

Module TSI 4.0

Boekdeel jaargang 1, 2, 3 en 4

World leading
experts in pneumatics



Inhoudsopgave :

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Inleiding..... | 5 |
| 2 | De minifabriek TSI 4.0 | 7 |
| 2.1 | Overzicht van de verschillende modules..... | 7 |
| 3 | Centrale kast..... | 9 |
| 3.1 | Bespreking elektrisch schema centrale kast | 12 |
| 4 | Veiligheidsconcept | 13 |
| 4.1 | Veiligheidskring op componentniveau..... | 15 |
| 4.2 | Inteachen flexi-loop systeem | 16 |
| 5 | Jaargang 1 : tafels 1 en 6 | 17 |
| 5.1 | Stand alone project voor jaargang 1 | 18 |
| 5.2 | Bespreking mechanisch opbouw..... | 19 |
| 5.2.1 | Pick and place station 1 | 19 |
| 5.2.2 | Transportband station 1 | 21 |
| 5.3 | Bespreking pneumatische componenten..... | 23 |
| 5.3.1 | Pneumatisch schema | 23 |
| 5.3.2 | Luchtverzorging | 23 |
| 5.3.3 | Debietmeter | 24 |
| 5.3.4 | Ventielenblok..... | 24 |
| 5.3.5 | Selectiecilinder MM1..... | 25 |
| 5.3.6 | Uitstootcilinder MM2 | 27 |
| 5.3.7 | Horizontale manipulator MM3..... | 29 |
| 5.3.8 | Verticale cilinder MM4 met gepiloteerde terugslagklep..... | 31 |
| 5.3.9 | Vacuüm..... | 32 |
| 5.4 | Automatisatie | 34 |
| 5.4.1 | IO-lijst..... | 35 |
| 5.4.2 | Grafcet diagram | 37 |
| 5.5 | Lekdetectie en monitoring verbruik..... | 40 |
| 5.5.1 | Lekdetectie | 40 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.5.2 | Monitoring verbruik..... | 43 |
| 6 | Jaargang 2 : tafels 2 en 5 | 44 |
| 6.1 | Stand alone project voor jaargang 2 | 45 |
| 6.2 | Bespreking mechanische opbouw..... | 47 |
| 6.2.1 | Pick and place station 2 | 47 |
| 6.2.2 | Elektrische actuator station 2..... | 49 |
| 6.3 | Bespreking pneumatische componenten..... | 55 |
| 6.3.1 | Pneumatisch schema | 55 |
| 6.3.2 | Luchtverzorging | 55 |
| 6.3.3 | Ventielenblok..... | 56 |
| 6.3.4 | Selectiecilinder MM1..... | 57 |
| 6.3.5 | Uitstootcilinder MM2 | 58 |
| 6.3.6 | Grijper MM3 | 59 |
| 6.3.7 | Controlecilinder MM4 | 61 |
| 6.3.8 | Draaicilinder MM5..... | 62 |
| 6.4 | Automatisatie | 69 |
| 6.4.1 | RFID..... | 70 |
| 6.4.2 | IO-lijst..... | 76 |
| 6.4.3 | Grafcet diagram | 78 |
| 7 | Jaargang 3 : Tafels 3 en 7 | 81 |
| 7.1 | Stand alone project voor jaargang 3 | 82 |
| 7.2 | Bespreking mechanische opbouw..... | 83 |
| 7.2.1 | Pick and place station 3 | 83 |
| 7.2.2 | Transportband station 3 | 86 |
| 7.3 | Bespreking pneumatische componenten..... | 88 |
| 7.3.1 | Pneumatisch schema | 88 |
| 7.3.2 | Luchtverzorging | 88 |
| 7.3.3 | Ventielenblok..... | 89 |
| 7.3.4 | Horizontale manipulator MM1..... | 89 |
| 7.3.5 | Verticale manipulator MM2 | 90 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 7.3.6 | Transportcilinder MM3..... | 91 |
| 7.3.7 | Selectiecilinders MM4 tot en met MM7 | 92 |
| 7.3.8 | Grijper MM8 | 92 |
| 7.3.9 | Stoppercilinder MM9..... | 93 |
| 7.4 | Automatisatie | 94 |
| 7.4.1 | Lichtgeleidersensor..... | 95 |
| 7.4.2 | Kleurensensor | 96 |
| 7.4.3 | Incrementele encoder | 98 |
| 7.4.4 | IO-lijst..... | 100 |
| 7.4.5 | Grafcet diagram | 103 |
| 8 | Jaargang : Tafels 4 en 8..... | 106 |
| 8.1 | Stand alone project voor jaargang 4 | 107 |
| 8.2 | Bespreking mechanische opbouw..... | 108 |
| 8.2.1 | Pick and place station 4 | 108 |
| 8.2.2 | Overzetter station 8..... | 110 |
| 8.3 | Bespreking pneumatische componenten..... | 112 |
| 8.3.1 | Pneumatisch schema | 112 |
| 8.3.2 | Luchtverzorging | 112 |
| 8.3.3 | Ventielenblok..... | 112 |
| 8.3.4 | Selectiecilinder MM1..... | 113 |
| 8.3.5 | Uitstootcilinder MM2 | 113 |
| 8.3.6 | Horizontale manipulator MM3..... | 113 |
| 8.3.7 | Verticale manipulators MM4 en MM5..... | 114 |
| 8.3.8 | Grijper MM6 | 114 |
| 8.3.9 | Vacuüm..... | 114 |
| 8.4 | Automatisatie | 115 |
| 8.4.1 | Kleurensensor | 116 |
| 8.4.2 | 2D camera..... | 116 |
| 8.4.3 | IO-Lijst..... | 118 |
| 8.4.4 | Grafcet diagram | 120 |

