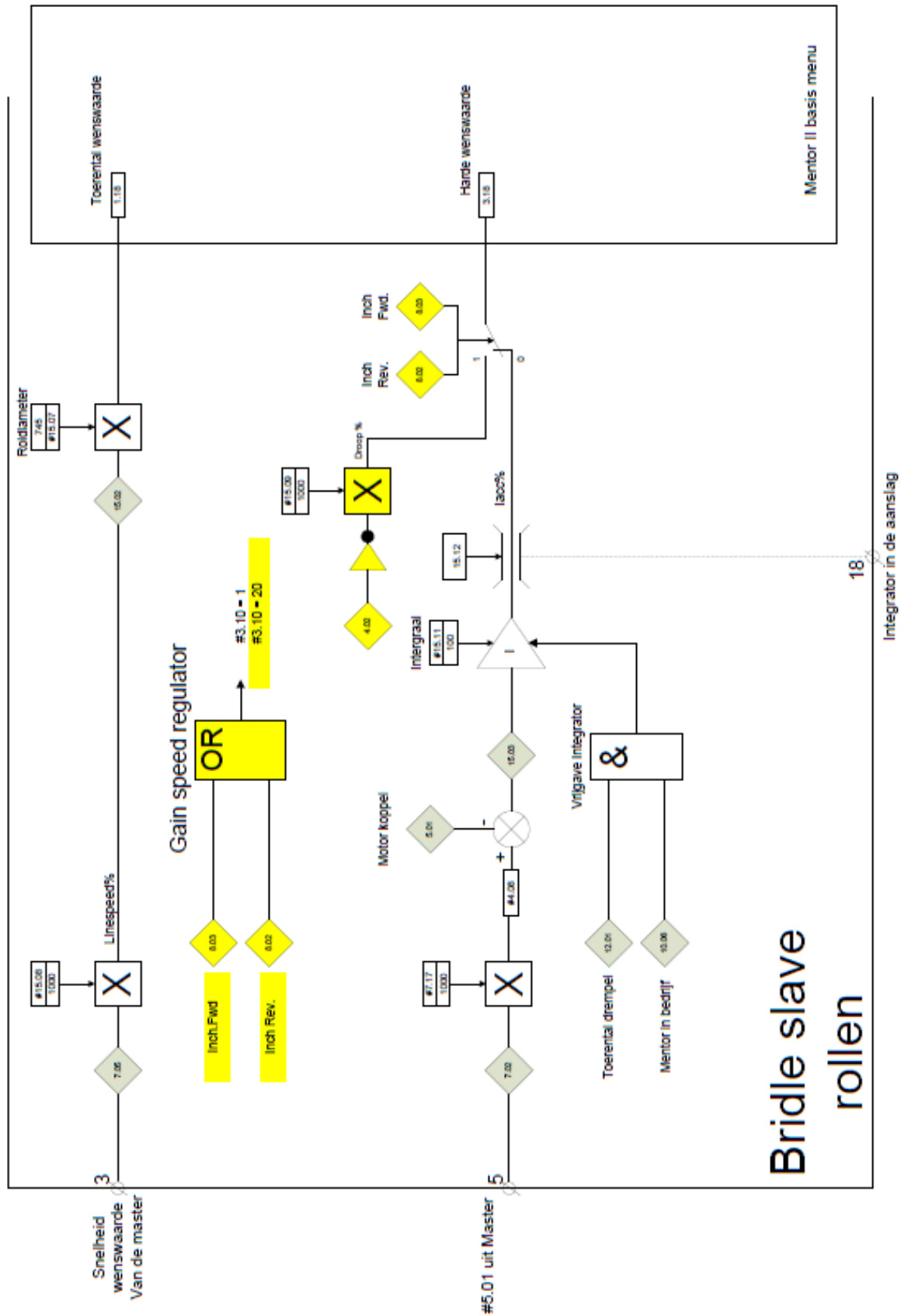
Nogmaals maar dan met verschillende intree en uittree trekken.



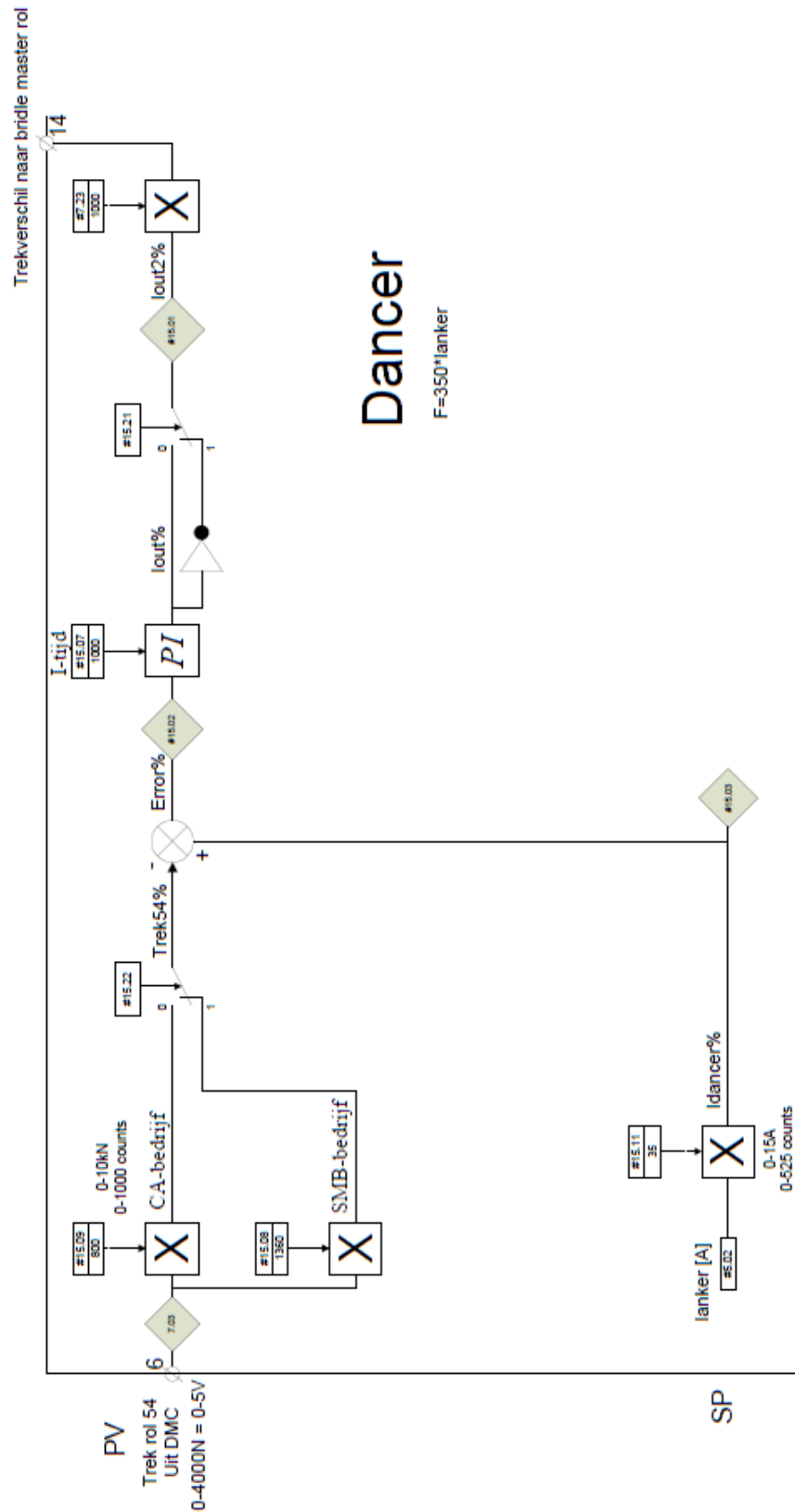
11.11. MD 29 software master rol 47 en slaves

