

Componenten selectie

AUTOMATISERING DRAADTOEVOERMACHINE

Opdrachtgever:

Dhr. Johan van Eijden

Opleverdatum

3 februari 2014

Adviesrapport:

KaanDam ingenieurs

Jelle Spijker & Ruben van Wiefferen

Datum 1 februari 2014

Revisie 2014020140203

Contact gegevens:

Jelle Spijker (495653)

+31 (0)6 - 43 27 26 44

Spijker.Jelle@gmail.com

Ruben van Wiefferen (495573)

+31 (0)6 – 25 02 24 47

Rubenvanwiefferen@gmail.com

Disclaimer HAN:

Door ondertekening van dit voorblad, bevestigen wij dat het – door ons ingeleverd(e) werkstuk/rapport/scriptie (verder te noemen “product”) – zelfstandig en zonder enige externe hulp door ons is vervaardigd en dat wij op de hoogte zijn van de regels omtrent onregelmatigheden/fraude zoals die vermeld staan in het opleidingsstatuut.

In delen van het product, die letterlijk of bijna letterlijk zijn geciteerd uit externe bronnen (zoals internet, boeken, vakbladen enz.) is dit door ons via een verwijzing conform APA-norm (b.v. voetnoot) expliciet kenbaar gemaakt in het geciteerde tekstdeel (cursief gedrukt).

SAMENVATTING

Voor de draadtoevoermachine van Coil Machines heeft KaanDam ingenieurs opdracht gekregen om de selectie van componenten uit te voeren. Dit rapport maakt deel uit van het ontwerprapport draadtoevoermachine.

In dit rapport wordt er op een methodische manier gekeken naar vier belangrijke componenten welke geselecteerd worden. De componenteselectie is gericht op de motor-reductor voor een spindel, radiator in een klimaatkast, versnellingsmeter en de temperatuursensor in deze klimaatkast. Voor elk van deze componenten zijn eisen van stakeholders geïnventariseerd. Hierna worden de nodige dimensioneringsberekeningen gemaakt, waarna er van elk component minimaal drie mogelijk passende producten worden geselecteerd. Aan de hand van afweging van eisen, uitkomst van berekeningen en productinformatie van datasheets wordt er een keuze gemaakt voor een component.

Voor de motor-reductor selectie is de keuze na dimensioneringsberekeningen, product informatie en afweging van eisen gevallen op Bosch Rexroth als leverancier. De GTE080-NN2-040 motor en MSK030B-0900 reductor passen binnen gestelde eisen.

Voor de keuze van radiator zijn dimensioneringsberekeningen gemaakt. Uit deze berekeningen blijkt dat er voldoende warmte wordt gecreëerd met 1 radiator van 1000 [W]. Hiervoor zal een willekeurige leverancier geselecteerd worden voor de levering. Deze keuze is vooral gebaseerd op het uitgangspunt van kosten.

Voor de versnellingsmeter is de keuze gemaakt op basis van afweging van eisen. Hierbij komt de Pewatron 1201F veruit als beste naar voren. Deze zal dan ook toegepast gaan worden in de draadtoevoermachine.

Bij de temperatuursensor was de keuze uit verschillende leveranciers en types een stuk uitgebreider. Uiteindelijk is de keuze hierbij gevallen, mede op basis van de productinformatie van de fabrikant, op de Jumo 901221/10.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
INHOUDSOPGAVE.....	2
1 INLEIDING.....	3
2 OMSCHRIJVING VAN DE DRAADTOEVOERMACHINE.....	4
2.1 SPECIFIEKE OMSCHRIJVING VAN DE DRAADTOEVOERMACHINE	4
3 COMPONENTEN SELECTIE	6
3.1 MOTOR SELECTIE	6
3.1.1 <i>Criteria en eisen aan de motor</i>	6
3.1.2 <i>Dimensioneringsberekening</i>	6
3.1.3 <i>Voorkeurscomponenten</i>	7
3.1.4 <i>Keuze afweging</i>	7
3.2 RADIATOR SELECTIE	8
3.2.1 <i>Criteria en eisen aan de radiator</i>	8
3.2.2 <i>Dimensioneringsberekening</i>	9
3.2.3 <i>Voorkeurscomponenten</i>	9
3.3 VERSNELLINGSMETER SELECTIE.....	9
3.3.1 <i>Criteria en eisen aan de versnellingsmeter</i>	9
3.3.2 <i>Voorkeurscomponenten</i>	9
3.3.3 <i>Keuze afweging</i>	10
3.4 TEMPERATUURSENSOR SELECTIE	11
3.4.1 <i>Criteria en eisen aan de temperatuursensor</i>	11
3.4.2 <i>Voorkeurscomponenten</i>	11
3.4.3 <i>Keuze afweging</i>	11
4 CONCLUSIE	13
5 BIBLIOGRAPHY.....	14
BIJLAGE I: DIMENSIONERINGSBEREKENING MOTOR.....	15
BIJLAGE II: SPECIFICATIEBLAD MOTOR	28
BIJLAGE III: DIMENSIONERINGSBEREKENING RADIATOR	32
BIJLAGE IV: SPECIFICATIEBLAD VERNSELLINGSMETER	34
BIJLAGE V: SPECIFICATIEBLAD THERMOKOPPEL.....	36

1 INLEIDING

Dit rapport met als thema, componenten selectie maakt deel uit van het ontwerprapport: automatisering van een draadtoevoermachine. Het ontwerp van deze machine is afkomstig van Coil Machines. Verdere invulling op het automatisering vlak, wordt opgepakt door KaanDam engineering in opdracht van Coil Machines.

Deze machine voert draad van 5[mm] aan vanaf een spindel. Deze draad moet aan de volgende processtap op een lengte van 3[m] met een temperatuur van 45[°C] aangeboden worden. Iedere lengte moet in 10[s] afgewikkeld worden en mag qua lengte niet meer afwijken dan 2%.

Om tot een gewenste oplossing te komen zullen er verschillende stappen ondernomen moeten worden. Een exacte omschrijving van deze stappen en de diverse deeldocumenten is terug te vinden in het ontwerprapport. De input voor selectie van juiste componenten is afkomstig van het MPO-rapport, PVE en regeltechnische en besturingstechnische omschrijving. Aan de hand van deze documenten dienen er een aantal componenten geselecteerd te worden om draadtoevoermachine op te laten werken.

Selectie van componenten gebeurt in de meeste gevallen op een methodische wijze. Als gevolg van berekeningen, afwegingen en selecties van specificaties komen er minimaal twee passende componenten naar voren. Deze componenten worden ten opzichte van elkaar gewogen in een morfologisch overzicht. Met behulp van een kort pakket van eisen, welke wordt weergegeven in dit rapport, wordt een beste structuur gekozen. Dit wordt gedaan door mogelijke componenten af te wegen tegen vaste en variabele eisen.

In hoofdstuk 2 volgt een omschrijving van draadtoevoermachine. Hierin wordt een algehele omschrijving van deze machine gegeven, maar nog belangrijker, een specifieke omschrijving op het automatisering vlak. Tevens zijn in hoofdstuk 2 ook criteria omschreven welke worden meegenomen tijdens afweging van gestelde eisen. In hoofdstuk 3 volgt een componenten selectie, inclusief berekeningen en een selectie op basis van specificaties. In hoofdstuk 4 volgt een conclusie op dit gehele rapport.

2 OMSCHRIJVING VAN DE DRAADTOEVOERMACHINE

De draadtoevoermachine is op het mechanisch ontwerp vlak gereed. Voordat deze machine in de markt gezet kan worden, dient de automatisering verder ontwikkeld en geoptimaliseerd te worden en moeten er nog een aantal componenten gedefinieerd worden. Selectie van deze componenten is te vinden in hoofdstuk 3.

In onderstaande paragraaf volgt er een omschrijving van een draadtoevoermachine.

2.1 SPECIFIEKE OMSCHRIJVING VAN DE DRAADTOEVOERMACHINE

De draadtoevoermachine is een machine waar gewerkt wordt met een verwisselbare spindel. Het doel van de machine is om staaldraad met een bepaalde lengte te vervaardigen. Het staaldraad is al in een eerder stadium op een spindel gewikkeld. Het uiteindelijk verkregen product is een recht stuk staaldraad met een lengte van 3 meter.

Om deze spindel, welke een diameter heeft van 50 cm bij een hoogte van 50 cm, is een draad gewikkeld met een diameter van 5 mm. Een spindel wordt in een klimaatkast geplaatst welke is uitgerust met een verwarmingsspiraal. In deze klimaatkast heerst een constante temperatuur van 45 °C. De constante temperatuur in de klimaatkast wordt met behulp van een thermokoppel waargenomen. Een thermokoppel is een temperatuursensor welke werkt op basis van het Seebeck-effect. Deze bestaat uit twee draden, ofwel contactpunten. Wanneer er tussen deze contactpunten een temperatuur verschil is, ontstaat er een potentiaalverschil. Dit potentiaalverschil wordt gemeten en hieruit kan de temperatuur bepaald worden. Deze waarde wordt als signaal uitgestuurd naar de besturingskast. De regeling in de besturingskast zorgt ervoor dat temperatuur geregeld kan worden.

Op het moment dat de machine in werking gaat, de spindel gaat draaien wordt dit geactueerd door een motor en een overbrenging. Aansturing van deze motor gebeurt vanuit de besturingskast. Hiervoor is een regeling ontworpen. Deze bedient de gehele draadtoevoermachine.

Gezien de draadtoevoermachine geregeld zal worden, zodat er voldaan kan worden aan gestelde eisen:

- Lengte 3[m]
- Nauwkeurigheid 2[%]
- Tijd afwikkelen per lengte 10[s]
- Tijd stop voor het scheiden van de draad 5[s]
- Overshoot 0%

Zal onder andere afgewikkelde lengte bepaald worden, dit gebeurt met behulp van een accelerometer. Dit type versnellingsmeter meet de centrifugale kracht welke ontstaat op de rol van de rollersysteem welke de draad geleidt. Deze versnelling wordt gedifferentieerd naar hoekverdraaiing. De output van de accelerometer is weer input voor de aansturing van de spindel.

De veranderende massa van de spindel wordt gemeten door compressie van een veer. Het afknippen van de draad gebeurt met behulp van een knipmachine.

3 COMPONENTEN SELECTIE

In onderstaande paragrafen volgt een componenten selectie van vier componenten van de draadtoevoermachine. Voor elk component, worden eerst criteria en eisen omschreven. Hieraan zal voldaan worden en zal de keuze gebaseerd wordt.

3.1 MOTOR SELECTIE

Een motor van de draadtoevoermachine zorgt voor aandrijving van een spindel. Gezien de nauwkeurigheid waaraan deze draadtoevoermachine moet voldoen, zal er een goed regelbare motor geselecteerd worden. Aansturing van deze motor gebeurt vanuit de besturingskast.

3.1.1 Criteria en eisen aan de motor

Aan de motor-reductor zijn, door stakeholders, een aantal eisen gesteld. Deze eisen zijn terug te vinden in tabel 1. Afweging van verschillende componenten zal op methodische wijze plaats vinden. Dit gebeurt met behulp van onder getoonde eisen.

Tabel 1

Criteria	Beschrijving	Type
Fun1	Motor en overbrenging moeten minimaal het maximaal optredende moment kunnen overbrengen	Vast
Fun2	Ingaand toerental van een reductor mag het maximaal toerental van de motor niet overschrijden	Vast
Fun3	Minimaal werkbaar in een omgevingstemperatuur tussen 10 [°C] en 80 [°C]	Variabel
Fun4	Reductor dient voldoende overgedimensioneerd te zijn zodat bij uitwisseling een sterkere motor geplaatst kan worden	Vast
Fun5	Een zo hoog mogelijke beschermingsklasse met een minimale beschermingsklasse motor IP54	Variabel
Fun6	Een zo hoog mogelijk aantal draai uren, met een ondergrens van 2080 uur.	Variabel
Fab1	Motor en reductor overbrenging zo goedkoop mogelijk	Variabel
Fab2	Maximale inkoopprijs voor de motor en overbrenging van €750,-	Vast
Fab3	Motor en reductor moeten uit voorraad leverbaar zijn, dan wel in een termijn van 5 werkdagen leverbaar zijn.	Variabel

3.1.2 Dimensioneringsberekening

Een motor-reductor selectie wordt gemaakt door een dimensioneringsberekening. In deze berekening wordt er gekeken naar belasting, het type motor, overbrenging en omgevingsfactoren. Afhankelijk van deze uitkomst en specificaties van leveranciers, wordt een keuze gemaakt.

In bijlage 1 is een dimensioneringsberekening terug te vinden van de draadtoevoermachine. Door de klant verstrekte gegevens worden gebruikt om dynamisch- en een statische belasting te bepalen. Met deze gegevens is de motor-reductor selectie bepaald.