1 Inleiding

TSI 4.0 betekent Training System 4.0. Het is een minifabriek dat uitgevoerd is met de verschillende technologieën die in de hedendaagse machine gebruikt worden volgens de concepten van industry 4.0.

Het betreft een 4-jarig project waarbij de leerlingen jaarlijks een individuele module samenbouwen. Na 4 jaar worden de modules in een welbepaalde configuratie geplaatst zodat er een complete minifabriek is ontstaan.

Volgende onderdelen worden meegeleverd met het pakket

- Componenten van de fabrikanten
 - Pneumatische componenten en elektrische actuator van SMC Belgium
 - Sturing van Beckhoff of Siemens
 - Sensoren, vision, RFID, 2D camera, veiligheidsrelais, noodstopkastjes van SICK
 - Lagers, riemen, riemschijven van Rubix
 - Riem transportband van Narviflex
 - Aluminium onderplaten van Motix
 - DC motor, lagering van Igus
- Technische tekeningen mechanische onderdelen
- Elektrisch schema van het demomodel gemaakt op Beckhoff besturing
- Dit boekdeel om U wegwijs te maken in de verschillende technologieën en de samenhang ertussen niet te verliezen

Volgende onderdelen worden NIET meegeleverd met het pakket

- Mechanische stukken om de geleverde componenten te verbinden.
- Stuurkast, railklemmen, wartels, voeding, ...

World leading
experts in pneumatics



Er worden gastlessen voorzien zodat de studenten en docenten het nodige duwtje in de rug krijgen en met enthousiasme aan het project kunnen beginnen.

Dit boekdeel beschrijft per jaargang de gebruikte componenten, de opbouw van de module zowel mechanisch als elektrisch en de automatisatie ervan. Elk jaar zal er een update gepubliceerd worden. Voorlopig worden enkel jaargang 1 en 2 in detail beschreven.