Gemaakte aanpassing in het MD29 moduul van de master regelaar rol 47





11.12. MD 29 software dancerrool 50



11.12.1. DPL programma MD29 in dancercrol 50

```

$TITLE      Dancercrol50
$AUTHOR     Peter Meinsma
$COMPANY    Corus CPP sectie 3
$VERSION    1.0
$DRIVE      Mentor

notes{

#15.01 - #15.05 = RO 1999
#15.06 - #15.10 = RW 1999
#15.11 - #15.20 = RW 255
#15.21 - #15.36 = RW bit
#15.37 - #15.59 = RO 255

#16.01 - #16.05 = RO 1999
#16.06 - #16.10 = RW 1999
#16.11 - #16.20 = RW 255
#16.21 - #16.36 = RW bit
#16.37 - #16.63 = RO 255

#15.01 uitgang integrator naar bridle master rol
#15.02 Verschil uit SP en PV
#15.03 gewenste trek in [N] /10
#15.07 Integratie tijd in [ms]
#15.08 Scaling trekrol 54 bij SMB bedrijf
#15.09 Scaling trekrol 54 bij CA bedrijf
#15.11 Scaling ankerstroom
#15.21 inverter uitgangs signaal bit
#15.22 Keuze CA11 of SMB bedrijf

}; End of notes

Background {
top:

ldancer% = (#5.02 * (#15.11))
#15.03 = LIMIT (ldancer%,1000)

/// Keuze selectie CA of SMB bedrijf ///
IF #15.22 = 0 THEN
    Trek54% = INT (#7.03 * (#15.09/ FLOAT (1000)))
ELSE
    Trek54% = INT (#7.03 * (#15.08/ FLOAT (1000)))
ENDIF

//// 1 Loop ////
;Initialise Variables
Pterm%  = 0    // Gain of 0
Iterm%  = #15.07 // Gain 1000 = 1.000
Ireset% = 0    // Integrator Reset
Limit%  = 10000
Pset%   = 0    // Integrator Preset
PsetE%  = 0    // Integrator Preset enable
Hold%   = 0    // Integrator hold.

// Calculate Error = Setpoint - Feedback
Error% = ldancer% - Trek54%
#15.02 = LIMIT (Error%, 1000)

// Calculate Proportional Output
Pout% = MULDIV(Error%, Pterm%, 1000)

// Calculate Proportional Output
Iout% = ITerm(Error%, Iterm%, Limit%, Pset%, PsetE%, Ireset%, Hold%)

// Sum Gain Outputs Together and Clamp within Limits +/- 150000.
Demand% = Limit((Pout% + Iout%), 150000)

// Keuze om uitgang uit integrator te inverteren //
IF #15.21 = 0 THEN
    Iout2% = Iout%
ELSE
    Iout2% = -(Iout%)
ENDIF

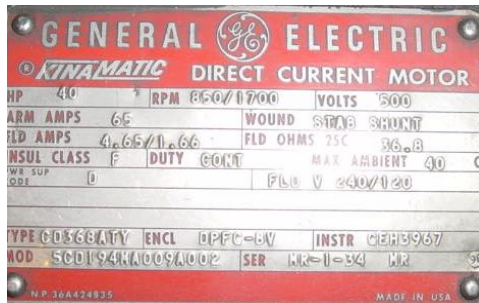
// Uitgang maximaal 1000 counts //
#15.01 = LIMIT (Iout2%,1000)

goto top: // main background loop
}

```

11.13. Motor data

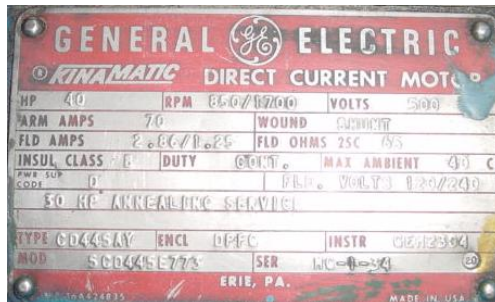
Rol 28



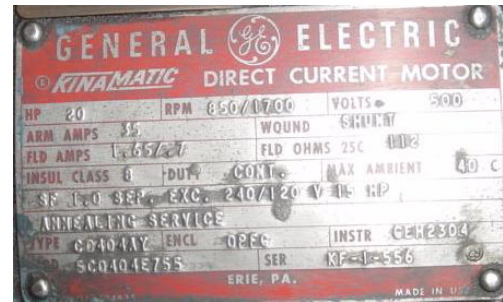
Rol 46



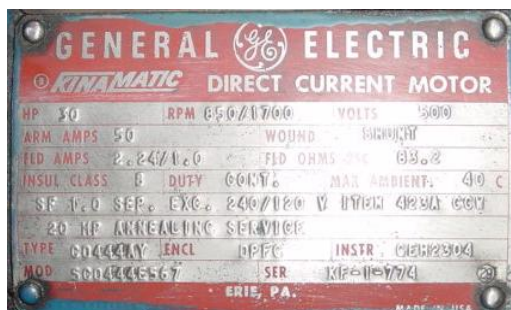
Rol 32



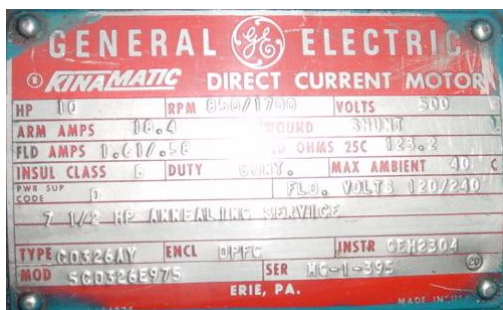
Rol 47



Rol 33



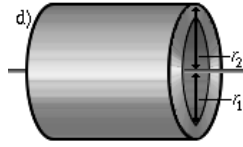
Rol 49



11.14. Bridle rol massatraagheid (inertia)

Voor een homogeen omwentelingslichaam met een massa m , diameter d en lengte l geldt:

$$\Delta A_{\text{Cirkel}} = \pi(r_2^2 - r_1^2)$$



$$J = \frac{1}{2} \cdot m(r_2^2 + r_1^2) \quad m = V \cdot \rho \quad V = \pi \cdot l \cdot (r_2^2 - r_1^2) \quad m = \pi \cdot l \cdot \rho \cdot (r_2^2 - r_1^2)$$

$$\rho_{\text{Staal}} = 7800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \rho_{\text{Rubber}} = 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

r en l zijn de afmetingen in meter

Voor de massatraagheid van de bridle rol vinden we: (maten zie tek. Eind paragraaf).