Maximaal optredende belasting komt voor tijdens het kortstondig acceleren. Er treedt dan een belasting op van 115,751 [Nm]. Deze waarde is van belang bij de verdere berekeningen.

3.1.3 Voorkeurscomponenten

In overleg met opdrachtgever, zijn er voorafgaand aan dit project een aantal voorkeursleveranciers geselecteerd. Op basis van deze selectie zijn een aantal motoren geselecteerd voor de draadtoevoermachine.

Alle voorkeurscomponenten zijn afgebeeld in tabel 2.

Tabel 2

ID	Fabrikant	Model motor	Model reductor
Mot1	Maxon	EC81 Ø81 mm, brushless, 400 Watt, with Hall sensors	Planetary Gearhead GP 81 A Ø81 mm
Mot2	Beckhoff	AM804x Servomotor 2.45 – 5.65 Nm AM8041-wDyz	AG2210-LP090S-MF2
Mot3	Bosch Rexroth	GTE080-NN2-040	MSK030B-0900

3.1.4 Keuze afweging

Op basis van bovenstaande voorkeurscomponenten is een keuze gemaakt tussen drie verschillende motoren en reductoren. Om onderscheid tussen allen te maken, wordt er in eerste instantie gekeken, in hoeverre componenten voldoen aan criteria en eisen. Deze afweging wordt in tabel 3 gemaakt. Vooraf is een keuze gemaakt om alleen maar componenten te selecteren die voldoen aan vaste eisen. Een keuzeafweging hierin hoeft dus niet gemaakt te worden. Eisen welke onderling tegen elkaar afgewogen worden zijn variabele eisen.

Met een maximaal optredende belasting van 115,751 [Nm], tijdens kortstondig acceleren, worden een drietal reductor-motor overbrengingen berekend. Aan de hand van deze belasting, overbrengingsverhouding en het rendement van een reductor worden drie overbrengingen getoetst. Zie hiervoor bijlage 1.

Concluderend uit deze berekeningen is dat optie 3, op basis van fabrikantinformatie over belasting profiel en overbrenging, het beste naar voren komt.

Gezien de afweging niet alleen plaatsvindt op basis van berekeningen maar ook op de gestelde eisen, wordt er een keuze afweging gemaakt. Om tot een reële score te komen, wordt er aan iedere criteria een weegfactor toegekend. Deze weegfactor wordt gedefinieerd op basis van belangrijkheid van een eis/criteria. Deze weegfactor wordt meegenomen in een keuze afweging en leidt tot een definitieve keuze. De in tabel 3 afgewogen criteria zijn alleen variabele eisen. De selectie moet namelijk voldoen aan vaste eisen, hierin is geen spelingsruimte.

Tabel 3

	Fun3	Fun5	Fun6	Fab1	Fab3	Score	Weegfactor
Fun3		1	1	1	1	4	4
Fun5	0		0	1	1	2	2
Fun6	0	1		1	1	3	3
Fab1	0	0	0		0	0	1
Fab3	0	0	0	1		1	1

Tabel 4

Variabele eisen	Componenten			
	Waardering			
	Mot1	Mot2	Mot3	Ideaal
Fun3	4x4	4x4	4x4	4x4
Fun5	3x2	3x2	4x2	4x2
Fun6	4x3	3x3	4x3	4x3
Fab1	1x1	4x1	3x1	4x1
Fab3	2x1	3x1	4x1	4x1
Σ	37	38	40	44
Rel Σ	84	86	90	100

Op basis van een keuze afweging op variabele eisen komt motor selectie 3 als beste naar voren. Dit mede met berekeningen kan er geconcludeerd worden dat motor-reductor selectie van Bosch Rexroth als beste oplossing naar voren komt. Zie bijlage 2 voor een data sheet van deze overbrenging.

3.2 RADIATOR SELECTIE

Het 5 [mm] draad is opgewikkeld op een spindel. Om het draad op een juiste temperatuur aan te leveren bij de poedercoatinstallatie te krijgen, wordt een spindel in een klimaatkast geplaatst. Deze klimaatkast zal een constante, geregelde, temperatuur hebben van 45 [°C]. Om deze gewenste temperatuur in de klimaatkast op peil te houden is er een radiator element, in de vorm van een verwarmingsspiraal, geplaatst.

3.2.1 Criteria en eisen aan de radiator

Aan het verwarmingselement zijn door stakeholders een aantal eisen gesteld. Deze eisen zijn te vinden in tabel 5. Afweging tussen verschillende componenten zijn gemaakt op basis van deze criteria en eisen.

Tabel 5

Criteria	Beschrijving	Type
Fun1	Minimale temperatuur 15 [°C]	Vast
Fun2	Maximale temperatuur 250 [°C]	Vast
Fab1	Zo goedkoop mogelijk	Variabel

Fab2	Maximale inkoopprijs €15,-	Variabel
-------------	----------------------------	----------

3.2.2 Dimensioneringsberekening

Gezien de temperatuur in een klimaatkast verhoogd moet worden ten opzichte van de buiten temperatuur en deze een gewenste temperatuur van 45 [°C] moet bereiken, zal een component geselecteerd worden op basis van berekeningen.

Uit de berekeningen komt dat er één, of meerdere verwarming elementen geplaatst moeten worden welke een totaal van 830 [W] kan leveren. In deze berekening zijn er geen externe verliezen meegenomen. Deze zullen gecorrigeerd worden in de vorm van een extra vermogen van het verwarmingsspiraal. In bijlage 3 is de gehele berekening terug te vinden.

3.2.3 Voorkeurscomponenten

Uit de dimensioneringsberekening komt het benodigde vermogen. Gezien het feit dat er geen extreme eisen aan het verwarmingselement worden gesteld zal dit component op basis van prijs aangevraagd worden bij een willekeurige elektronica leverancier. Een componenten selectie en afweging voor een leverancier en type zal op dit moment niet plaatsvinden.

3.3 VERSNELLINGSMETER SELECTIE

Om aan de vereiste lengte en de daarbij behorende precisie te kunnen voldoen, moet de afgewikkelde lengte gemeten worden. Meting van de lengte gebeurt met een versnellingsmeter. De geselecteerde versnellingsmeter is een accelerometer.

De accelerometer wordt gemonteerd bij de klemwielen die zorgen voor de geleiding van de draad.

3.3.1 Criteria en eisen aan de versnellingsmeter

Aan de versnellingssensor zijn door stakeholders een aantal eisen gesteld. Deze eisen zijn terug te vinden in tabel 6. Afweging tussen verschillende componenten zal gemaakt worden op basis van deze criteria en eisen.

Tabel 6

Criteria	Beschrijving	Type
Fun1	Output in mV	Variabel
Fun2	Metten van statische en dynamische versnelling	Vast
Fun3	Minimaal werkbaar tussen 10 [°C] en 80 [°C]	Variabel
Fun4	Meetresultaten direct verwerkbaar in de regeling	Vast
Fun5	Meetrage tussen 50 en 1000g	Variabel
Fab1	Zo goedkoop mogelijk	Variabel
Fab2	Maximale inkoopprijs €150,-	Variabel

3.3.2 Voorkeurscomponenten

In overleg met opdrachtgever zijn er voorafgaand aan dit project een aantal voorkeursleveranciers geselecteerd. Op basis van deze selectie zijn een aantal versnellingsmeters geselecteerd voor de draadtoevoermachine.

De voorkeurscomponenten zijn afgebeeld in tabel 7.

Tabel 7

ID	Fabrikant	Model
Ver1	Altheris	201 Accelerometer
Ver2	Altheris	3700 Accelerometer
Ver3	Pewatron	1201F Accelerometer

3.3.3 Keuze afweging

Op basis van voorkeurscomponenten dient er een keuze gemaakt te worden tussen drie verschillende versnellingsmeters. Om een onderscheid tussen allen te maken, wordt er in eerste instantie gekeken in hoeverre componenten voldoen aan gestelde criteria en eisen. Deze afweging wordt in tabel 8 gemaakt. Vooraf is een keuze gemaakt om alleen maar componenten te selecteren die voldoen aan vaste eisen. Een keuzeafweging hierin hoeft dus niet gemaakt te worden.

Om tot een reële score te komen wordt er aan iedere functie een weegfactor toegekend. Deze weegfactor wordt gedefinieerd op basis van belangrijkheid van een eis/criteria. Deze weegfactor wordt meegenomen in een keuze afweging en leidt tot een definitieve keuze.

Tabel 8

	Fun1	Fun3	Fun5	Fab1	Fab2	Score	Weegfactor
Fun1		0	0	0	0	0	1
Fun3	1		0	1	1	4	2
Fun5	1	1		1	1	6	4
Fab1	1	0	0		0	1	1
Fab2	1	0	0	1		2	1

De som van verschillende componenten geeft een totaal uitkomst. Deze waarde wordt vergeleken met een optimale uitkomst. Lettend op de uitkomst, zowel totale als relatieve, kan geconcludeerd worden dat Ver3 het dichtste in de buurt komt van de gevraagde uitvoering. De Pewatron 1201F zal worden toegepast in de draadtoevoermachine. Een uitwerking en de totaal score is terug te vinden in tabel 9. Zie bijlage 4 voor de specificaties van deze versnellingsmeter.

Tabel 9

Variabele eisen	Componenten			
	Waardering			
	Ver1	Ver2	Ver3	Ideaal
Fun1	4x1	4x1	3x1	4x1
Fun3	4x1	4x1	4x1	4x2
Fun5	2x1	4x2	4x4	4x4
Fab1	4x1	4x1	4x1	4x1
Fab2	4x1	4x1	4x1	4x1
Σ	18	24	31	36
Rel Σ	50	66	86	100

3.4 TEMPERATUURSENSOR SELECTIE

Om gewenste temperatuur in een klimaatkast te kunnen regelen, en waar nodig bij te stellen, moet er gemeten worden hoe warm de temperatuur is in deze kast.. In het ontwerp van de draadtoevoermachine is ervoor gekozen om een thermokoppel in de klimaatkast te plaatsen. Het thermokoppel maakt gebruik van het Seebeck-effect. Hiermee wordt een temperatuurverschil direct omgezet naar een spanning. Dit signaal wordt terug gekoppeld naar een besturingskast, waar het ingaand vermogen van de radiator geregeld wordt.

3.4.1 Criteria en eisen aan de temperatuursensor

Aan de temperatuursensor zijn door stakeholders een aantal eisen gesteld. Deze eisen zijn terug te vinden in tabel 10. De afweging tussen de verschillende componenten zal gemaakt worden op basis van deze criteria en eisen.

Tabel 10

Criteria	Beschrijving	Type
Fun1	Trilling bestendig	Vast
Fun2	Meetbereik minimaal tussen 10 [°C] en 80 [°C]	Variabel
Fun3	Sensor toepasbaar in vrije omgeving van lucht	Vast
Fun4	Waterdamp dicht	Vast
Fun5	Minimale werkbare proces druk op 20 [°C] van 10 [bar]	Vast
Fun6	Meetnauwkeurigheid van minimaal 10%	Vast
Fun7	Meetprincipe gebaseerd op Seebeck-effect	Vast
Fab1	Zo goedkoop mogelijk	Variabel
Fab2	In- en uitbouw zonder specifiek gereedschap	Variabel
Fab3	Maximale inkoopprijs €150,-	Variabel

3.4.2 Voorkeurscomponenten

In overleg met opdrachtgever zijn er voorafgaand aan dit project een aantal voorkeursleveranciers geselecteerd. Op basis van deze selectie zullen er een aantal thermokoppels geselecteerd worden voor de draadtoevoermachine.

De voorkeurscomponenten zijn afgebeeld in tabel 11.

Tabel 11

ID	Fabrikant	Model
Tem1	Endress+Hauser B.V.	S.A. Style TC-Assembly TLSC5
Tem2	Endress+Hauser B.V.	Omnigrad T TEC420
Tem3	Fluke	80PK-24
Tem4	Weller	Thermoelement Type K
Tem5	Jumo	901221/10

3.4.3 Keuze afweging

Op basis van voorkeurscomponenten dient er een keuze gemaakt te worden tussen de vijf verschillende temperatuursensoren. Om een onderscheid tussen allen te maken wordt er in eerste instantie gekeken in hoeverre componenten voldoen aan gestelde criteria en eisen. Deze afweging wordt in tabel 12 gemaakt. Vooraf is een keuze gemaakt om alleen maar

componenten te selecteren die voldoen aan vaste eisen. Een keuzeafweging hierin hoeft dus niet gemaakt te worden.

Om tot een reële score te komen wordt er aan iedere functie een weegfactor toegekend. Deze weegfactor wordt gedefinieerd op basis van belangrijkheid van een eis/criteria. Deze weegfactor wordt meegenomen in de keuze afweging en leidt tot een definitieve keuze.