World leading
experts in pneumatics



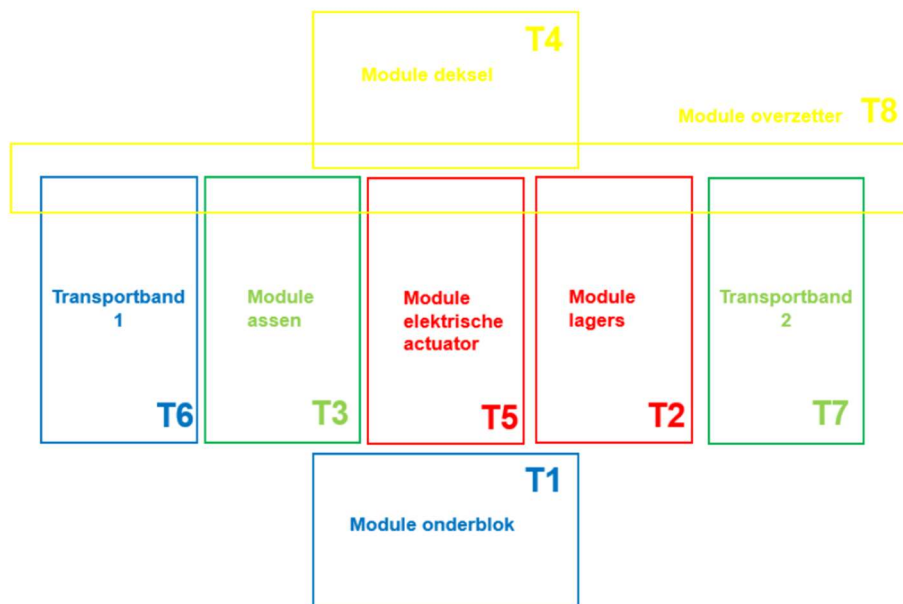
2 De minifabriek TSI 4.0

De minifabriek is samengesteld uit verschillende modules. Elke module heeft zijn specifieke kenmerken en er is getracht om in elk jaargang een nieuwe technologie te bespreken.

De uiteindelijke bedoeling is dat er vanop afstand en met behulp van een ingebouwde router via een APP of browser een bestelling wordt gegenereerd. De gebruiker kiest de samenstelling van de onderdelen in de bestelling en kiest waar deze bestelling naartoe zal gaan. Tijdens dit productieproces zullen verschillende parameters opgevraagd kunnen worden zodat de status ervan voor de gebruiker inzichtelijker wordt.

2.1 Overzicht van de verschillende modules

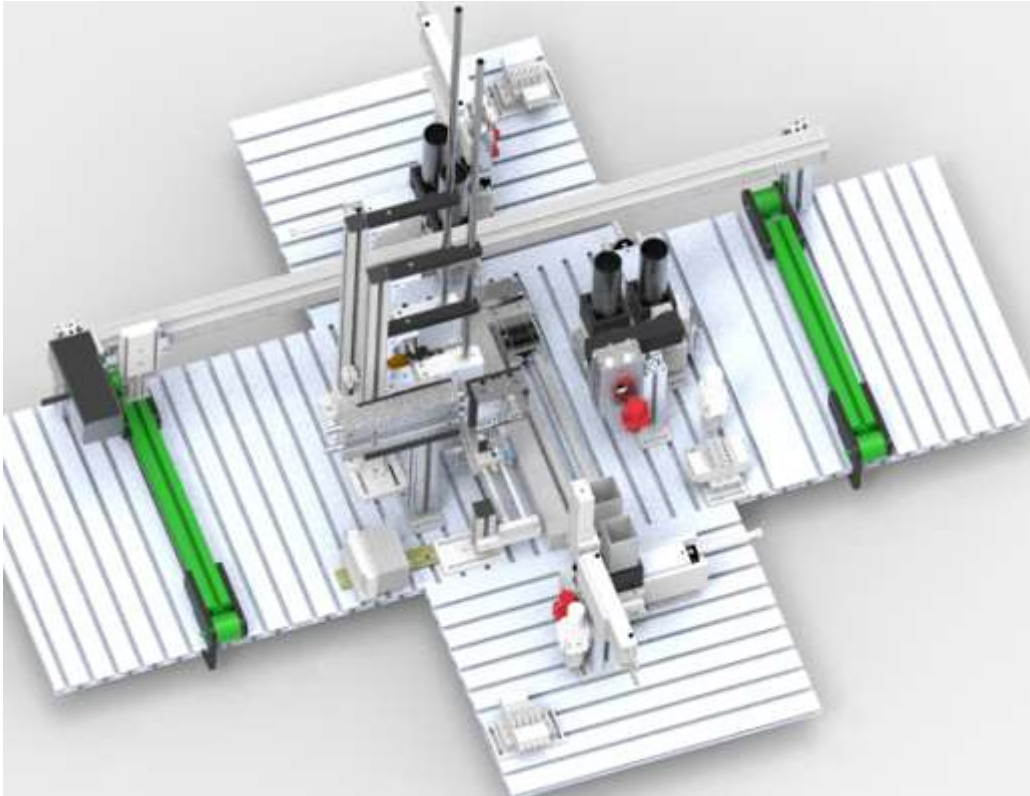
Onderstaande afbeelding toont de minifabriek zoals ze gebouwd zal zijn na 4 jaren. Elke kleur in de afbeelding vertegenwoordigt een jaargang. Elk jaargang zal dus bestaan uit 2 modules die samengebouwd worden op 1 aluminium onderplaat van 500 mm x 400 mm. De jaargangen kunnen afzonderlijk als 1 project beschouwd worden van een pick and place module. Na 4 jaar is het wel de bedoeling dat alle modules als 1 geheel gaan samenwerken.