Inertia rubberlaag: $r_2 = 0,381\text{m}$ $r_1 = 0,3555\text{m}$ $l = 1,37\text{m}$

$$\Delta A_{\text{Cirkel}} = \pi(r_2^2 - r_1^2) = \pi(0,381^2 - 0,3555^2) = 0,059\text{m}^2$$

$$V = \Delta A_{\text{Cirkel}} \cdot l = 0,059 \cdot 1,37 = 0,0811\text{m}^3$$

$$m = V \cdot \rho = 0,0811 \cdot 1500 = 121,7\text{kg}$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot m(r_2^2 + r_1^2) = \frac{121,7}{2} \cdot (0,381^2 + 0,3555^2) = 16,5\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Inertia stalen body (koker) $r_2 = 0,3555\text{m}$ $r_1 = 0,343\text{m}$ $l = 1,37\text{m}$

$$\Delta A_{\text{Cirkel}} = \pi(r_2^2 - r_1^2) = \pi(0,3555^2 - 0,343^2) = 0,029\text{m}^2$$

$$V = \Delta A_{\text{Cirkel}} \cdot l = 0,029 \cdot 1,37 = 0,0391\text{m}^3$$

$$m = V \cdot \rho = 0,0391 \cdot 7800 = 304\text{kg}$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot m(r_2^2 + r_1^2) = \frac{304}{2} \cdot (0,3555^2 + 0,343^2) = 37\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

Inertia stalen flens $r_2 = 0,343\text{m}$ $r_1 = 0,11\text{m}$ $l = 0,06\text{m}$

$$\Delta A_{\text{Cirkel}} = \pi(r_2^2 - r_1^2) = \pi(0,343^2 - 0,11^2) = 0,331\text{m}^2$$

$$V = \Delta A_{\text{Cirkel}} \cdot l = 0,331 \cdot 0,06 = 0,0198\text{m}^3$$

$$m = V \cdot \rho = 0,0198 \cdot 7800 = 155\text{kg}$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot m(r_2^2 + r_1^2) = \frac{155}{2} \cdot (0,343^2 + 0,11^2) = 10\text{kg} \cdot \text{m}^2$$

2 stalen flensen per rol $J = 2 \cdot 10 = 20\text{kg} \cdot \text{m}^2$

Inertia stalen bus $r_2 = 0,11m$ $r_1 = 0,07m$ $l = 0,13m$

$$\Delta A_{\text{Cirkel}} = \pi(r_2^2 - r_1^2) = \pi(0,11^2 - 0,07^2) = 0,015m^2$$

$$V = \Delta A_{\text{Cirkel}} \cdot l = 0,015 \cdot 0,13 = 0,00135m^3$$

$$m = V \cdot \rho = 0,00135 \cdot 7800 = 10,5kg$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot m(r_2^2 + r_1^2) = \frac{10,5}{2} \cdot (0,11^2 + 0,07^2) = 0,09kg \cdot m^2$$

$$2 \text{ stalen bussen per rol } J = 2 \cdot 0,09 = 0,18kg \cdot m^2$$

Inertia stalen as $r = 0,05m$ $l = 2m$

$$A_{\text{Cirkel}} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0,05^2 = 0,0079m^2$$

$$V = A_{\text{Cirkel}} \cdot l = 0,0079 \cdot 2 = 0,015m^3$$

$$m = V \cdot \rho = 0,015 \cdot 7800 = 122,5kg$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 = \frac{122,5}{2} \cdot 0,05^2 = 0,15kg \cdot m^2$$

Totaal aan massatraagheid voor de bridle rollen 28,32,33,46,47 en 49:

$$\text{Massatraagheid rubberlaag } J = 16,5kg \cdot m^2$$

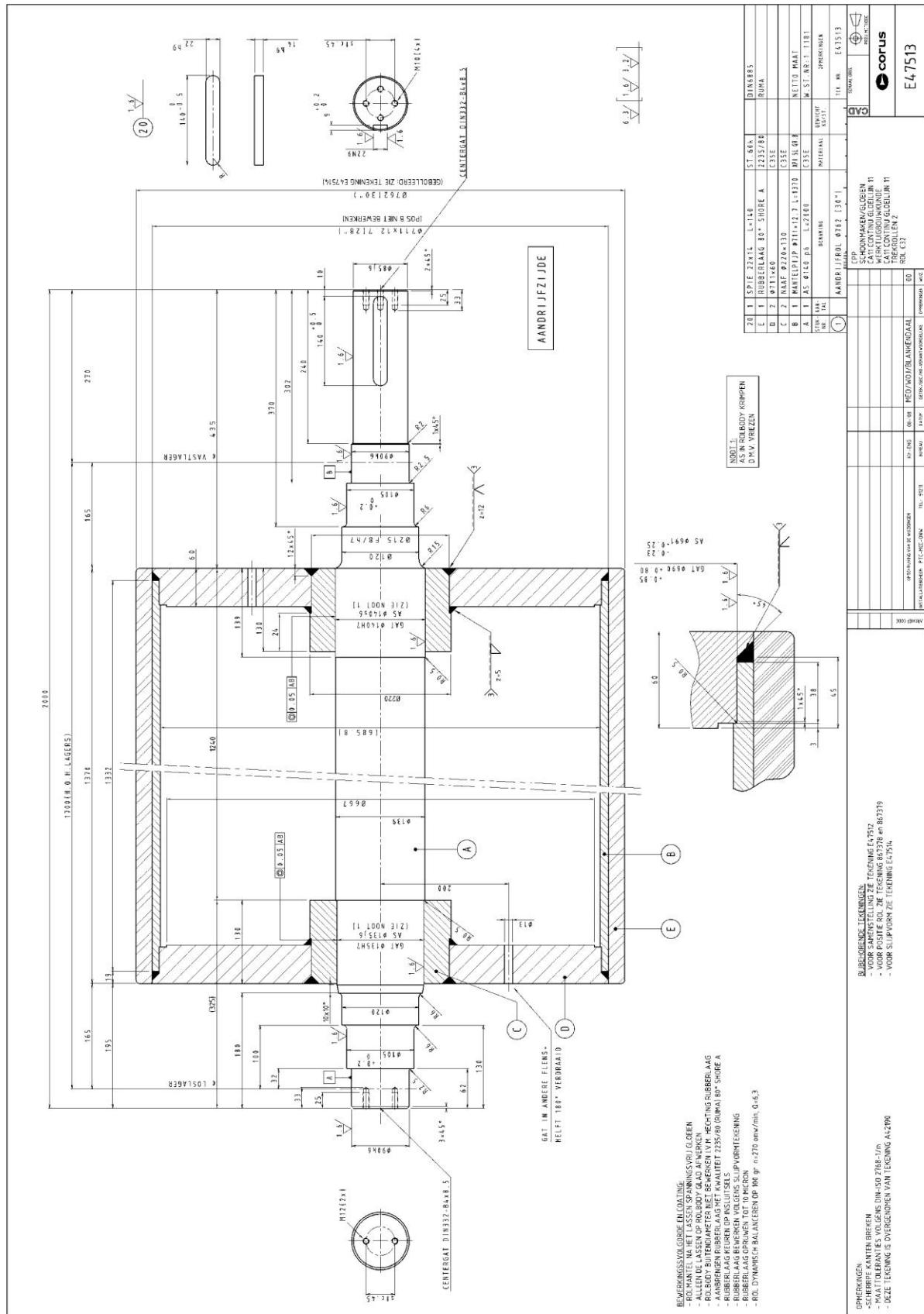
$$\text{Massatraagheid body (koker) } J = 37kg \cdot m^2$$