Tabel 12

	Fun2	Fab1	Fab2	Fab3	Score	Weegfactor
Fun2		1	1	0	3	1
Fab1	0		0	0	0	1
Fab2	0	1		1	2	1
Fab3	1	1	0		6	3

Het resultaat uit tabel 12 wordt omgezet naar een beoordelingsmatrix. Hierin worden de variabele eisen vergeleken met de verschillende oplossingen. Zie hiervoor tabel 13.

Tabel 13

Variabele eisen	Componenten					
	Waardering					
	Tem1	Tem2	Tem3	Tem4	Tem5	Ideaal
Fun2	4x1	2x1	4x1	2x1	4x1	4x1
Fab1	3x1	3x1	4x1	3x1	3x1	4x1
Fab2	3x1	3x1	1x1	2x1	4x1	4x1
Fab3	2x2	1x2	1x2	1x2	4x3	4x3
Σ	14	10	11	9	23	24
Rel Σ	58	42	46	38	96	100

De som van de verschillende componenten geeft een totaal uitkomst. Deze waarde wordt vergeleken met een optimale uitkomst. Met behulp van deze uitkomst, zowel de totale als de relatieve, kan worden geconcludeerd dat Tem5 het dichtste in de buurt komt van gevraagde uitvoering. De Jumo 901221/10 zal worden toegepast in de draadtoevoermachine. Zie bijlage 5 voor de specificaties van deze temperatuursensor.

4 CONCLUSIE

Aan de hand van de vraag van Coil Machines om juiste componenten te selecteren is dit rapport tot stand gekomen. Voor vier componenten heeft een selectie plaatsgevonden en is er een definitieve keuze gemaakt met behulp van voorkeursleveranciers.

Voor alle componenten is er een ruime selectie geweest waarop afweging tussen verschillende producten heeft plaatsgevonden. Deze afweging heeft op methodische wijze plaatsgevonden, welke in alle gevallen reproduceerbaar is.

Geselecteerde componenten zijn allemaal geselecteerd door gebruik te maken van berekeningen, fabrikantsinformatie en de eisen van de stakeholders.

Deze selectie is als volgt:

Motor en reductie	Bosch Rexroth	GTE080-NN2-040 MSK030B-0900
Radiator	Willekeurig	Min. 1000 [W]
Versnellingsmeter	Pewatron	1201F Accelerometer
Temperatuursensor	Jumo	901221/10

5 BIBLIOGRAPHY

Altheris. (sd). Opgehaald van <http://www.altheris.nl/pdf/Acceleration%20Sensors/201.pdf>

Beckhoff. (sd). Opgehaald van
http://www.beckhoff.com/english.asp?drive_technology/am3072.htm

Bosch Rexroth. (sd). Opgehaald van
<http://www.boschrexroth.com/dcc/Vornavigation/Vornavi.cfm?Language=EN&VHist=g97568,g96068,g101267&PageID=p147094>

Bosch Rexroth. (sd). Opgehaald van
<http://www.boschrexroth.com/dcc/Vornavigation/Vornavi.cfm?Language=EN&VHist=g97568,g96068,g101267&PageID=p147094>

Bosch Rexroth. (sd). Opgehaald van
<http://www.boschrexroth.com/dcc/Vornavigation/Vornavi.cfm?Language=EN&VHist=g97568,g96068,g98567&PageID=p146802>

Bosch Rexroth. (sd). Opgehaald van
<http://www.cmafh.com/images/Master%20PDFs/BRC/MSK/MSK030%20Technical%20Data.pdf>

Farnell. (sd). Opgehaald van Farnell: <http://www.farnell.com/datasheets/1782703.pdf>

Farnell. (sd). Opgehaald van <http://nl.farnell.com/weller/0053119099/sensor-thermocouple-k-0-5mm/dp/1523766>

Farnell. (sd). Opgehaald van <http://nl.farnell.com/weller/0053119099/sensor-thermocouple-k-0-5mm/dp/1523766>

Farnell. (sd). Opgehaald van <http://www.farnell.com/datasheets/1782703.pdf>

Jumo. (sd). Opgehaald van Jumo: <http://www.farnell.com/datasheets/34145.pdf>

Jumo. (sd). Opgehaald van Jumo: <http://nl.farnell.com/jumo/90-00068436/sensor-thermocouple-k-el-200mm/dp/4724422>

Jumo. (sd). Opgehaald van
http://www.jumo.nl/producten/temperatuur/thermokoppel/2930/totaaloverzicht-thermokoppels.html?gclid=CM_R5badx7sCFQEXwwodKVAAPQ

Maxon. (sd). Opgehaald van <http://www.maxonmotor.nl/maxon/view/content/index>

Pewatron. (sd). Opgehaald van
http://www.pewatron.com/fileadmin/user_upload/datasheets/sensors/e/102-12-203-011-EH-0309.pdf

van Eijden, J. (2013). studiehandleiding DH7. HAN.

BIJLAGE I: DIMENSIONERINGSBEREKENING MOTOR

Gegeven:

Massa van de spindel : $m = 447,78$ [kg]

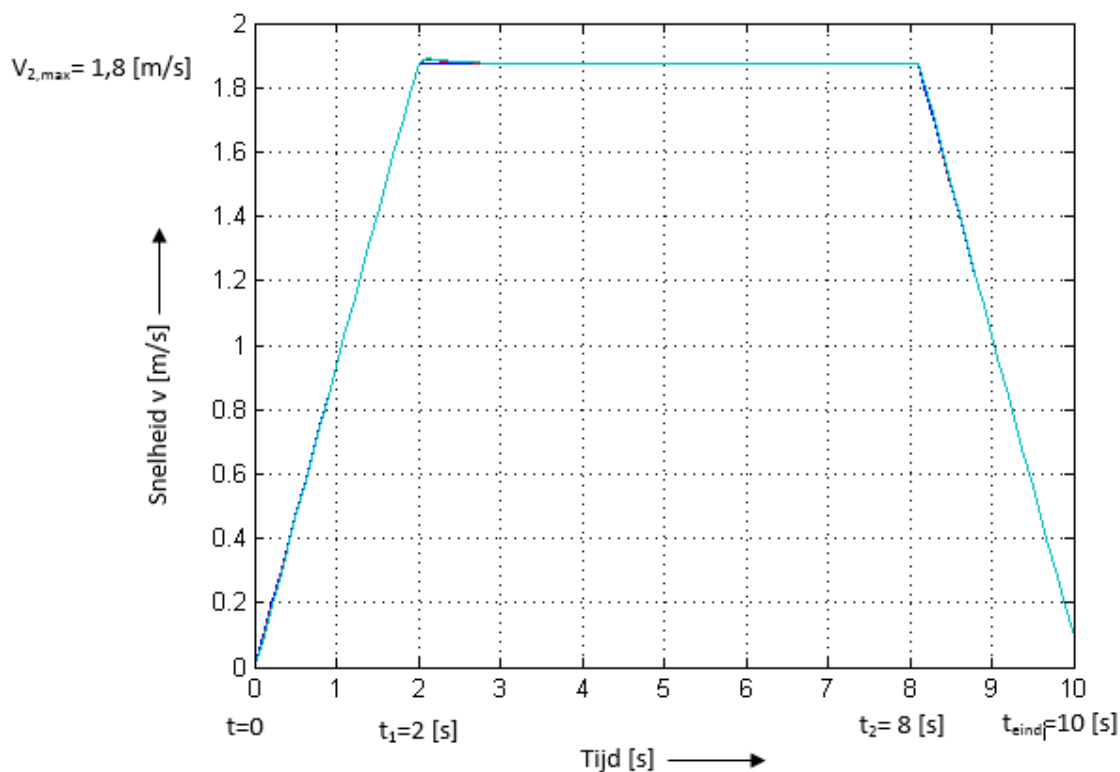
Radius van de volle spindel : $r = 0,25$ [m]

$M_{\text{slipstick}}$ = verwaarloosbaar

$M_{2,\text{stat}} = 15$ [Nm] (aanname)

$v_{2\text{max}} = 1,8$ m/s

Snelheidsprofiel:



Figuur 1; snelheidsprofiel draadtoevoermachine

Acceleratie en vertraging vanuit het snelheidsprofiel:

$$a_2 = \frac{v_{2\text{max}}}{t_1} = \frac{1,8 \text{ [m/s]}}{2,0} = 0,9 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Uit het snelheidsprofiel (figuur 1) blijkt dat de versnelling even groot is als de vertraging:

$$a_{2\text{versnellen}} = a_{2\text{vertragen}} = 0,9 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

Dynamisch moment:

$$M_{2,\text{dyn}} = m \times a \times r = 447,78 \text{ [kg]} \times 0,9 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right] \times 0,25 \text{ [m]}$$

$$M_{2,\text{dyn}} = 100,751 \text{ [Nm]}$$

Statisch moment:

$$M_{2,stat} = F_{stat} \times r = 60 [N] \times 0,25 [m]$$

$$M_{2,stat} = 15 [Nm]$$

Acceleratie: Voor accelereren tot $t_1=2[s]$ (kortstondig)

$$M_{2,acc} = M_{2,stat} + M_{2,dyn}$$

$$M_{2,acc} = 15[Nm] + 100,751[Nm] = 115,751 [Nm]$$

Continu moment: Tussen $t_1=2[s]$ en $t_2=8[s]$

$$M_{2,con} = M_{2,stat}$$

$$M_{2,con} = 15 [Nm]$$

Decelererend moment:

$$M_{2,dec} = M_{2,stat} - M_{2,dyn}$$

$$M_{2,dec} = 15[Nm] - 100,751[Nm] = -85,751 [Nm]$$

Het maximaal optredende moment is terug te vinden tijdens het accelereren. Dit ligt op **115,751 [Nm]**

Maximaal mechanisch vermogen:

$$\omega_{2,max} = \frac{v_{2,max}}{r} = \frac{1,8 [m/s]}{0,25 [m]} = 7.2 [rad/s]$$

$$n_{2,max} = \frac{30}{\pi} \times \frac{v_{2,max}}{r} = \frac{30}{\pi} \times \frac{1,8 [m/s]}{0,25 [m]} = 68,755 [rpm] \approx 69 [rpm]$$

$$P_{2,mech,max} = M_2 \times \omega_2$$

$$P_{2,mech,max} = 115,751 [Nm] \times 7,2[rad/s]$$

$$P_{2,mech,max} = \mathbf{833,407 [W]}$$

Uitgaand van het belastingprofiel worden een aantal mogelijke leveranciers en hun type motor en overbrenging bekeken om een geschikte combinatie te vinden.


1) Maxon

Reductor selecteren

Reductor moet geschikt zijn om $M_{2,acc}=115,751$ [Nm] kunnen verdragen.

In tabel 1 staan de gegevens afkomstig van Maxon. De geselecteerde planetary gearhead voldoet aan de eerder genoemde voorwaarde.

Tabel 1

MAXON Planetary Gearhead GP 81 A Ø81 mm, 20 - 120 Nm		
General information	Gear Art	GP
	Outer diameter	81 mm
	Gear variant	A
	Price/piece	€399,18
Gearhead Data	Reduction	51 : 1
	Reduction absolute	250047/4913
	Max. motor shaft diameter	14 mm
	Number of stages	3
	Max. continuous torque	120 Nm
	Intermittently permissible torque at gear output	180 Nm
	Sense of rotation drive to output	=
	Max. efficiency	70 %
	Weight	3700 g
	Average backlash no load	2 °
	Mass inertia	88 gcm ²
	Gearhead length (L1)	135.3 mm
	Max. transferable continuous performance	740 W
	Max. transferable short-time performance	1100 W
Technical Data	Radial play	max. 0.1 mm, 8 mm from flange
	Axial play	max. 1 mm
	Max. radial load	1000 N, 24 mm from flange
	Max. axial load (dynamic)	200 N
	Max. permissible force for press fits	1500 N
	Recommended input speed	3000 rpm
	Max. short-time input speed	3000 rpm
	Recommended temperature range	-30...+140 °C

Matching motor	Maxon EC 60 (400 [W])
----------------	-----------------------

$$n_1 = n_{2, \max} \times i = 69 \text{ [rpm]} \times 51$$

$$n_1 = 3519 \text{ [rpm]}$$

$$n_1 < 3000 \text{ [rpm]}$$

Ingaande toerental 750 [rpm] lager dan $n_1 = 2250 \text{ [rpm]}$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2250}{69} = 32,608$$

Kortstondig motor moment M_1

$$M_1 = \frac{M_2 \times 10^3}{i \times \eta} = \frac{115,751 \text{ [Nm]} \times 10^3}{69 \times 0,70} = 2396,50 \text{ [mNm]}$$

Continu motor moment M_1

$$M_1 = \frac{M_2 \times 10^3}{i \times \eta} = \frac{15 \text{ [Nm]} \times 10^3}{69 \times 0,70} = 310,06 \text{ [mNm]}$$