- Jaargang 1 : T1 en T6 : Module onderblok en transportband 1
- Jaargang 2 : T2 en T5 : Module lagers en elektrische actuator
- Jaargang 3 : T3 en T7 : Module assen en transportband 2
- Jaargang 4 : T4 en T8 : Module deksels en overzetter

World leading
experts in pneumatics





De machine dient voorzien te worden van een wireless router waarmee de gebruiker in staat wordt gesteld om vanop afstand de machine te bedienen. Met je smartphone of via een HMI kan een bestelling aan de machine worden doorgegeven die naar keuze op één van de transportbanden zal eindigen. De internet poort van deze wireless router kan ook op een modem aangesloten worden zodat je overal kan inloggen op de machine.

Elk van de 4 jaargangen bestaat uit een onderdeel van de 4-delige assembly :

- Jaargang 1 : zwarte of metalen onderblok
- Jaargang 2 : dikke of dunne lager
- Jaargang 3 : witte of zwarte as
- Jaargang 4 : witte of metalen deksel

Een centrale elektrische actuator zal dienen om de assembly naar de deelstations te verplaatsen. Als de assembly gereed is, zal deze eerst een quality control ondergaan via de 2D camera. Tot slot zal een overzetter met motion control de assembly verplaatsen naar de gewenste locatie met name de transportbanden aan de buitenzijde.

World leading
experts in pneumatics

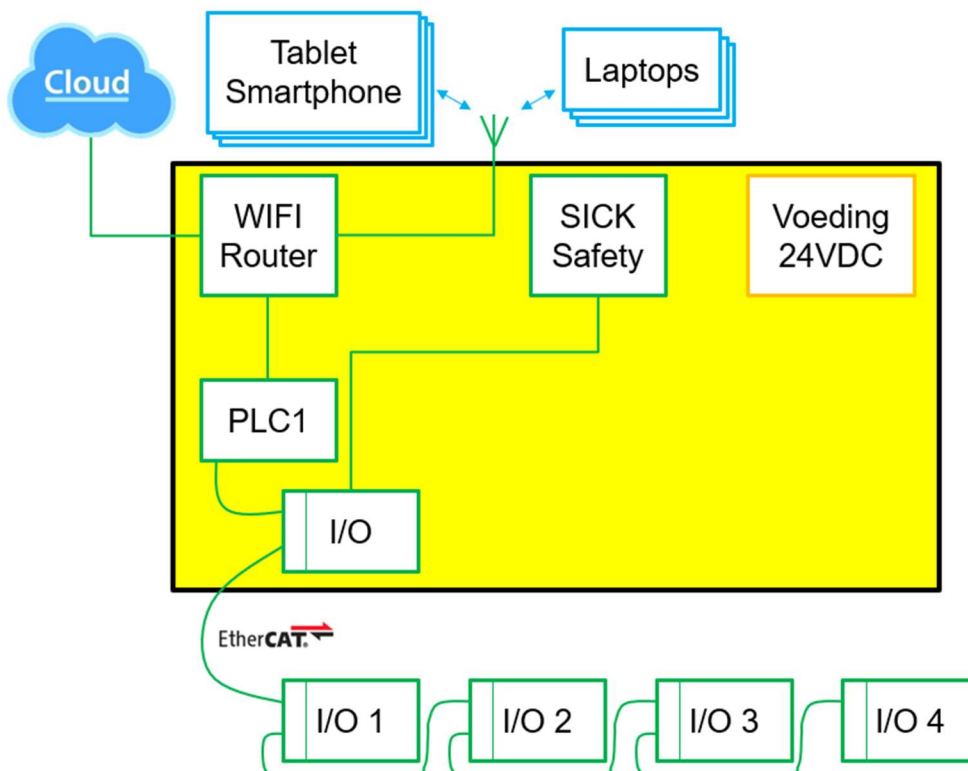


3 Centrale kast

Goed om weten is dat de gemeenschappelijke onderdelen die ook in de volgende jaargangen gebruikt worden, in de centrale kast gemonteerd worden : gestabiliseerde voeding, industriële PC of centrale PLC, elektrische veiligheden en de safety relais. Vanuit de centrale kast vertrekken dus alle elektrische voedingen en de data naar de verschillende stations.