$$\text{Massatraagheid flens } J = 20kg \cdot m^2$$

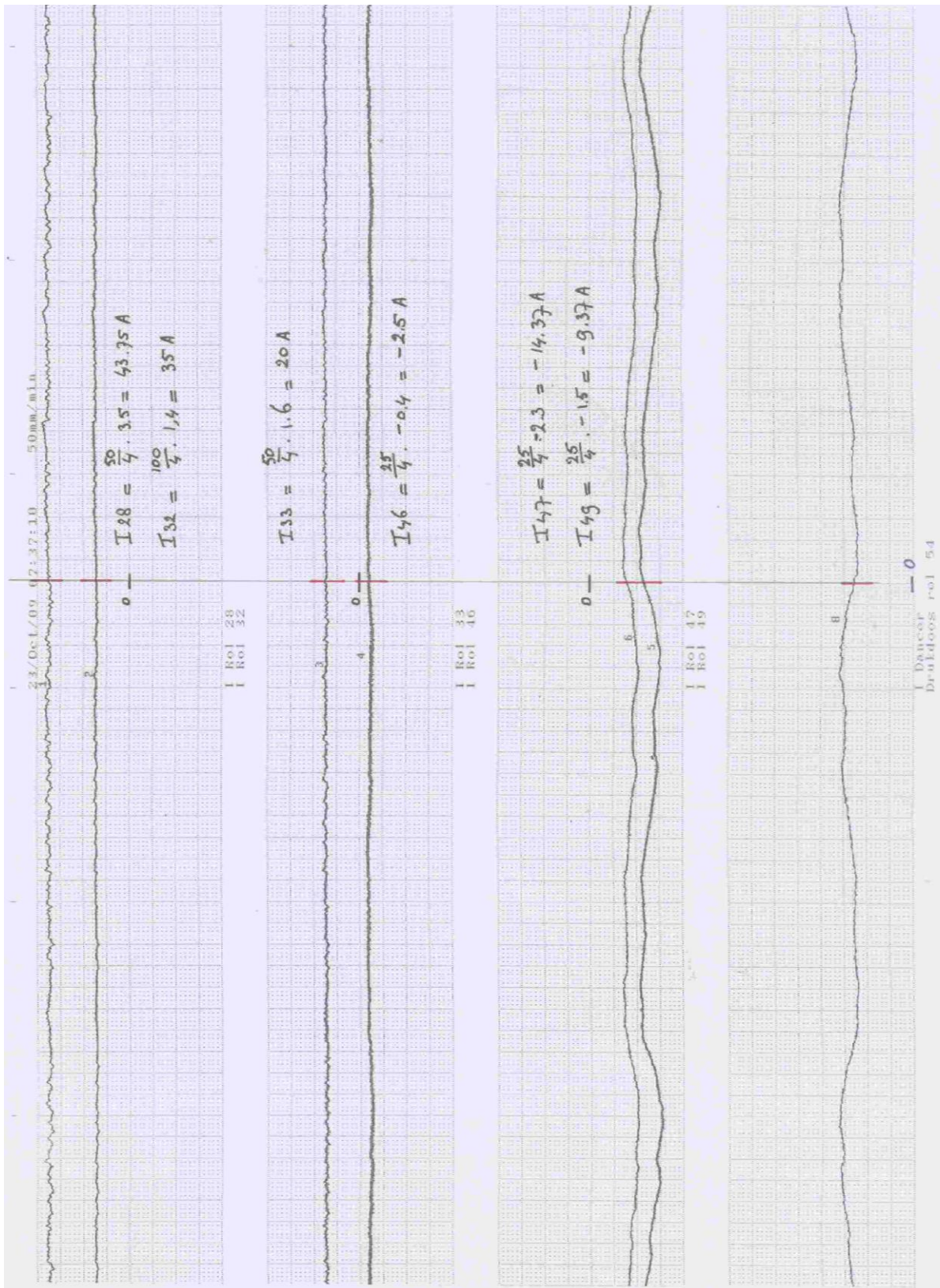
$$\text{Massatraagheid bus } J = 0,18kg \cdot m^2$$

$$\text{Massatraagheid as } J = 0,15kg \cdot m^2$$

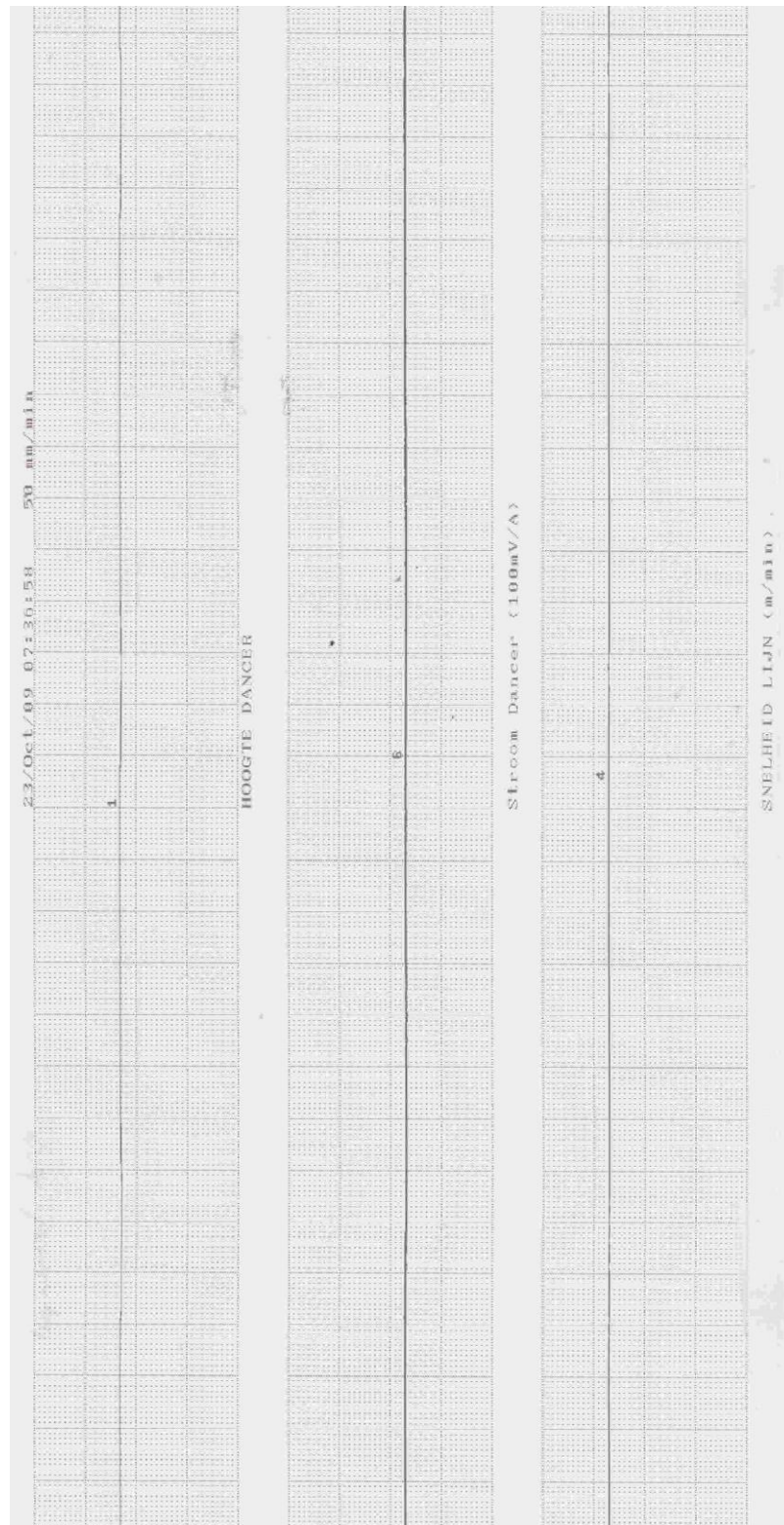
$$\text{Totaal massatraagheid } J = 74kg \cdot m^2$$