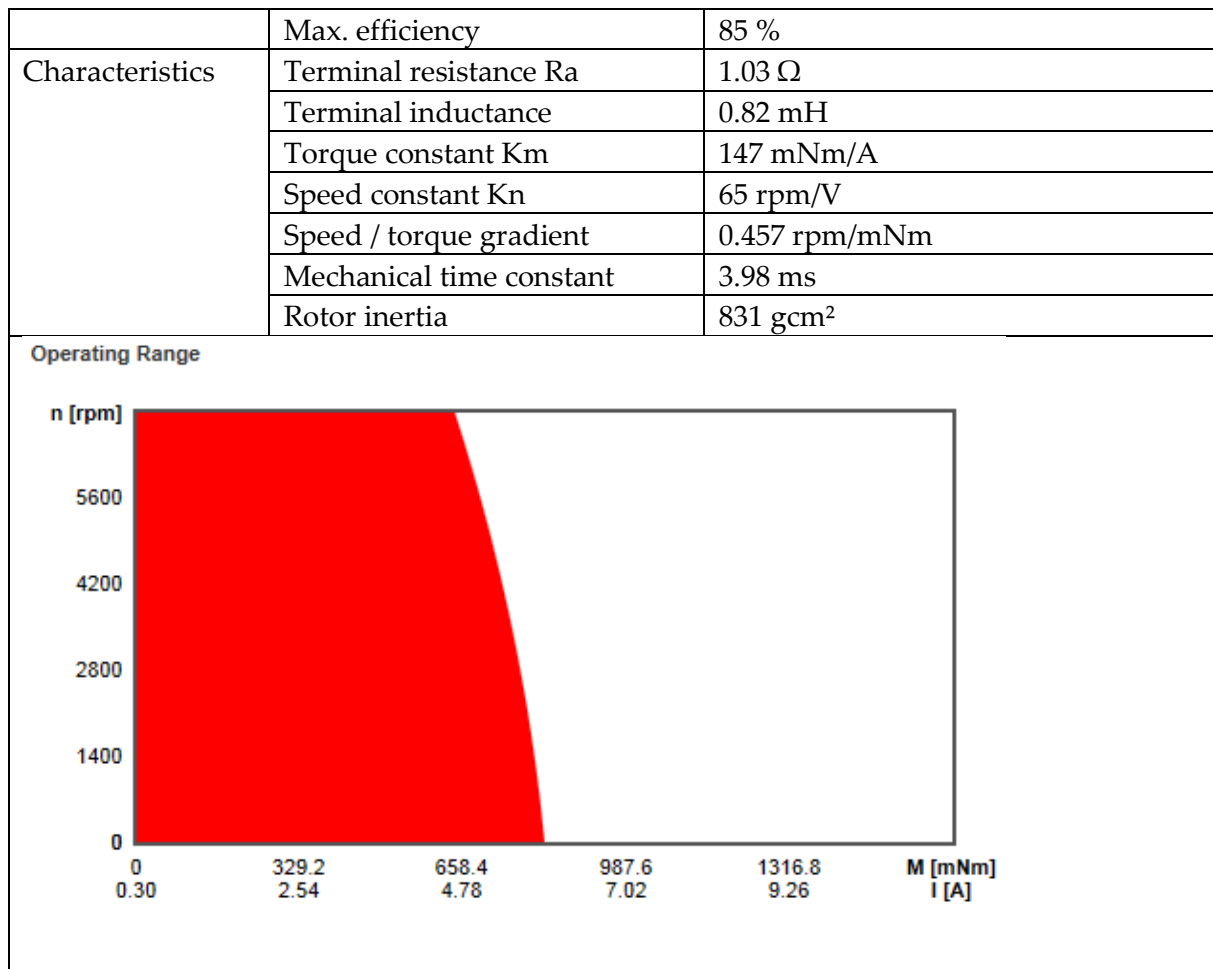
Aan de hand van het motor moment M_1 [mNm] wordt de juiste motor geselecteerd.

Volgens de datagegevens van Maxon, zijn er 2 types motoren die geselecteerd kunnen worden met de planetary gearhead GP81 A Ø81 mm, 20 - 120 Nm. Dit is de EC60 en de RE65. Op basis van het kortstondige moment M_1 valt de RE65 al af.

In tabel 2 volgen de gegevens, afkomstig van Maxon, van de EC60 motor.

Tabel 2

MAXON EC81 Ø81 mm, brushless, 400 Watt, with Hall sensors		
General information	Price/piece	€758,68
Values at nominal voltage	Nominal voltage	48 V
	No load speed	3100 rpm
	No load current	304 mA
	Nominal speed	2680 rpm
	Nominal torque (max. continuous torque)	830 mNm
	Nominal current (max. continuous current)	5.85 A
	Stall torque	6820 mNm
	Starting current	46.4 A



Kortstondig benodigde stroom

$$I = \frac{M_1}{K_m} = \frac{2396,50 \text{ [mNm]}}{147 \text{ [mNm/A]}} = 16,3027 \text{ [A]}$$

Continu benodigde stroom

$$I = \frac{M_1}{K_m} = \frac{310,06 \text{ [mNm]}}{147 \text{ [mNm/A]}} = 2,10925 \text{ [A]}$$

Benodigde spanning bij n_1

$$U = \frac{n_1 + M_1 \times \frac{\text{speed}}{\text{torq}} \text{gradient}}{K_n} = \frac{3519 \text{ [rpm]} + 2396,5 \text{ [mNm]} \times 0.457 \text{ [rpm/mNm]}}{65 \text{ [rpm/V]}} = 70,695 \text{ [V]}$$

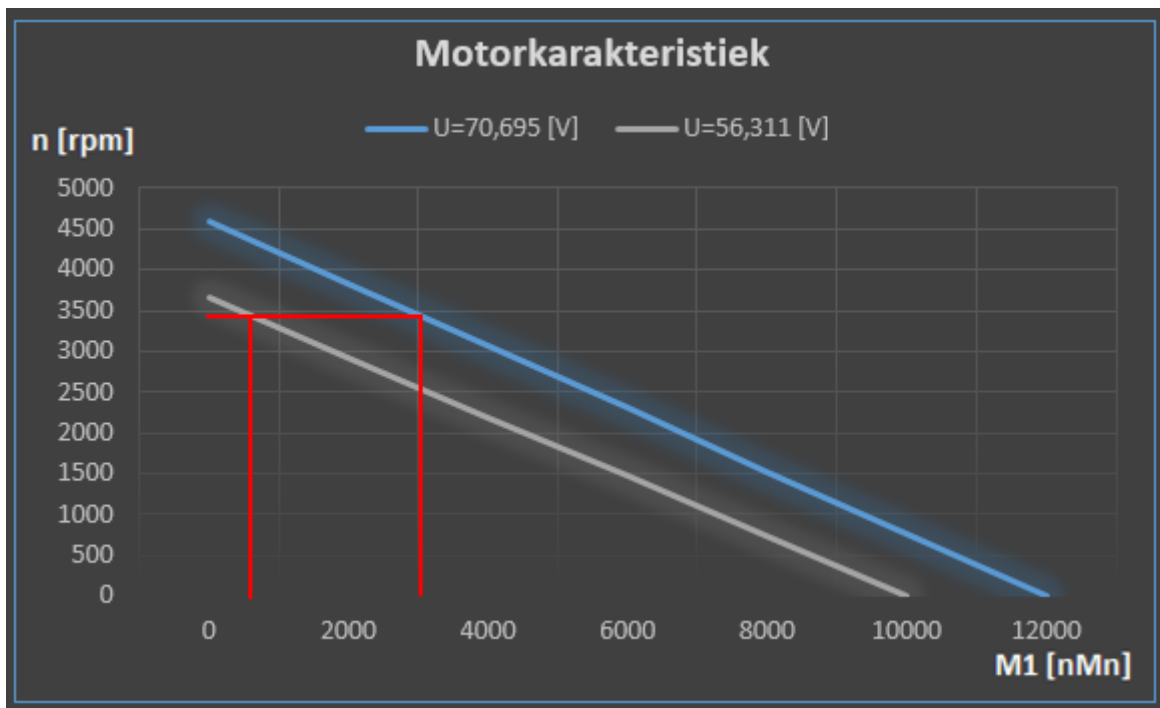
De spanning als het toerental van 3519 [rpm] gehaald is bij $M_{1,\text{continu}}$ bedraagt:

$$U = U_{\text{ind}} + U_a = \frac{n_1}{K_n} + I \times R_a = \frac{3519 \text{ [rpm]}}{65 \text{ [rpm/V]}} + 2,10925 \text{ [A]} \times 1,03 \text{ [\Omega]} = 56,311 \text{ [V]}$$

Aanname door de regelaar: $U_{\text{verlies}} = 3 \text{ [V]}$

$$U_v = U + U_{\text{verlies}} = 56,311 \text{ [V]} + 3 \text{ [V]} = 59,311 \text{ [V]} \approx 60 \text{ [V]}$$

De motorbelasting wordt grafisch weergegeven in figuur 2.



Figuur 2

Bij het toerental $n_1=3519$ [rpm] ziet het belasting profiel eruit als in grafiek X.

Bij het vergelijken van grafiek X met de operating range van de Maxon EC 60 Ø60 mm **kunnen de volgende conclusies getrokken worden:**

- Tijdens het accelereren en deceleren wordt de motor te zwaar belast. Deze belasting ligt niet binnen het bereik van de geselecteerde motor.
- Tijdens continu bedrijf blijft de motorbelasting binnen het belasting profiel.


2) Beckhoff

Reductor selecteren

Reductor moet geschikt zijn om $M_{2,acc}=115,751$ [Nm] kunnen verdragen.

In tabel 3 staan de gegevens afkomstig van Beckhoff. De geselecteerde gearhead voldoet aan de eerder genoemde voorwaarde.

Tabel 3

BECKHOFF AG2210-+LP090S-MF2 2-stage planetary gear units for servomotors		
General information	Gear variant	X
	Price/piece	€229,99
Gearhead Data	Reduction	12:1
	Number of stages	2
	Max. continuous torque	63 Nm
	Max. acceleration torque	125 Nm
	Max. efficiency	75%
	Weight	5,0 kg
	Max. radial load	2400 Nm
Matching motors	Typ. combination with AM80xx	AM804x, AM805x
	Typ. combination with AM85xx	AM854x, AM855x
	Typ. combination with AM30xx	AM304x, AM305x
	Typ. combination with AM35xx	AM354x, AM355x

$$n_1 = n_{2,max} \times i = 69 \text{ [rpm]} \times 12$$

$$n_1 = 828 \text{ [rpm]}$$

$$n_1 < 6000 \text{ [rpm]}$$

Ingaande toerental 750 [rpm] lager dan $n_1 = 5250$ [rpm]

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{828}{69} = 12$$

Kortstondig motor moment M_1

$$M_1 = \frac{M_2 \times 10^3}{i \times \eta} = \frac{115,751 \text{ [Nm]} \times 10^3}{69 \times 0,75} = 2263,73 \text{ [mNm]}$$

Continu motor moment M_1


$$M_1 = \frac{M_2 \times 10^3}{i \times \eta} = \frac{15 \text{ [Nm]} \times 10^3}{69 \times 0,75} = 289,855 \text{ [mNm]}$$

Aan de hand van het motor moment M_1 [mNm] wordt de juiste motor geselecteerd.

Volgens de datagegevens van Beckhoff, zijn er acht types motoren die geselecteerd kunnen worden. De verschillende opties zijn weergegeven in tabel 3.

Het verschil in het type motor zit hem in het maximaal- en nominaal motor moment. Op basis van de weergegeven motoren is er een keuze gemaakt voor de AM804x Servomotor 2.45-5.65 Nm. Zie tabel 4 voor de specificaties.