Onderstaande afbeelding toont alvast het principe van het dataverkeer. Dit is de standaardvariant. In dit geval zijn alle stations dus IO-eilanden die aangestuurd worden door een centrale PLC uit de kast. Via de Wireless router kan data vanop afstand verstuurd en ontvangen worden.

Ook de veiligheidsrelais is centraal in de kast gemonteerd en zorgt dus voor het afvallen van alle gevaarlijke bewegingen in de stations. Hierover wordt verder uitgeweid in één van de volgende hoofdstukken.



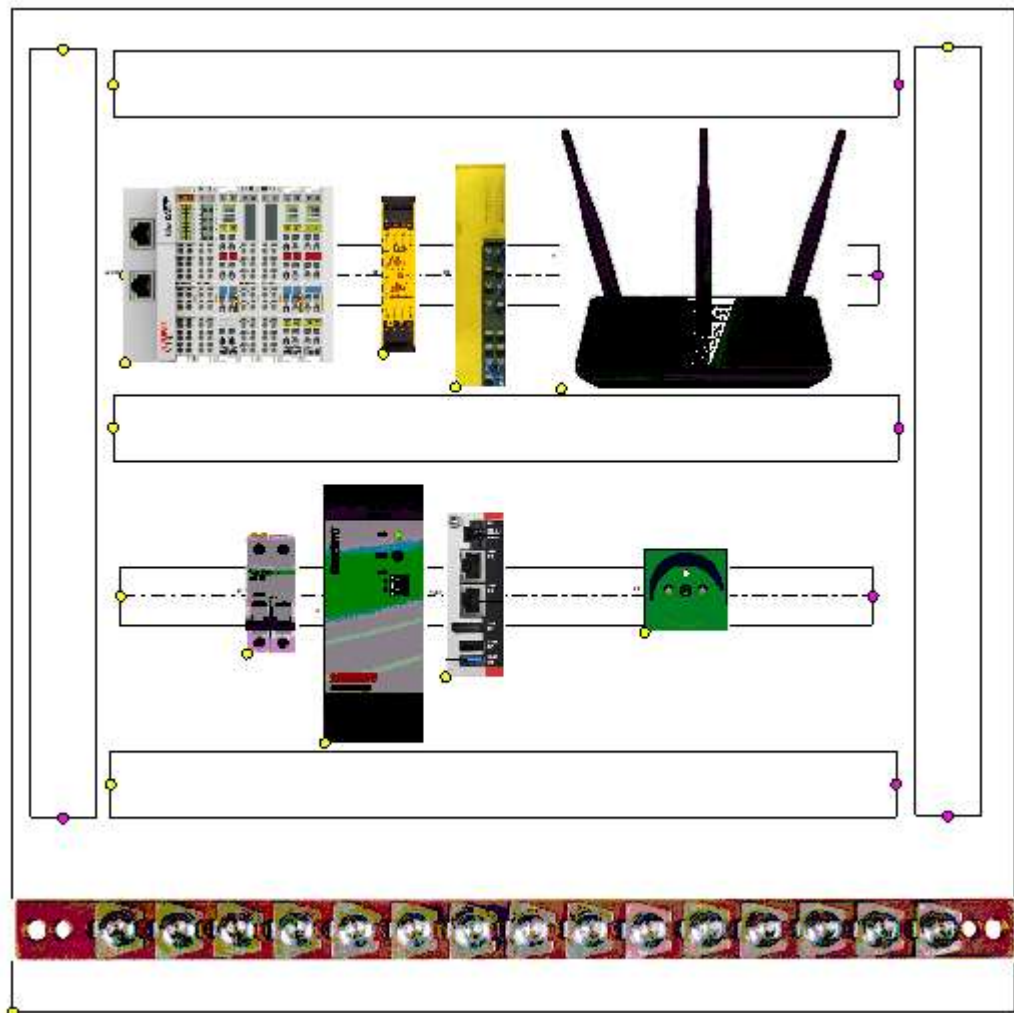
World leading
experts in pneumatics



Het IO-eiland in de kast bevat :