11.15. Stroom, snelheid en trek meting bridle bestaande situatie



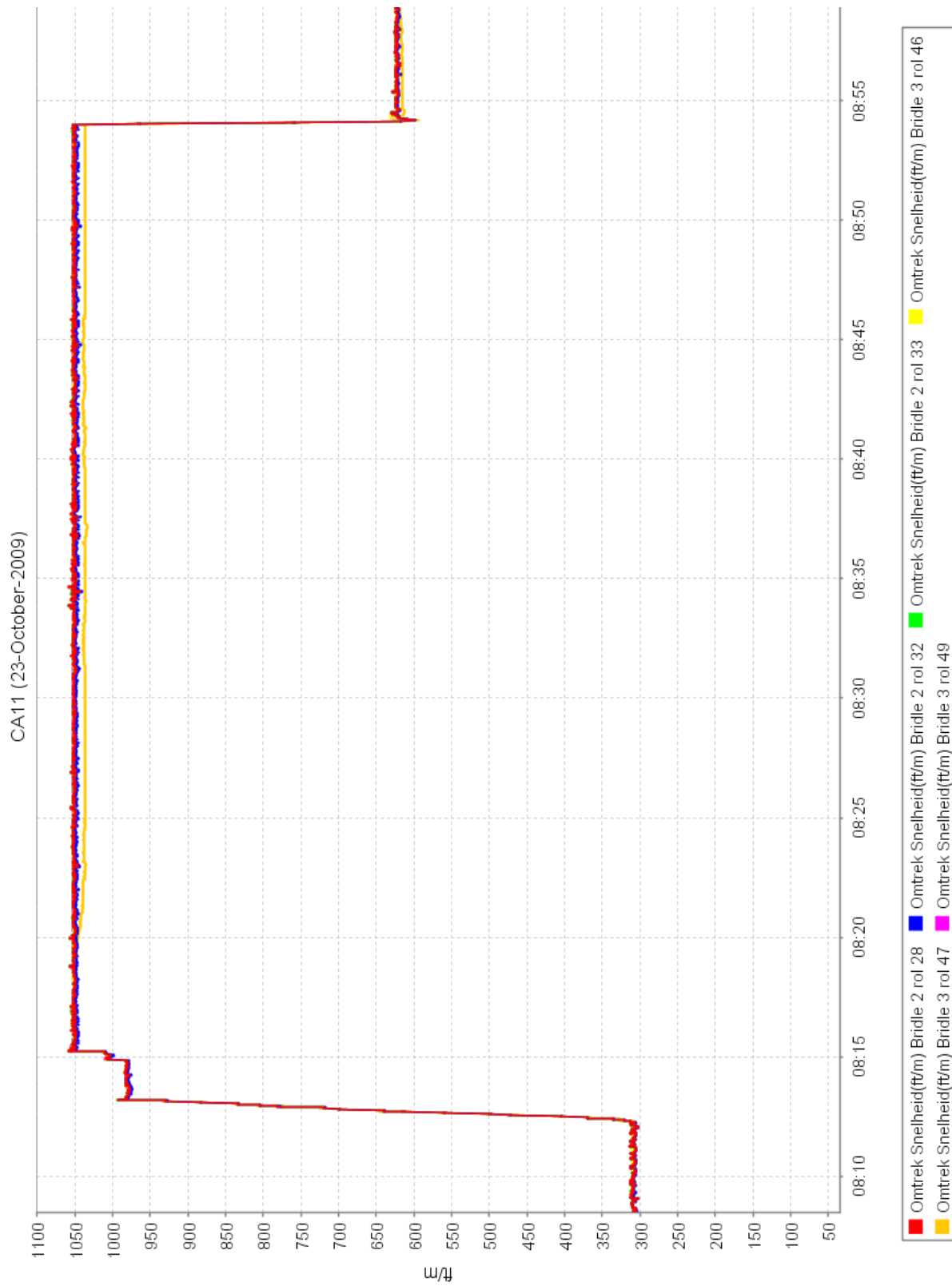
11.15.1. Snelheid, trek en dancier hoogte meting bestaande situatie



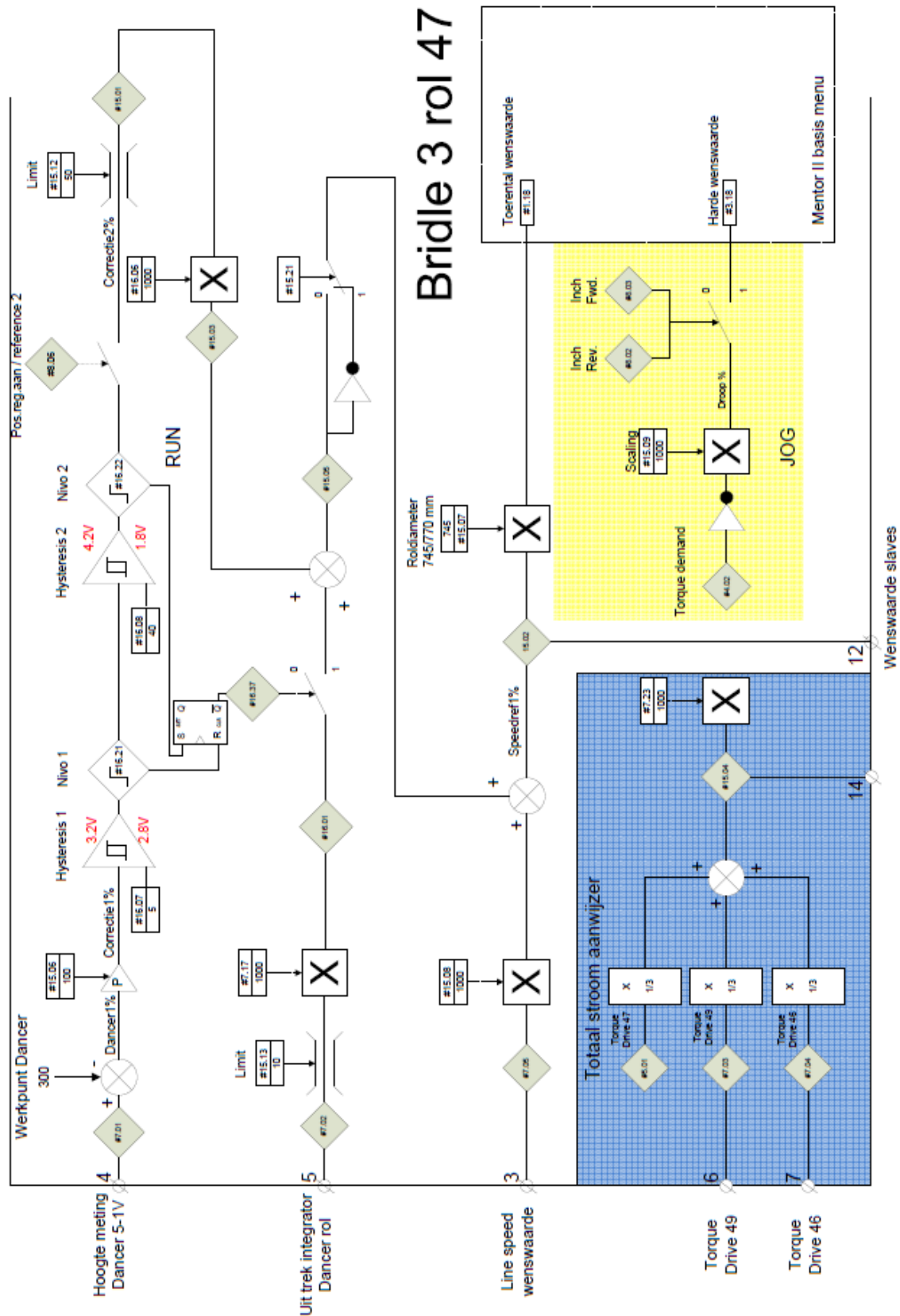
Graphtec WR8000							
Kanaal	AC/DC	Range	Gemeten eenheid	Conversie	position 0	Eenheid in lijn	Naam
1	DC	10V	V	-5/+5V = -50A/+50A	50%	A	I rol 28
2	DC	20V	V	-10/+10V = -100A/+100A	50%	A	I rol 32
3	DC	10V	V	-5/+5V = -50A/+50A	50%	A	I rol 33
4	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 46
5	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 47
6	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 49
8	DC	5V	V	0-5V = 0-4000N	0%	N	Drukdoos rol 54