Tabel 4

BECKHOFF AM804x Servomotor 2.45 – 5.65 Nm AM8041-wDyz		
General information	Price/piece	€412,35
Values at nominal voltage	Nominal voltage	24 V
	No load speed	3100 rpm
	No load current	-
	Nominal speed	2865 rpm
	Nominal torque (max. continuous torque)	9 Nm
	Nominal current (max. continuous current)	8,30 A
	Max. efficiency	80 %
Characteristics	Terminal resistance Ra	1,19 Ω
	Terminal inductance	-
	Torque constant Km	295,181 mNm/A
	Speed constant Kn	119,375 rpm/V
	Speed / torque gradient	1,169 rpm/mNm
	Mechanical time constant	-
	Rotor inertia	-

Kortstondig benodigde stroom

$$I = \frac{M1}{K_m} = \frac{2263,73 \text{ [mNm]}}{291,18 \text{ [mNm/A]}} = 7,774 \text{ [A]}$$

Continu benodigde stroom

$$I = \frac{M1}{K_m} = \frac{289,855 \text{ [mNm]}}{291,18 \text{ [mNm/A]}} = 0,995 \text{ [A]}$$

Benodigde spanning bij n₁

$$U = \frac{n_1 + M_1 \times \frac{\text{speed}}{\text{torq}} \text{gradient}}{K_n} = \frac{828 [\text{rpm}] + 2263,73 [\text{mNm}] \times 1,169 [\text{rpm/mNm}]}{119,375 [\text{rpm/V}]} \\ = 29,104 [\text{V}]$$

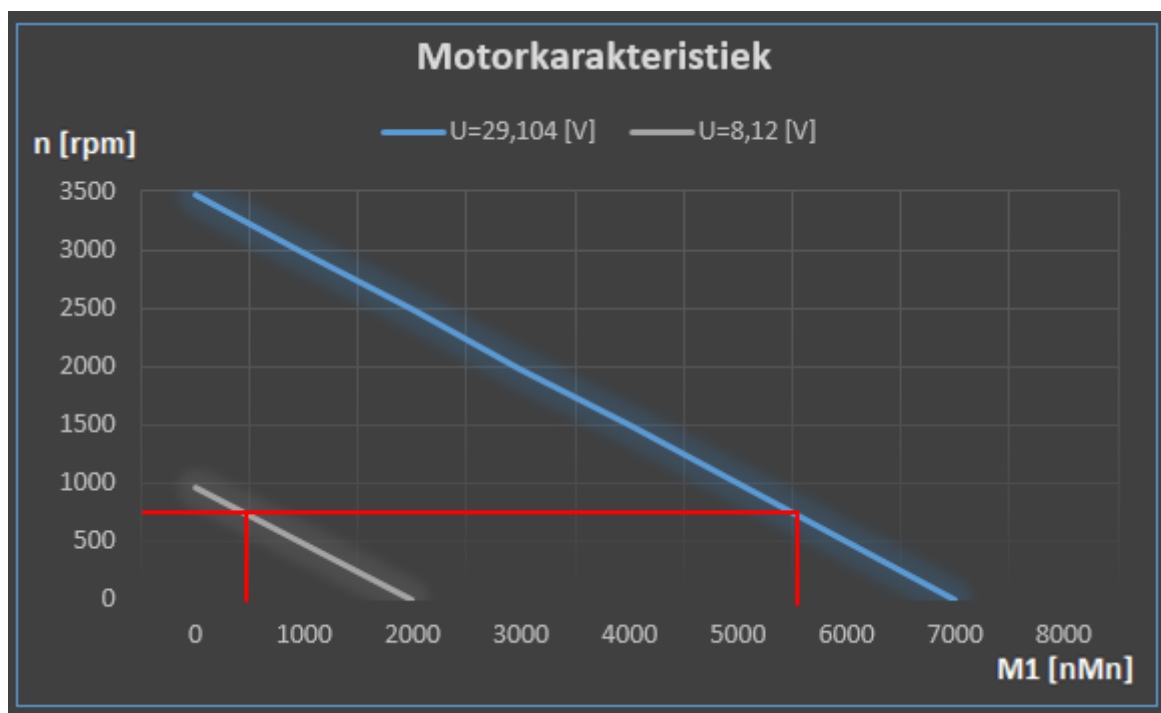
De spanning als het toerental van 828 [rpm] gehaald is bij $M_{1,\text{continu}}$ bedraagt:

$$U = U_{\text{ind}} + U_a = \frac{n_1}{K_n} + I \times R_a = \frac{828 [\text{rpm}]}{119,375 [\text{rpm/V}]} + 0,995 [\text{A}] \times 1,19 [\Omega] = 8,12 [\text{V}]$$

Aanname door de regelaar: $U_{\text{verlies}} = 3 [\text{V}]$

$$U_v = U + U_{\text{verlies}} = 8,12 [\text{V}] + 3 [\text{V}] = 11,12 [\text{V}] \approx 12 [\text{V}]$$

De motorbelasting wordt grafisch weergegeven in figuur 3.



Figuur 3

Bij het toerental $n_1 = 828 [\text{rpm}]$ ziet het belasting profiel eruit als in grafiek X.

Bij de productspecificaties van Beckhoff is er geen gedetailleerd belasting profiel. Directe conclusies, anders dat de motor voldoet, kunnen er niet getrokken worden.

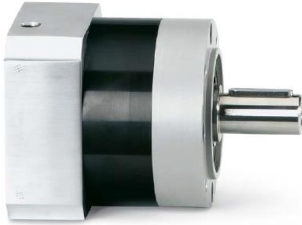
3) Bosch Rexroth

Reductor selecteren

Reductor moet geschikt zijn om $M_{2,acc}=115,751$ [Nm] kunnen verdragen.

In tabel 5 staan de gegevens afkomstig van Bosch Rexroth. De geselecteerde gearhead voldoet aan de eerder genoemde voorwaarde.

Tabel 5

Bosch Rexroth GTE080-NN2-040		
General information	Type	GTE (standard application)
	Price/piece	€219,38
Gearhead Data	Reduction i	40:1
	Number of stages	2
	Nominal input speed at 50%	4000 min ⁻¹
	Nominal input speed at 100%	4000 min ⁻¹
	Max input speed	7000 min ⁻¹
	Max output speed	175 min ⁻¹
	Nominal input torque	2,75 Nm
	Nominal output torque	110 Nm
	Max input torque	4,4 Nm
	Max output torque	176 Nm
	Backlash standard	<14 arcmin
	Torsional stiffness	6,5 Nm/arcmin
	Efficiency	94 %
	Moment of inertia	0,39 kg/cm ²

$$n_1 = n_{2,max} \times i = 69 \text{ [rpm]} \times 40$$

$$n_1 = 2760 \text{ [rpm]}$$

$$n_1 < 7000 \text{ [rpm]}$$

Ingaande toerental 1000 [rpm] lager dan $n_1 = 6000$ [rpm]

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{6000}{69} = 86,957$$

Kortstondig motor moment M_1

$$M_1 = \frac{M_2 \times 10^3}{i \times \eta} = \frac{115,751 \text{ [Nm]} \times 10^3}{69 \times 0,94} = 1784,63 \text{ [mNm]}$$

Continu motor moment M_1


$$M_1 = \frac{M_2 \times 10^3}{i \times \eta} = \frac{15 \text{ [Nm]} \times 10^3}{69 \times 0,94} = 231,267 \text{ [mNm]}$$

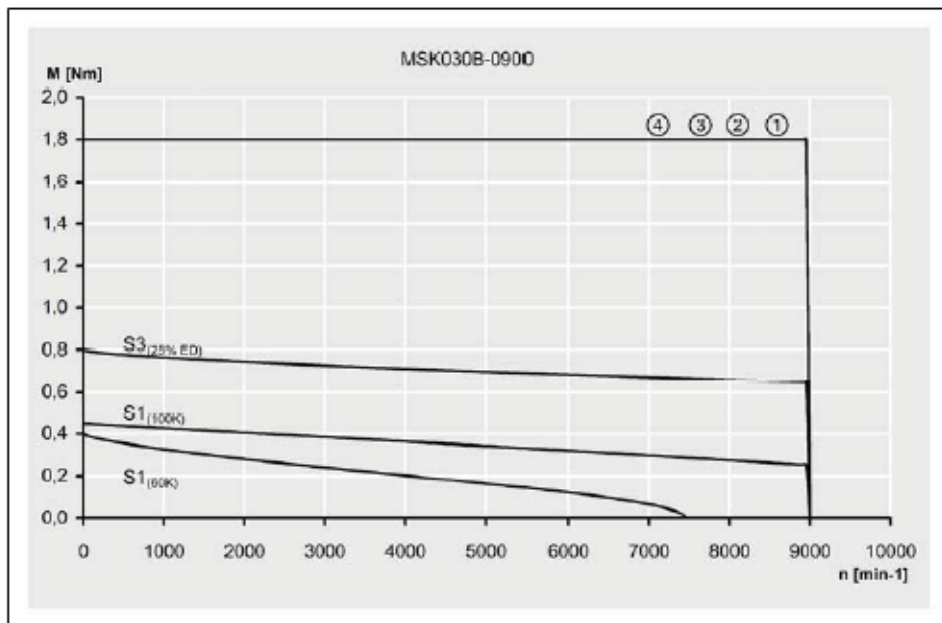
Aan de hand van het motor moment M_1 [mNm] wordt de juiste motor geselecteerd.

Volgens de datagegevens van Bosch Rexroth, zijn er verschillende motoren die geselecteerd kunnen worden. De verschillende opties zijn weergegeven in tabel 6.

Het verschil in het type motor zit hem in het maximaal- en nominaal motor moment. Op basis van de weergegeven motoren is er een keuze gemaakt voor de MSK030B-0900. Zie tabel 6 voor de specificaties.

Tabel 6

Bosch Rexroth MSK030B-0900		
General information	Price/piece	€524,23
Values at nominal voltage	Nominal voltage	24 V
	Maximum speed	9000 min ⁻¹
	Torque at standstill	0,4 Nm
	Maximum torque	1,8 Nm
	No load current	0,40 A
	Continuous current at standstill	1,5 A
	Maximum current	6,8 A
	Moment of inertia	0,000013 kg/m ²
Characteristics	Terminal resistance Ra	7,20 Ω
	Torque constant Km	0,29 Nm/A (290 mNm/A)
	Speed constant Kn	187,5 rpm/V
	Speed / torque gradient	0,625 rpm/mNm



- ① Mmax for IndraDrive, controlled feed, 3 x AC 400 V
- ② Mmax for IndraDrive, uncontrolled feed, 3 x AC 480 V
- ③ Mmax for IndraDrive, uncontrolled feed, 3 x AC 440 V
- ④ Mmax for IndraDrive, uncontrolled feed, 3 x AC 400 V

Kortstondig benodigde stroom

$$I = \frac{M_1}{K_m} = \frac{1784,63 \text{ [mNm]}}{290 \text{ [mNm/A]}} = 6,1539 \text{ [A]}$$

Continu benodigde stroom

$$I = \frac{M_1}{K_m} = \frac{231,267 \text{ [mNm]}}{290 \text{ [mNm/A]}} = 0,797 \text{ [A]}$$

Benodigde spanning bij n_1

$$U = \frac{n_1 + M_1 \times \frac{\text{speed}}{\text{torq}} \text{ gradient}}{K_n} = \frac{6000 \text{ [rpm]} + 1784,63 \text{ [mNm]} \times 0,625 \text{ [rpm/mNm]}}{187,5 \text{ [rpm/V]}} = 37,949 \text{ [V]}$$

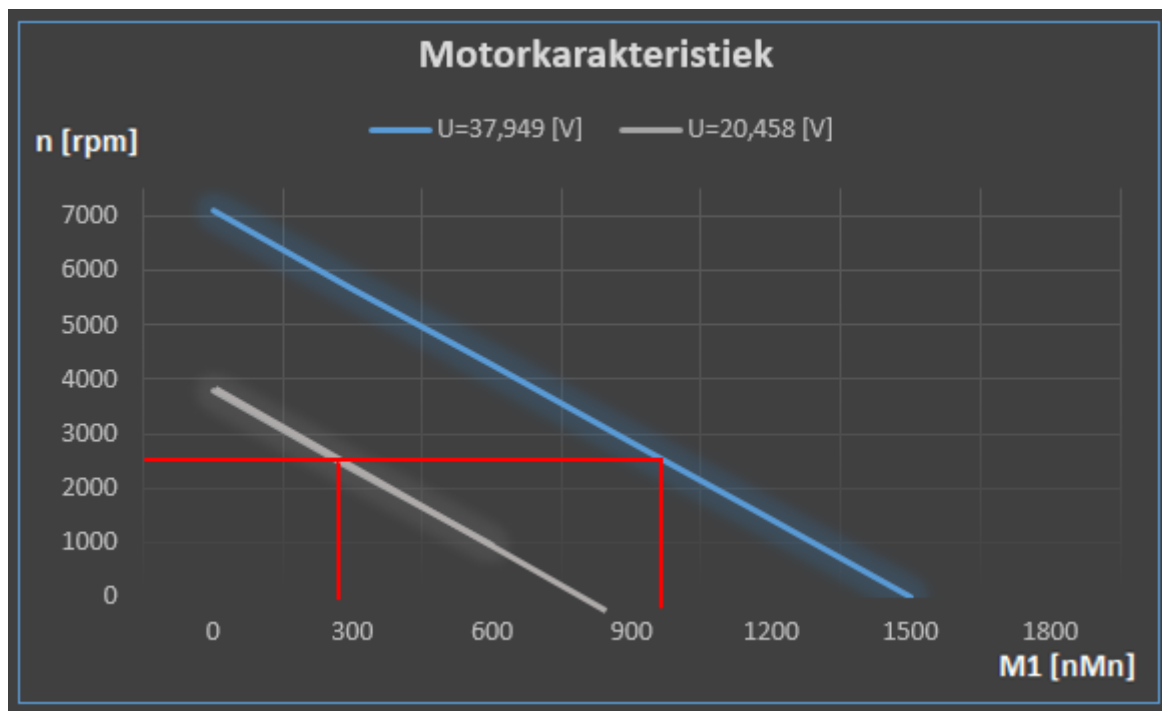
De spanning als het toerental van 2760 [rpm] gehaald is bij $M_{1,\text{continu}}$ bedraagt:

$$U = U_{\text{ind}} + U_a = \frac{n_1}{K_n} + I \times R_a = \frac{2760 \text{ [rpm]}}{187,5 \text{ [rpm/V]}} + 0,797 \text{ [A]} \times 7,20 \text{ [\Omega]} = 20,458 \text{ [V]}$$

Aanname door de regelaar: $U_{\text{verlies}} = 3 \text{ [V]}$

$$U_v = U + U_{\text{verlies}} = 20,458 \text{ [V]} + 3 \text{ [V]} = 23,458 \text{ [V]} \approx 25 \text{ [V]}$$

De motorbelasting wordt grafisch weergegeven in figuur 4.