- Digitale input- en outputkaart om te communiceren met de safety relais (verderop meer info in het hoofdstuk safety)
- IO-link kaart om te communiceren met het safety systeem : op welk station werd de noodstop ingedruwd dus bij welk station zal de resetknop flikkeren ? (verderop meer info in het hoofdstuk safety)
- Optie : voedingskaarten 24 VDC met geïntegreerde elektronische zekeringen

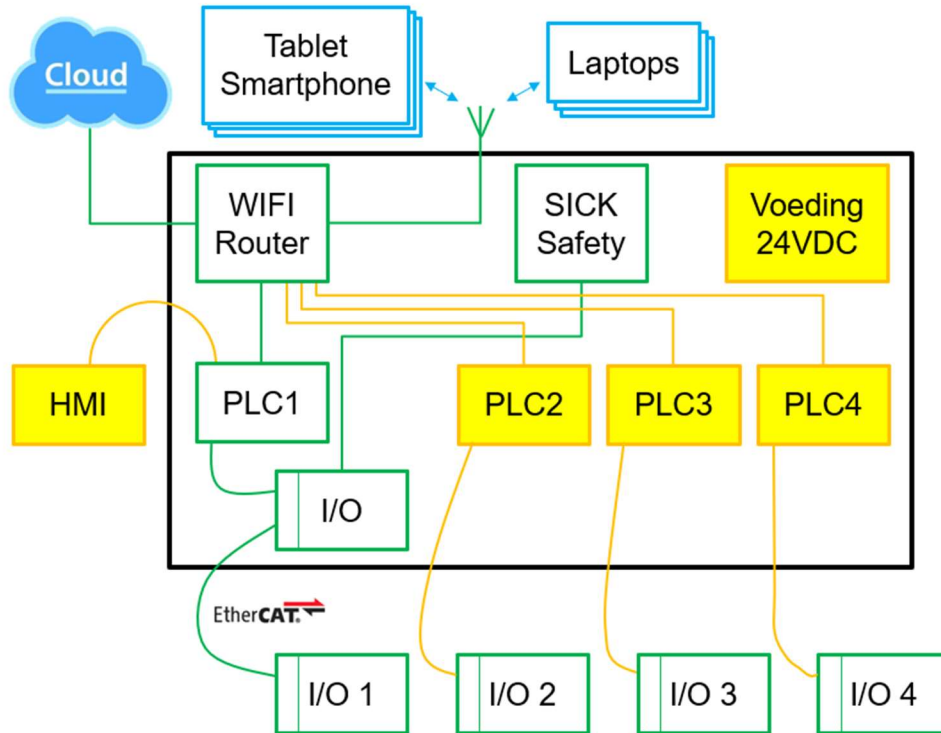
Onderstaande afbeelding toont de paneelbouw tekening van de elektrische kast van het gebouwde demomodel. Hierop zijn duidelijk het IO-eiland, de 2 safety relais, de WIFI router, de automaat, de gestabiliseerde voeding, de industriële PC, het stopcontact en de aardingsrail te zien.



World leading
experts in pneumatics



Onderstaande afbeelding toont alvast het principe van het dataverkeer in de optievariant. Hierbij is elk IO-eiland uitgevoerd met een eigen PLC in de kast. Via de router kunnen deze PLC's onderling via de Ethernet poort communiceren. Via een HMI kan de machine ook bediend worden.