Graphtec WR9000							
1	DC	5V	V	0-5V	0%	V	Hoogte dancer
4	DC	10V	V	0-10V = 0-500m/min	0%	A	Snelheid lijn
6	DC	200mV	V	0-200mV / 10mV/A	0%	m/min	Stroom dancer

11.15.2. Snelheid meting PRINS bridle 2 en 3 bestaande situatie



11.16. Instelling nieuwe Master rol



11.16.1. DPL programma MD29 in master rol 47

```
$TITLE      Bridle 3, rol 47, master
$AUTHOR    Peter Meinsma
$COMPANY   Corus CPP sectie 3
$VERSION   1
$DRIVE     Mentor
```

```
NOTES{
```

```
#15.01 - #15.05 = RO 1999
#15.06 - #15.10 = RW 1999
#15.11 - #15.20 = RW 255
#15.21 - #15.36 = RW bit
#15.37 - #15.59 = RO 255
```

```
#16.01 - #16.05 = RO 1999
#16.06 - #16.10 = RW 1999
#16.11 - #16.20 = RW 255
#16.21 - #16.36 = RW bit
#16.37 - #16.63 = RO 255
```

```
#7.17 = scaling bijdrage trekrol 54
```

```
#15.01 = Lussenput correctie
#15.02 = Wenswaarde slaves
#15.03 = Torque error
#15.04 = Total torque
#15.05 = speedref
```

```
#15.06 = Scaling danser input
#15.07 = bridle rol diameter
#15.08 = Scaling linespeed
#15.09 = Scaling droop
```

```
#15.11 = Integraal torque error
#15.12 = Limit danser correctie
#15.13 = Limit torque correctie
```

```
#15.21 = Danser invert
#15.22 = Integrator in aanslag
```

```
#16.06 = scaling bijdrage danser hoogte regeling
#16.07 = Nivo hysteresis 1
#16.08 = Nivo hysteresis 2
#16.21 = Nivo 1 actief
#16.22 = Nivo 2 actief
#16.37 = trekregeling rol54 staat bij
```

```
}; End of notes
```

```
Background {
top:
```

```
////////// Lushoogte regeling //////////
```

```
Danser1% = #7.01 - 300
```

```
; 3 Volt is werkpunt midden
```

```
Correctie1% = INT (Danser1% * (FLOAT (#15.06)/100))
```

```
////////// niveau 1 detectie hoogte danser //////////
```

```
hyst1% = #16.07
```

```
; instellen van drempel waarde hyst1
```

```
IF Correctie1% <= (hyst1%) THEN rol54_actief% = 1
IF Correctie1% >= -(hyst1%) THEN rol54_actief% = 1
IF Correctie1% > (hyst1%) THEN rol54_actief% = 0
IF Correctie1% < -(hyst1%) THEN rol54_actief% = 0
```

```
; danser binnen hysteresis gebied 1
; danser binnen hysteresis gebied 1
; danser buiten hysteresis gebied 1
; danser buiten hysteresis gebied 1
```

```
#16.21 = rol54_actief%
```

```
; set bit #16.21 als nivo 1 actief is
```

```
////////// niveau 2 detectie hoogte danser //////////
```

```
hyst2% = #16.08
```

```
; instellen van drempel waarde hyst2