Figuur 4

Bij het toerental $n=2760$ [rpm] ziet de motorkarakteristiek eruit als weergegeven in figuur 4.

Bij het vergelijken van figuur 4 met de motorkarakteristiek van de motor komt de selectie van de Bosch Rexroth GTE080-NN2-040 reductor en de Bosch Rexroth MSK030B-0900 motor als beste optie naar voren. Er vindt zowel tijdens acceleren, continu bedrijf als deceleren geen overbelasting van de motor plaats.

BIJLAGE II: SPECIFICATIEBLAD MOTOR

Synchronous servo motors

IndraDyn S ■ MSK - meets all requirements

Documentation
Project Planning
Manual
Application description
for potentially
explosive areas



Compact and powerful

- Maximum torques up to 495 Nm
- Stepped maximum speeds to 9,000 rpm
- Encoder systems for a wide and diverse range of applications
- High protection category IP65
- Choice of cooling systems

The particularly outstanding features of the MSK range of motors are its wide power spectrum and narrow size increments. The high torque density of these synchronous servo motors allows a particularly compact design with maximum torques of up to 495 Nm. Depending on the level of precision required, we can supply the motors with encoder systems for standard or high-precision requirements. Both encoder versions are available in a single-turn and multi-turn configuration. A number of further options, such as the shaft keyway, holding brake, reduced runout and the high protection class IP65 mean that they can be used with fan, liquid cooling and ATEX. On applications with high levels of continuous power, blower units for axial or radial mounting are available for retrofit. Intrinsically safe IP65 blower motors (UL thermally protected F) ensure the reliability of the single-phase blower units, eliminating the need for an external circuit breaker. Optional liquid cooling is available for very high power applications.

Technical data

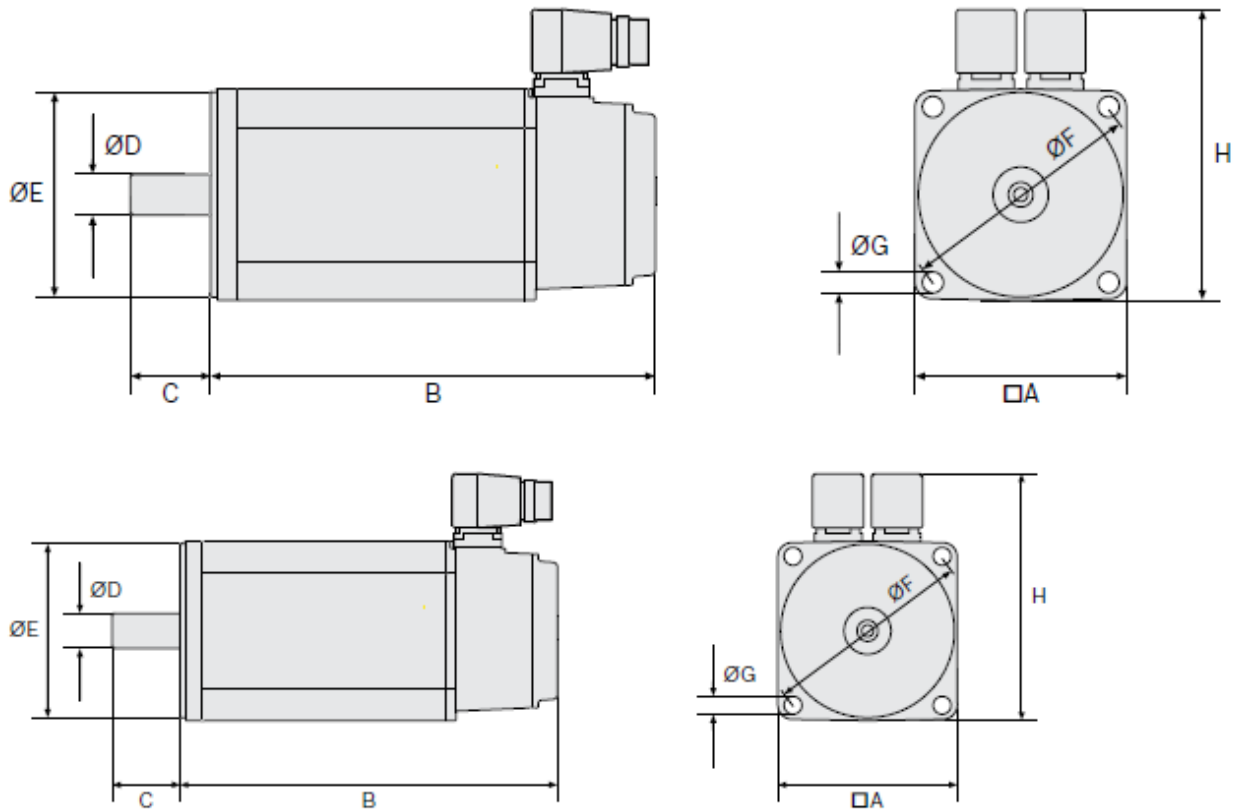
Electrical data

Type	Maximum speed	Torque at standstill	Maximum torque	Continuous current at standstill	Maximum current	Moment of inertia
	n Max	M o	M Max	I o	I Max	J
	[1/min]	[Nm]	[Nm]	[A]	[A]	[kgm²]
MSK030B-0900	9000	0.4	1.8	1.5	6.8	0.000013
MSK030C-0900		0.8	4			0.00003
MSK040B-0450	6000	1.7	5.1		2	6
MSK040B-0600	7500			8		
MSK040C-0450	6000	2.7	8.1	2.4	9.6	0.00014
MSK040C-0600	7500			12.5	3.1	
MSK043C-0600			3.6		18.5	0.000083
MSK050B-0300	4300	3	9	1.8	7.2	0.00028
MSK050B-0450	6000			2.8	11.2	
MSK050B-0600				3.7	14.8	
MSK050C-0300	4700	5	15	3.1	12.4	0.00033
MSK050C-0450	6000			4.7	18.8	
MSK050C-0600				6.2	24.8	
MSK060B-0300	4800			3	12	0.00048
MSK060B-0600	6000			6.1	24.4	

Electric Drives and Controls, PDF version, status 2014-01-07, © Bosch Rexroth AG, subject to changes

All the specifications relate to the basic version of the motor with encoder S1 and without holding brake.
Values at 750 V DC bus

Dimensions



Type	A	B	C	Ø D	Ø E	Ø F	Ø G	H	Mass
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
MSK030B-0900	54	152.5	20	9	40	63	4.5	98.5	1.3
MSK030C-0900		188							1.9
MSK040B-0450	82	155.5	30	14	50	95	6.6	124.5	2.8
MSK040B-0600		185.5							3.6
MSK040C-0450									
MSK040C-0600									
MSK043C-0600									

4.2 MSK030B - Technical Data

Designation	Symbol	Unit	MSK030B-0900-NN
UL Files (UL)			E163211
Continuous torque at standstill 60 K	$M_{0,60}$	Nm	0.4
Continuous current at standstill 60 K	$I_{0,60(\text{ms})}$	A	1.5
Continuous torque at standstill 100 K	$M_{0,100}$	Nm	0.4
Continuous current at standstill 100 K	$I_{0,100(\text{ms})}$	A	1.7
Maximum torque	M_{max}	Nm	1.8
Maximum current	$I_{\text{max}(\text{ms})}$	A	6.8
Torque constant at 20 °C ¹⁾	$K_{M,N}$	Nm/A	0.29
Voltage constant at 20 °C ²⁾	$K_{EMK,1000}$	V/min ⁻¹	17.9
Winding resistance at 20 °C	R_{12}	ohms	7.20
Winding inductivity	L_{12}	mH	8,100
Discharge capacity of the component	C_{da}	nF	0.7
Number of pole pairs	p	-	3
Moment of inertia of the rotor	J_{rot}	kg·m ²	0.00001
Thermal time constant	T_{th}	min	19.0
Maximum speed	n_{max}	min ⁻¹	9,000
Sound pressure level	L_p	dB[A]	<75
Weight ³⁾	m	kg	1.3 (1.6)
Ambient temperature in operation	T_{amb}	°C	0 ... 40
Type of protection according to IEC 60529	--	-	IP65
Insulation class according to DIN EN 60034-1	--	-	155
Latest amendment: 2008-01-29			

1) 2) Manufacturing tolerance ±5 %
 3) (...) Values for motors with holding brake, sorted (holding brake 1, holding brake 2 ...)
Fig.4-5: Technical data

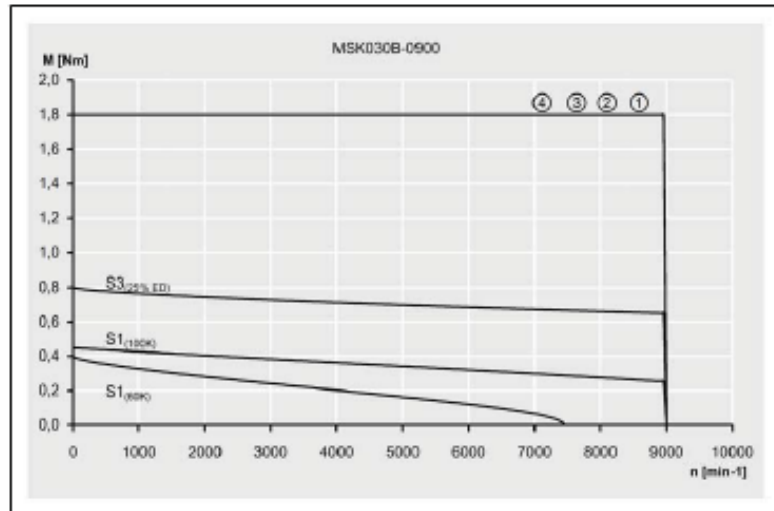
Designation	Symbol	Unit	Holding brake 1
Holding torque	M_4	Nm	1.0
Rated voltage	U_N	V	24
Latest amendment: 2002-02-28			

Technical Data

Designation	Symbol	Unit	Holding brake 1
Rated current	I_N	A	0.40
Connection time	t_1	ms	3
Disconnection time	t_2	ms	4
Moment of inertia of the holding brake	J_{tot}	kg*m ²	0.000007
Latest amendment: 2002-02-28			

Fig.4-6: Holding brakes MSK030 - Technical data (optional)

Characteristic Motor Curves



- ① Mmax for IndraDrive, controlled feed, 3 x AC 400 V
- ② Mmax for IndraDrive, uncontrolled feed, 3 x AC 480 V
- ③ Mmax for IndraDrive, uncontrolled feed, 3 x AC 440 V
- ④ Mmax for IndraDrive, uncontrolled feed, 3 x AC 400 V

Fig.4-7: Characteristic curves of a MSK030B-0900 motor

BIJLAGE III: DIMENSIONERINGSBEREKENING RADIATOR

$$\begin{aligned}d_1 &= 0,5 \text{ [m]} \\d_2 &= 0,25 \text{ [m]} \\d_3 &= 0,55 \text{ [m]} \\h_1 &= 0,5 \text{ [m]} \\h_2 &= 0,55 \text{ [m]}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{\text{omg}} &= 16 \text{ [}^\circ\text{C]} = 289 \text{ [}^\circ\text{K]} \\T_{\text{klmk}} &= 45 \text{ [}^\circ\text{C]} = 318 \text{ [}^\circ\text{K]} \\\Delta T &= 29 \text{ [}^\circ\text{K]} \\t &= 7200\text{s}\end{aligned}$$

Materiaal eigenschappen: S235 JR

$$\begin{aligned}C &= 460 \text{ J/kg}\cdot\text{K} \\\rho &= 7800 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Spindel eigenschappen

$$\text{Werkelijke inclusief } d_2 = \rho = 7800 \text{ [kg/m}^3] * 0,78 = 6084 \text{ [kg/m}^3]$$

$$V = \frac{\pi}{4} * (d_1^2 - d_2^2) * h$$

$$V = \frac{\pi}{4} * (0,5^2 - 0,25^2) * 0,5$$

$$V = 0,0736 \text{ m}^3$$

$$m = \rho * V$$

$$m = 6084 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] * 0,0736 [\text{m}^3]$$