```

```
IF Correctie1% <= (hyst2%) THEN rol54_niet_actief% = 0
IF Correctie1% >= -(hyst2%) THEN rol54_niet_actief% = 0
IF Correctie1% > (hyst2%) THEN rol54_niet_actief% = 1
IF Correctie1% < -(hyst2%) THEN rol54_niet_actief% = 1
```

```
; danser binnen hysteresis gebied 2
; danser binnen hysteresis gebied 2
; danser buiten hysteresis gebied 2
; danser buiten hysteresis gebied 2
```

```
#16.22 = rol54_niet_actief%
```

```
; set bit #16.22 als nivo 2 actief is
```

```

////////// Waarheids tabel regeling //////////

IF rol54_actief%= 1 AND rol54_niet_actief%= 0 THEN #16.37 = 1
IF rol54_actief%= 0 AND rol54_niet_actief%= 1 THEN #16.37 = 0

; fijn regeling rol54 actief
; Dancer regeling actief

IF #8.06 = 1 THEN
    Correctie2% = Correctie1%
ELSE
    Correctie2% = 0
ENDIF

#15.01 = LIMIT (Correctie2%,#15.12)

#15.03 = INT (#15.01 * (#16.06 / FLOAT(1000)))

som1% = LIMIT (#7.02,#15.13)

; instellen limit max.trekbijdrage rol54

IF #16.37 = 1 THEN #16.01 = INT (som1% * (FLOAT (#7.17)/1000))
IF #16.37 = 0 THEN #16.01 = 0

; #16.01 geeft signaal trek verschil uit dancer
; valt hyst1 buiten het window disable trekrol 54 regeling

#15.05 = (#15.03 + #16.01)

; sommeer signalen

Linespeed% = INT (#7.05 * (#15.08 / FLOAT (1000)))

IF #15.21 = 0 THEN
    Speedref1% = Linespeed% + #15.05
ELSE
    Speedref1% = Linespeed% - #15.05
ENDIF

#15.02 = LIMIT (Speedref1%, 1000)

//////////////////// Roldiameter instelling //////////////////////

IF #15.07 <=745 THEN
    #15.07 = 745
ELSEIF #15.07 >= 770 THEN
    #15.07 = 770
ELSE
    #15.07 = #15.07
ENDIF

Speedref2% = INT (Speedref1% * ( 745 / FLOAT (#15.07)))

#1.18 = LIMIT (Speedref2%, 1000)

//////////////////// Speed droop tijdens Jog //////////////////////

Droop% = INT ((#4.02*-1) * (#15.09 / FLOAT (1000)))

IF #8.02 = 1 OR #8.03 = 1 THEN
    Droopselect% = 1
ELSEIF #10.06 = 1 THEN
    Droopselect% = 0
ENDIF

IF Droopselect% = 1 THEN
    #3.18 = Droop%
ELSE
    #3.18 = 0
ENDIF

////////////////////Total torque of drive 28, 32,33////////////////////

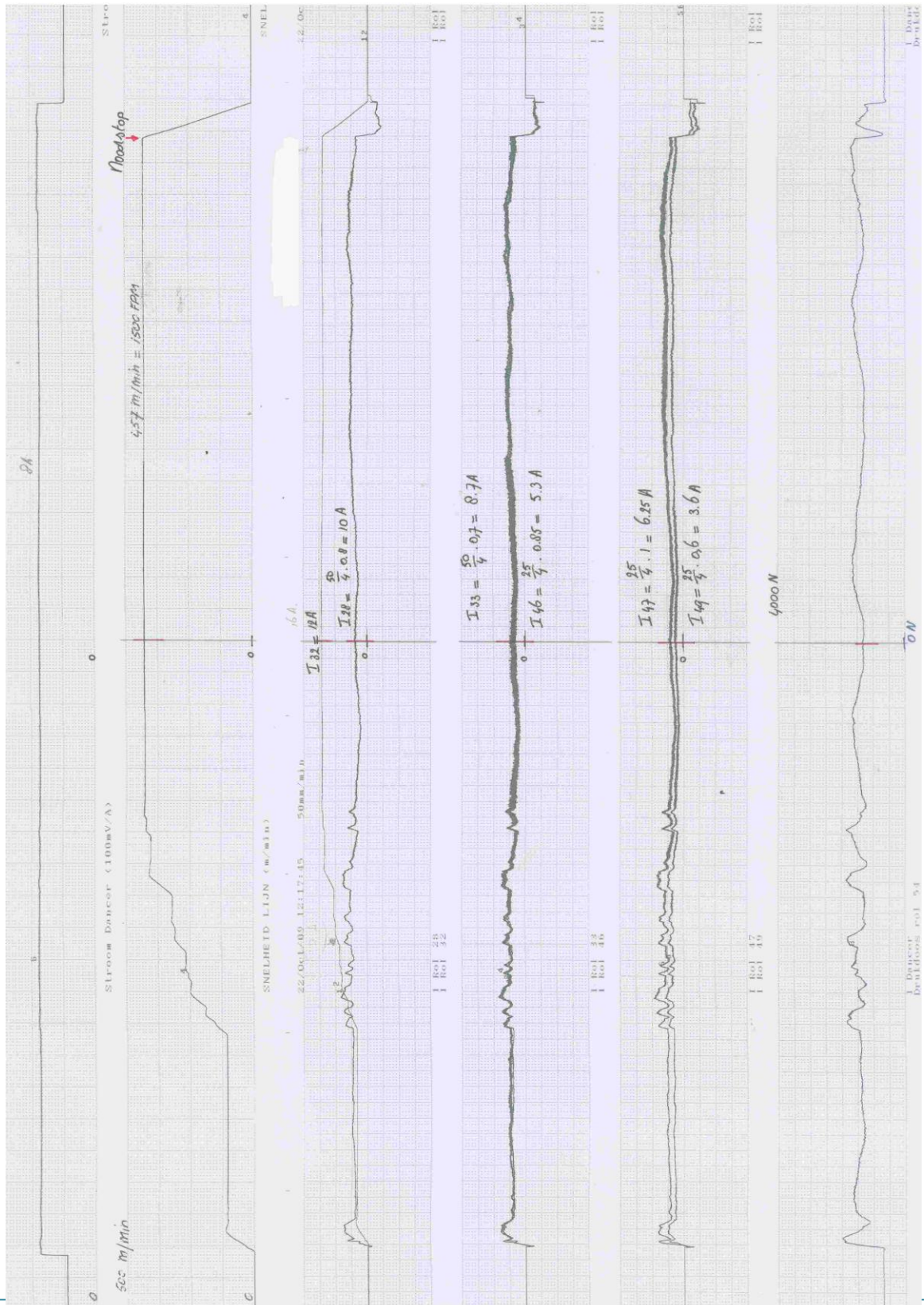
Torque28 = FLOAT (#7.04) / 3
Torque32 = FLOAT (#5.01) / 3
Torque33 = FLOAT (#7.03) / 3

TotalTorque = Torque28 + Torque32 + Torque33
#15.04 =LIMIT ( INT (TotalTorque) , 1000)

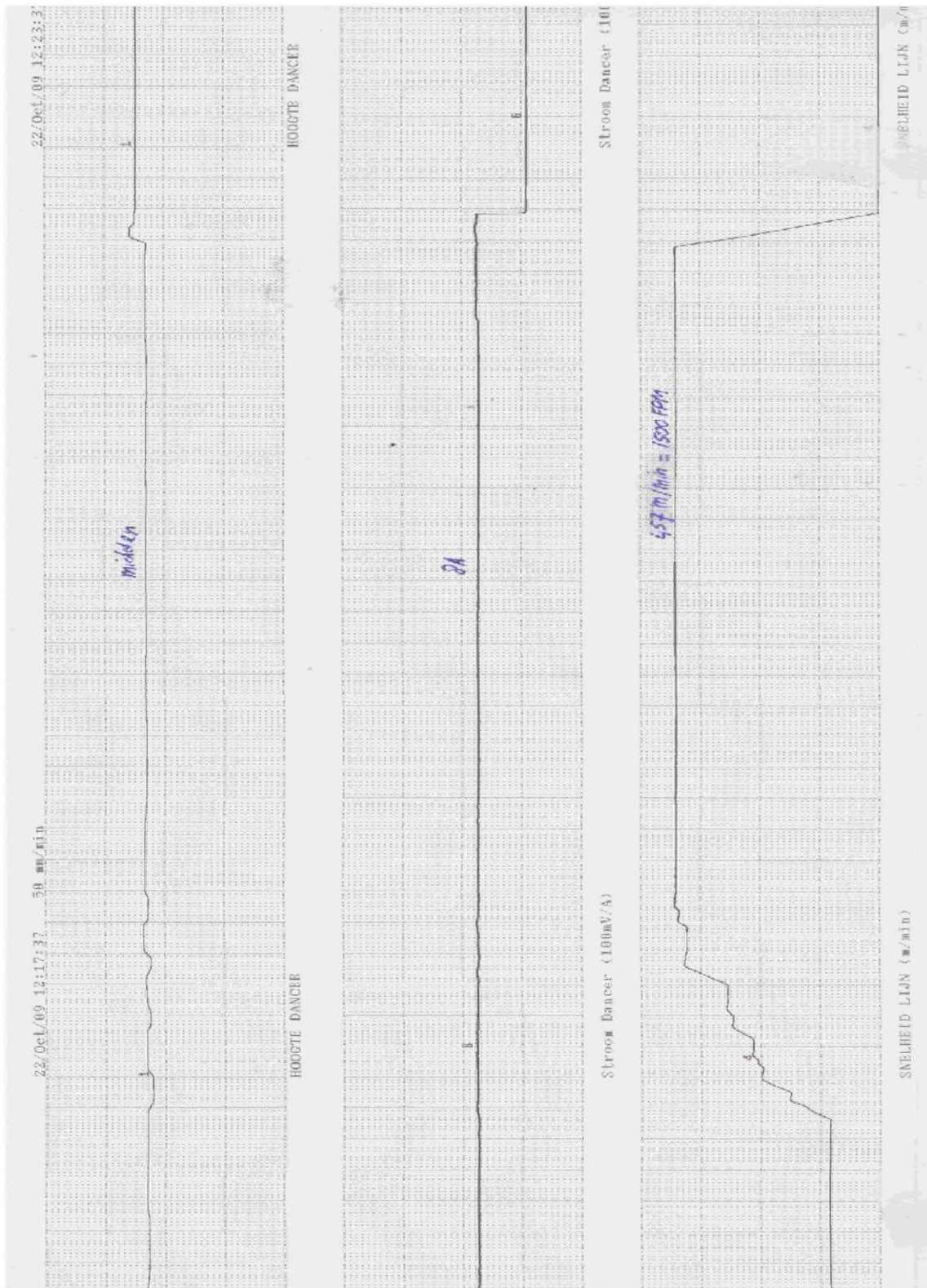
goto top: // main background loop
}