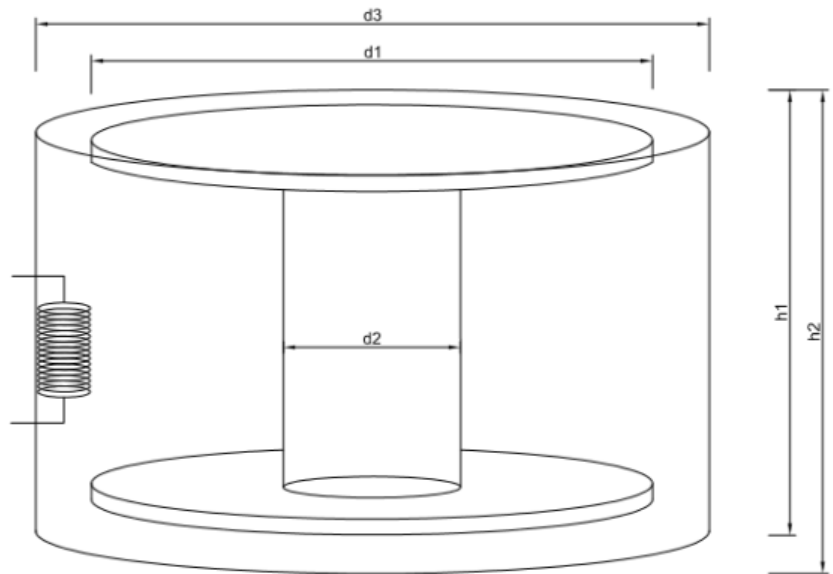
$$m = 447,78 \text{ [kg]}$$

$$\begin{aligned}Q &= m * C * \Delta T \\Q &= 447,78 \text{ [kg]} * 460 \text{ [J/kgK]} * 29 \text{ [}^\circ\text{K]} \\Q &= 5,97339\text{E}6\end{aligned}$$

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{5,97339\text{E}6}{7200}$$

$$P = 829,64 \text{ [W]}$$

* De ruimte tussen de spindel en de klimaatkast is verwaarloosbaar klein. Opwarmen van deze lucht wordt niet meegenomen.



** De klimaatkast wordt geïsoleerd zodat de verliezen van warmtestroom en convector minimaal zijn.

Uit de berekeningen blijkt dat er afgerond **830 [W]** benodigd is om de spindel op te warmen. Voor de draadtoevoermachine zal er een over gedimensioneerd verwarmingsspiraal geplaatst worden. Eventuele optredende verliezen zullen hiermee worden gecompenseerd.

BIJLAGE IV: SPECIFICATIEBLAD VERNSELLINGSMETER

Model 1201F Accelerometer



DC Response
Durable Cable
Reliable Performance
Low Cost



The Model 1201F Accelerometer

is a small, compact uniaxial device designed for vehicle impact and road testing. Its mechanical overload stops provide high shock protection in rugged applications. Featuring ranges from 50 g to 1000g and frequency response to 3000 Hz, this sensor is easily mounted in hard to get places on vehicles under test.

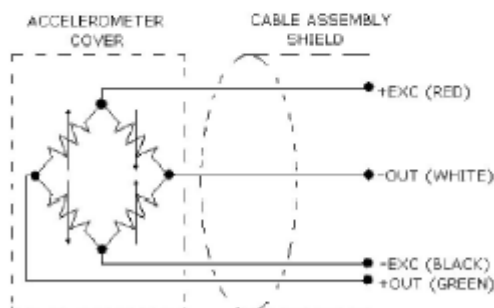
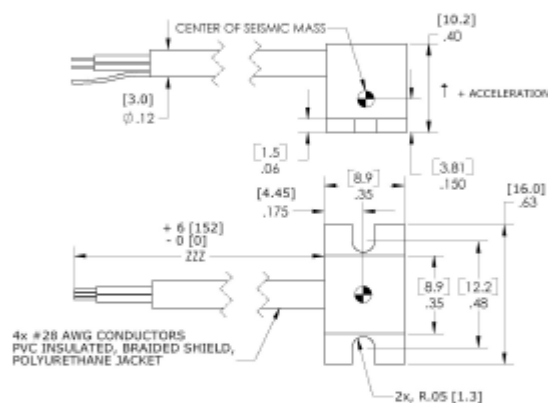
FEATURES

- 2nd GEN MEMS Sensing Element
- 1000 g Full Scale Range
- 2-10 VDC Excitation for Maximum Flexibility
- 0-50 °C Temperature Range
- ± 40 mV Zero Measurand Output
- Gas Damping
- Connector Options
- Mechanical Overload Stops
- Designed for Screw Mounting

APPLICATIONS

- Crash Testing
- Impact Testing
- Off-Road Testing
- Road Testing

dimensions



Model 1201F Accelerometer



performance specifications

All values are typical at $\pm 24^{\circ}\text{C}$, 100 Hz and 10 Vdc excitation unless otherwise stated. Measurement Specialties reserves the right to update and change these specifications without notice.

Parameters

DYNAMIC

	± 50	± 100	± 200	± 500	± 1000	Notes
Range(g)	2	.9	.4	.2	.15	
Sensitivity (mV/g)	2	.9	.4	.2	.15	
Frequency Response (Hz)	0-800	0-1500	0-1800	0-2700	0-3000	± 1 dB
Resonant Frequency (Hz)	2000	3000	4000	6000	7000	
Non-Linearity (% of reading)	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	
Transverse Sensitivity (%)	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	
Thermal Zero Shift (%FSO/ $^{\circ}\text{C}$)	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.05	± 0.05	From 0 to $+50^{\circ}\text{C}$
Thermal Sensitivity Shift (%/ $^{\circ}\text{C}$)	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.2	From 0 to $+50^{\circ}\text{C}$

ELECTRICAL

Zero Acceleration Output (mV)	$\leq \pm 40$	$\leq \pm 40$	$\leq \pm 40$	$\leq \pm 40$	$\leq \pm 40$	
Excitation (Vdc)	2 to 10	2 to 10	2 to 10	2 to 10	2 to 10	
Input Resistance	3500-4800	3500-4800	3500-4800	3500-4800	3500-4800	Measured between +EXC and -EXC
Output Resistance (Ω)	2700-4800	2700-4800	2700-4800	2700-4800	2700-4800	Measured between +OUT and -OUT
Insulation Resistance (M Ω)	>100	>100	>100	>100	>100	@50Vdc
Ground Isolation	Isolated from Mounting Surface					
Humidity	Epoxy Sealed					

ENVIRONMENTAL

Shock Limit (g)	3000	3000	4000	5000	5000	
Operating Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	-20 to $+85$					

PHYSICAL

Case Material	Anodized Aluminum					
Cable (Integral 30 Foot Cable)						4 x 28 AWG Conductors
Cable Jacket						Polyurethane
Weight (grams)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	Cable Not Included
Mounting	Adhesive / Screw Mount					

The information in this sheet has been carefully reviewed and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for inaccuracies. Furthermore, this information does not convey to the purchaser of such devices any license under the patent rights to the manufacturer. Measurement Specialties, Inc. reserves the right to make changes without further notice to any product herein. Measurement Specialties, Inc. makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its product for any particular purpose, nor does Measurement Specialties, Inc. assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. Typical parameters can and do vary in different applications. All operating parameters must be validated for each customer application by customer's technical experts. Measurement Specialties, Inc. does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

ordering info

PART NUMBERING Model Number+Range+Excitation+Cable Length+Options

1201F-GGGG-VV-CCCX

Options
Cable (360 is 360 inches)
Excitation (10 is 10 Vdc)
Range (0100 is 100 g)

Options:
X = None
D = Deutsch Connector (P/N TBDJ)
L = Lemo Connector (P/N FGG.18.307.CYCD42)
T = Tajimi Connector (P/N R05PB5M)

Example: 1201F-1000-10-360X

Standard Configuration: 1000g, 10V Excitation, 360" (30ft) cable, No Options

Model 1201F Rev 1
32 Journey Ste. 150 Aliso Viejo, CA 92656

www.meas-spec.com
949-716-5377

08/11/2008
enduser@meas-spec.com

BIJLAGE V: SPECIFICATIEBLAD THERMOKOPPEL

JUMO GmbH & Co. KG

Delivery address: Mackenrodtstraße 14,
36039 Fulda, Germany
Postal address: 36039 Fulda, Germany
Phone: +49 661 6003-0
Fax: +49 661 6003-607
e-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.

JUMO House
Temple Bank, Riverway
Harlow, Essex CM 20 2TT, UK
Phone: +44 1279 635533
Fax: +44 1279 635262
e-mail: sales@jumo.co.uk
Internet: www.jumo.co.uk

JUMO PROCESS CONTROL INC.

885 Fox Chase, Suite 103
Coatesville PA 19320, USA
Phone: 610-380-8002
1-800-554-JUMO
Fax: 610-380-8009
e-mail: info@JumoUSA.com
Internet: www.JumoUSA.com



Data Sheet 90.1221

Page 1/7

Mineral-insulated thermocouples to DIN 43 710 and EN 60 584

- for temperatures from -200 to +1200°C
- flexible sheath with shock-proof measuring Insert
- protection tube diameter from 0.5mm
- fast response
- fitting length to suit application

Thanks to their special properties, mineral-insulated thermocouples are used in chemical plant, power stations, pipelines, in engine construction and on test beds. The thermocouple wires are embedded in compressed fire-resistant magnesium oxide inside the flexible thin-walled sheath.

The excellent heat transfer between the sheath and the thermocouple enables short response times ($t_{0.5}$ from 0.15sec) and high measurement accuracy. The shock-proof construction ensures a long life. The minimum bending radius is 5 x the external diameter. The minimum fitting length EL is 50mm for 0.5mm to 2.0mm dia., and 100mm for 3.0 to 6.0mm dia.

The thermocouples are normally insulated from the sheath. The measuring Insert is fitted with thermocouples to EN 60 584 or DIN 43 710. Versions with two thermocouples are also available.

Test pressure: 40 bar (helium) leakage test at the measurement point.

Insulation resistance: thermocouple against sheath at ambient temperature for lengths up to 1m: 200M Ω , for lengths 1m and above: 200M Ω x m.



Technical data

Connection

Connecting cable

available with cable ends as: bare wires, with ferrules, receptacles or multipole connector

silicone, ambient temperature -50 to +180°C

PTFE, ambient temperature -190 to +260°C

metal braiding, ambient temperature -20 to +350°C

Protection tube

stainless steel 1.4541, thermocouple Type L and Type J

Inconel 2.4816 (Inconel 600), thermocouple Type K

Measuring insert

Insulated assembly:

1 x Fe-Con J, EN 60 584, Cl. 2, operating temperature -200 to +800°C

1 x Fe-Con L, DIN 43 710, Cl. 2, operating temperature -200 to +800°C

1 x NiCr-Ni K, EN 60 584, Cl. 2, operating temperature -200 to +1200°C

2 x Fe-Con L, DIN 43 710, Cl. 2, operating temperature -200 to +800°C

2 x NiCr-Ni K, EN 60 584, Cl. 2, operating temperature -200 to +1200°C

Response times

In water with 0.4m/sec / In air with 2m/sec

0.5mm dia: water $t_{0.5}$ = 0.15sec, $t_{0.9}$ = 0.30sec / air $t_{0.5}$ = 3.5sec, $t_{0.9}$ = 8.0sec

1.0mm dia: water $t_{0.5}$ = 0.20sec, $t_{0.9}$ = 0.60sec / air $t_{0.5}$ = 7.5sec, $t_{0.9}$ = 17.0sec

1.5mm dia: water $t_{0.5}$ = 0.40sec, $t_{0.9}$ = 0.90sec / air $t_{0.5}$ = 10.0sec, $t_{0.9}$ = 25.0sec

2.0mm dia: water $t_{0.5}$ = 0.80sec, $t_{0.9}$ = 2.60sec / air $t_{0.5}$ = 13.0sec, $t_{0.9}$ = 34.0sec

3.0mm dia: water $t_{0.5}$ = 1.00sec, $t_{0.9}$ = 2.80sec / air $t_{0.5}$ = 22.0sec, $t_{0.9}$ = 64.0sec

4.5mm dia: water $t_{0.5}$ = 2.50sec, $t_{0.9}$ = 6.50sec / air $t_{0.5}$ = 34.0sec, $t_{0.9}$ = 113.0sec

6.0mm dia: water $t_{0.5}$ = 3.00sec, $t_{0.9}$ = 9.00sec / air $t_{0.5}$ = 55.0sec, $t_{0.9}$ = 170.0sec

JUMO GmbH & Co. KG

Delivery address: Mackenrodtstraße 14,
36039 Fulda, Germany
Postal address: 36035 Fulda, Germany
Phone: +49 661 6003-0
Fax: +49 661 6003-607
e-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.