```

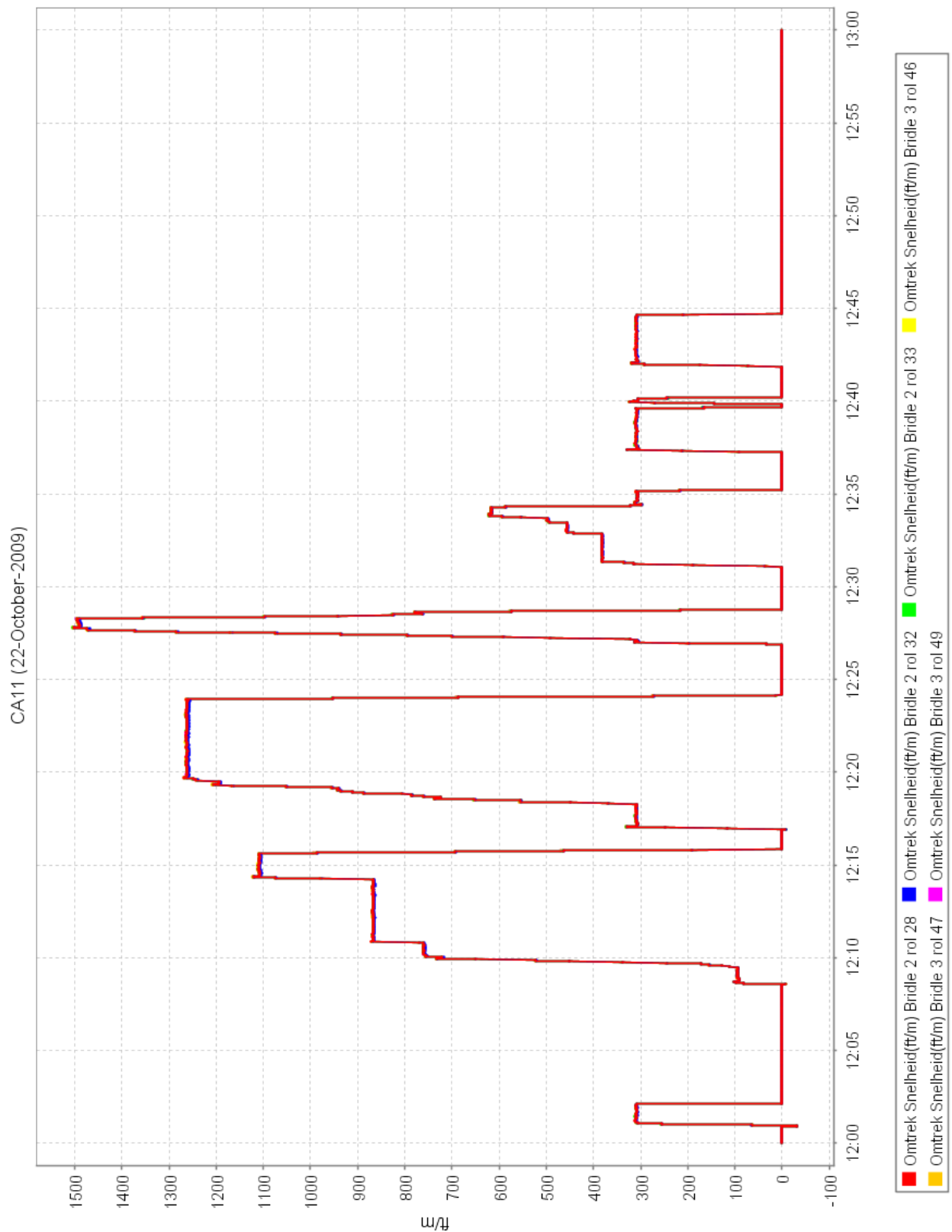
11.17. Stroom, snelheid en trek meting nieuwe bridle situatie



11.17.1. Snelheid, trek en dancer hoogte meting nieuwe bridle situatie



11.17.2. Snelheidmeting PRINS nieuwe bridle situatie

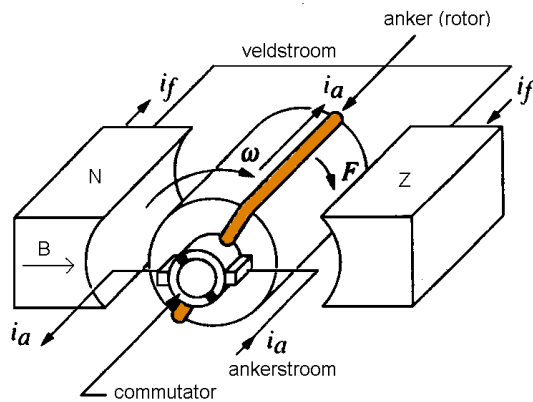


Graphtec WR8000							
Kanaal	AC/DC	Range	Gemeten eenheid	Conversie	position 0	Eenheid in lijn	Naam
1	DC	10V	V	-5/+5V = -50A/+50A	50%	A	I rol 28
2	DC	20V	V	-10/+10V = -100A/+100A	50%	A	I rol 32
3	DC	10V	V	-5/+5V = -50A/+50A	50%	A	I rol 33
4	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 46
5	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 47
6	DC	10V	V	-5/+5V = -25A/+25A	50%	A	I rol 49
8	DC	5V	V	0-5V = 0-4000N	0%	N	Drukdoos rol 54

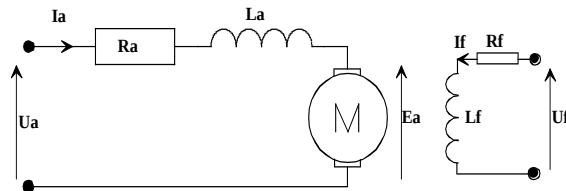
Graphtec WR9000							
1	DC	5V	V	0-5V	0%	V	Hoogte dancer
4	DC	10V	V	0-10V = 0-500m/min	0%	A	Snelheid lijn
6	DC	200mV	V	0-200mV /10mV/A	0%	m/min	Stroom dancer

11.18. Gelijkstroommotor

Hieronder staat een principetekening en het bijbehorende vervangingsschema afgebeeld van een onafhankelijk bekrachtigde dc-motor met één winding.



Principe DC-motor



Vervangingsschema DC-motor

De werking van een gelijkstroommotor berust op het verschijnsel dat een magnetisch veld een kracht uitoefent op een stroomvoerende geleider. (*Principe DC-motor*)

De grootte van de kracht is te berekenen met de formule:

$$F = I_A \cdot B \cdot l$$

F =kracht [N]

B =magnetisch inductie [Wb/m²]

l =lengte van de geleider [m]

I_A =stroom in de geleider [A]

Voor het te ontwikkelen koppel is nu te schrijven:

$$T = F \cdot d \quad \Rightarrow \quad T = B \cdot I_A \cdot l \cdot 2 \cdot r$$

T =koppel [Nm]

Magnetische inductie B is gelijk aan de flux Φ van het magnetisch veld per oppervlakte A [m²]

$$B = \frac{\Phi}{A}$$

B = magnetisch inductie [Wb/m²]

Φ = flux [Wb]

A = oppervlakte magnetisch veld [m²]

$$T = \frac{\Phi \cdot I_a \cdot l \cdot 2 \cdot r}{A}$$

In deze formule is $\frac{l \cdot 2 \cdot r}{A}$ een constante, zodat formule uiteindelijk wordt :

$$T = c \cdot I_a \cdot \Phi$$

Door het door de ankerstroom ontwikkelde koppel zal het anker gaan draaien, waardoor in het anker een emk E_a wordt opgewekt. Deze emk is afhankelijk van de flux en de hoeksnelheid van het anker.

$$E_a = C \cdot \Phi \cdot n$$

Als we het vervangingschema van een motor nader bekijken, komen we tot de onderstaande motor-formule.

$$E_a = U_a - I_a \cdot R_a$$

Het koppel is afhankelijk van de verliezen van de motor en andere wrijving die de motor ondervindt. Worden de verliezen en dus het koppel groter dan stijgt de ankerstroom. Door een stijging in de ankerstroom wordt de spanningsval over de weerstand in het ankercircuit iets groter waardoor de emk en dus de snelheid iets zal dalen.