JUMO House
Temple Bank, Riverway
Harlow, Essex CM 20 2TT, UK
Phone: +44 1279 635533
Fax: +44 1279 635262
e-mail: sales@jumo.co.uk
Internet: www.jumo.co.uk

JUMO PROCESS CONTROL INC.

885 Fox Chase, Suite 103
Coatesville PA 19320, USA
Phone: 610-380-8002
1-800-554-JUMO
Fax: 610-380-8009
e-mail: info@JumoUSA.com
Internet: www.JumoUSA.com

**Data Sheet 90.1221****Page 2/7****Lead resistances in Ω/m at 20°C for mineral-insulated thermocouples**

Diameter D in mm	1 thermocouple resistance in Ω/m	2 thermocouples resistance in Ω/m
Thermocouple Fe-Con L		
6.0	0.66	0.85
4.5	1.40	1.80
3.0	2.70	3.50
2.0	5.00	7.70
1.5	12.00	-
1.0	21.50	-
Thermocouple Fe-Con J		
6.0	0.54	-
3.0	2.10	-
2.0	8.60	-
1.5	15.00	-
1.0	34.00	-
Thermocouple NiCr-Ni K		
6.0	0.88	2.70
4.5	1.56	4.80
3.0	3.50	11.00
2.0	7.90	25.00
1.5	14.00	-
1.0	32.00	-
0.5	126.00	-

JUMO GmbH & Co. KG

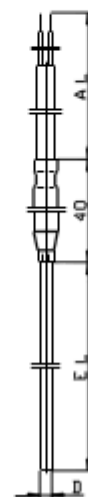
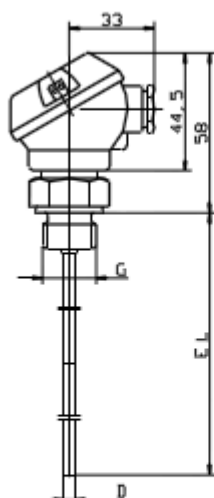
Delivery address: Mackenrodtstraße 14,
36039 Fulda, Germany
Postal address: 36035 Fulda, Germany
Phone: +49 661 6003-0
Fax: +49 661 6003-607
e-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.

JUMO House
Temple Bank, Riverway
Harlow, Essex CM 20 2TT, UK
Phone: +44 1279 635533
Fax: +44 1279 635262
e-mail: sales@jumo.co.uk
Internet: www.jumo.co.uk

JUMO PROCESS CONTROL INC.

885 Fox Chase, Suite 103
Coatesville PA 19320, USA
Phone: 610-380-8002
1-800-554-JUMO
Fax: 610-380-8009
e-mail: info@JumoUSA.com
Internet: www.JumoUSA.com

**Data Sheet 90.1221****Page 3/7****Dimensions****Type 901221/10****Type 901221/20****Type 901221/3x****Type 901221/40**

JUMO GmbH & Co. KG

Delivery address: Mackenrodtstraße 14,
36039 Fulda, Germany
Postal address: 36035 Fulda, Germany
Phone: +49 661 6003-0
Fax: +49 661 6003-607
e-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.

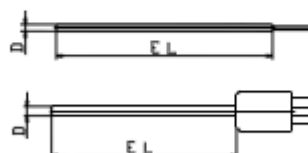
JUMO House
Temple Bank, Riverway
Harlow, Essex CM 20 2TT, UK
Phone: +44 1279 635533
Fax: +44 1279 635262
e-mail: sales@jumo.co.uk
Internet: www.jumo.co.uk

JUMO PROCESS CONTROL INC.

885 Fox Chase, Suite 103
Coatesville PA 19320, USA
Phone: 610-380-8002
1-800-554-JUMO
Fax: 610-380-8009
e-mail: info@JumoUSA.com
Internet: www.JumoUSA.com

**Data Sheet 90.1221****Page 4/7****Order details: Mineral-insulated thermocouples to DIN 43 710 and EN 60 584****(1) Basic version**

	901221/10	Mineral-insulated thermocouple with bare connecting wires
	901221/20	Mineral-insulated thermocouple with standard flat emf-free connector
x x	1040	(2) Measuring insert / operating temperature in °C 1 x Fe-Con J, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541
x x	1042	1 x Fe-Con L, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541
x x	1043	1 x NiCr-Ni K, operating temperature -200 to +1200°C, sheath, Mat. Ref. 2.4816
x	2042	2 x Fe-Con L, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541
x	2043	2 x NiCr-Ni K, operating temperature -200 to +1200°C, sheath, Mat. Ref. 2.4816
x	0.5	(3) Protection tube diameter D in mm 0.5mm, only with Type 1 x NiCr-Ni K
x x	1	1mm
x x	1.5	1.5mm
x x	2	2mm
x x	3	3mm
x x	4.5	4.5mm
x x	6	6mm
x x	100	(4) Fitting length EL in mm (50 ≤ EL ≤ 50000) 100mm
x x	200	200mm
x x	300	300mm
x x	400	400mm
x x	500	500mm
x x	...	please specify in plain text (50mm steps)
x x	000	(5) Extra codes no extra code
x x	309	uninsulated assembly (thermocouple welded to tip)






Order code (1) (2) (3) (4) (5)
Order example 901221/10 - 1042 - 3 - 200 / 000¹

1. List extra codes in sequence, separated by commas.



Order details: Mineral-insulated thermocouples to DIN 43 710 and EN 60 584

(1) Basic version

	901221/32	Mineral-insulated thermocouple with siliconized compensating cable	
	901221/33	Mineral-insulated thermocouple with PTFE- insulated compensating cable	
	901221/34	Mineral-insulated thermocouple and compensating cable with metal-braiding and glass silk insulation	
(2) Measuring insert / operating temperature in °C			
x x x	1040	1 x Fe-Con J, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541	
x x x	1042	1 x Fe-Con L, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541	
x x x	1043	1 x NiCr-Ni K, operating temperature -200 to +1200°C, sheath, Mat. Ref. 2.4816	
x x x	2042	2 x Fe-Con L, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541	
x x x	2043	2 x NiCr-Ni K, operating temperature -200 to +1200°C, sheath, Mat. Ref. 2.4816	
(3) Protection tube diameter D in mm			
x x x	0.5	0.5mm, only with Type 1 x NiCr-Ni K	
x x x	1	1mm	
x x x	1.5	1.5mm	
x x x	2	2mm	
x x x	3	3mm	
x x x	4.5	4.5mm	
x x x	6	6mm	
(4) Fitting length EL in mm (50 ≤ EL ≤ 50000)			
x x x	100	100mm	
x x x	200	200mm	
x x x	300	300mm	
x x x	400	400mm	
x x x	500	500mm	
x x x	...	please specify in plain text (50mm steps)	
(5) Compensating cable end			
x x x	03	bare cable ends	
x x x	11	ferrules to DIN 46 228 Part 4 (standard)	
x x x	13	receptacle 6.3 to DIN 46 247	
x x x	80	multipole connector (please specify type in plain text)	
(6) Compensating cable length AL in mm (500 ≤ AL ≤ 500000)			
x x x	2500	2500mm (standard)	
x x x	...	please specify in plain text (500mm steps)	
(7) Extra codes			
x x x	000	no extra code	
x x x	309	uninsulated assembly (thermocouple welded to tip)	
x x x	317	shielded compensating cable	

Order code (1) - (2) - (3) - (4) - (5) - (6) / (7)
 Order example 901221/32 - 1042 - 3 - 200 - 11 - 2500 / 000¹

1. List extra codes in sequence, separated by commas.

JUMO GmbH & Co. KG

Delivery address: Mackenrodtstraße 14,
36039 Fulda, Germany
Postal address: 36035 Fulda, Germany
Phone: +49 661 6003-0
Fax: +49 661 6003-607
e-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.

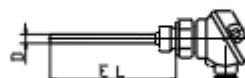
JUMO House
Temple Bank, Riverway
Harlow, Essex CM 20 2TT, UK
Phone: +44 1279 635533
Fax: +44 1279 635262
e-mail: sales@jumo.co.uk
Internet: www.jumo.co.uk

JUMO PROCESS CONTROL INC.

885 Fox Chase, Suite 103
Coatesville PA 19320, USA
Phone: 610-380-8002
1-800-554-JUMO
Fax: 610-380-8009
e-mail: info@JumoUSA.com
Internet: www.JumoUSA.com

**Data Sheet 90.1221****Page 6/7****Order details: Mineral-insulated thermocouples to DIN 43 710 and EN 60 584****(1) Basic version**

901221/40 Mineral-insulated thermocouple with
terminal head Form J

**(2) Measuring insert / operating temperature in °C**

- x 1040 1 x Fe-Con J, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541
- x 1042 1 x Fe-Con L, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541
- x 1043 1 x NiCr-Ni K, operating temperature -200 to +1200°C, sheath, Mat. Ref. 2.4816
- x 2042 2 x Fe-Con L, operating temperature -200 to +800°C, sheath, Mat. Ref. 1.4541
- x 2043 2 x NiCr-Ni K, operating temperature -200 to +1200°C, sheath, Mat. Ref. 2.4816

(3) Protection tube diameter D in mm

- x 3 3mm
- x 4.5 4.5mm
- x 6 6mm

(4) Fitting length EL in mm (50 ≤ EL ≤ 50000)

- x 100 100mm
- x 200 200mm
- x 300 300mm
- x 400 400mm
- x 500 500mm
- x ... please specify in plain text (50mm steps)

(5) Process connection

- x 103 thread 3/8" pipe
- x 104 thread 1/2" pipe

(6) Extra codes

- x 000 no extra code
- x 309 uninsulated assembly (thermocouple welded to tip)

Order code (1) (2) (3) (4) (5) (6)
 Order example 901221/40 - 1042 - 6 - 200 - 104 / 000¹

1. List extra codes in sequence, separated by commas.

JUMO GmbH & Co. KG

Delivery address: Mackenrodtstraße 14,
36039 Fulda, Germany
Postal address: 36035 Fulda, Germany
Phone: +49 661 6003-0
Fax: +49 661 6003-607
e-mail: mail@jumo.net
Internet: www.jumo.net

JUMO Instrument Co. Ltd.

JUMO House
Temple Bank, Riverway
Harlow, Essex CM 20 2TT, UK
Phone: +44 1279 635533
Fax: +44 1279 635262
e-mail: sales@jumo.co.uk
Internet: www.jumo.co.uk

JUMO PROCESS CONTROL INC.

885 Fox Chase, Suite 103
Coatesville PA 19320, USA
Phone: 610-380-8002
1-800-554-JUMO
Fax: 610-380-8009
e-mail: info@JumoUSA.com
Internet: www.JumoUSA.com

**Data Sheet 90.1221****Page 7/7****Stock versions:**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Sales No.
901221/20	1043	3	100	000	90/00056899
901221/20	1043	3	250	000	90/00068440

Stock versions:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Sales No.
901221/32	1042	6	100	11	2500	000	90/00049206
901221/32	1042	6	200	11	2500	000	90/00068450
901221/32	1042	6	500	11	2500	000	90/00068452
901221/32	1042	3	100	11	2500	000	90/00056809
901221/32	1042	3	200	11	2500	000	90/00068433
901221/32	1042	3	300	11	2500	000	90/00068434
901221/32	1042	3	500	11	2500	000	90/00068435
901221/32	1042	1.5	100	11	2500	000	90/00056811
901221/32	1042	1.5	200	11	2500	000	90/00068438
901221/32	1042	1.5	500	11	2500	000	90/00068439
901221/32	1043	6	100	11	2500	000	90/00056812
901221/32	1043	6	200	11	2500	000	90/00068427
901221/32	1043	6	300	11	2500	000	90/00068428
901221/32	1043	6	500	11	2500	000	90/00068429
901221/32	1043	3	100	11	2500	000	90/00056813
901221/32	1043	3	200	11	2500	000	90/00068441
901221/32	1043	3	300	11	2500	000	90/00068442
901221/32	1043	3	500	11	2500	000	90/00068443
901221/32	1043	1.5	100	11	2500	000	90/00049205
901221/32	1043	1.5	200	11	2500	000	90/00068436
901221/32	1043	1.5	500	11	2500	000	90/00068437
901221/32	1043	0.5	100	11	2500	000	90/00066345

Stock versions:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Sales No.
901221/40	1042	6	100	104	000	90/00087482
901221/40	1042	6	300	104	000	90/00068454
901221/40	1043	6	100	104	000	90/00087483
901221/40	1043	6	200	104	000	90/00068430
901221/40	1043	6	300	104	000	90/00068431
901221/40	1043	6	500	104	000	90/00068432