3.1 Bespreking elektrisch schema centrale kast

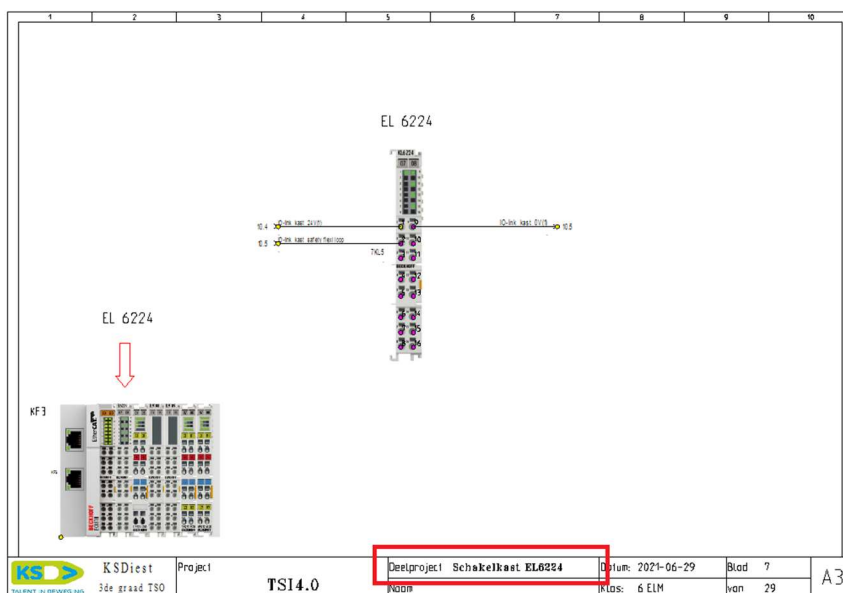
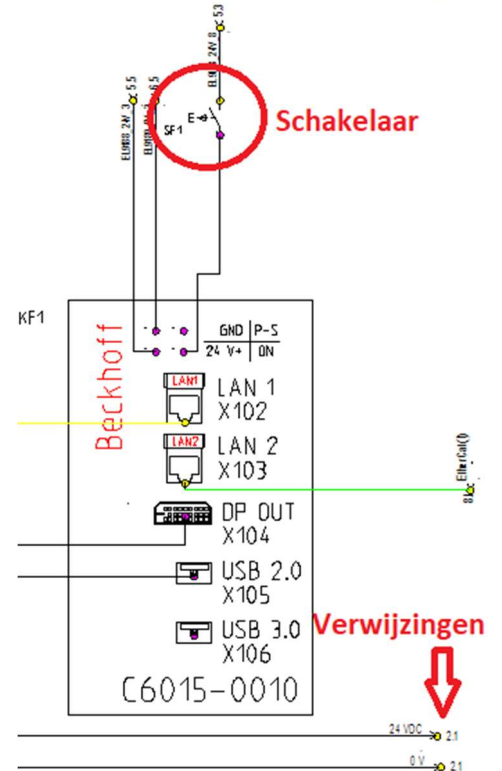
Het elektrisch schema in de bijlage bevat alle elektrische aansluitingen van de componenten in de centrale kast, station 1 en station 2.

Het eerste blad bevat het overzicht met de aansluitingen van de grootste componenten in de centrale kast : Gestabiliseerde voeding, HMI, WIFI router op stopcontact en industriële PC Beckhoff type C6015-0010. Op deze laatste component is een schakelaar aangesloten met code SF1 ; deze dient om de IPC veilig af te sluiten. Het is en blijft een PC die eerst veilig afgesloten moet worden alvorens er de spanning af te halen.

Het schema bevat tevens allerhande verwijzingen naar andere bladzijden. Verwijzing 2.1 betekent blad 2 kolom 1.

Na het eerste blad volgen chronologisch de kaarten in het IO-eiland, de safety relais en het flexi loop systeem.

De elementen uit de centrale kast krijgen de referentie "Schakelkast kaartnummer" onderaan in de index bij deelproject. Voor station 1 en station 2 wordt dit "station x kaartnummer".



World leading
experts in pneumatics



4 Veiligheidsconcept

Alle machines die ontwikkeld worden, dienen onderworpen te worden aan een gevarenanalyse. Ook deze machine ontsnapt hier niet aan. Het is niet de bedoeling om de volledige theorie over veiligheid in deze cursus op te nemen, er wordt enkel een kort overzicht gegeven van de ondernomen stappen.

Bij het bepalen van de grenzen van de machine en de identificatie van de gevaren werden per station de gevaren geïnventariseerd en de risico's beoordeeld. Per station worden deze gevaren en risico's getoond. Zoals verderop in de cursus duidelijk zal worden, zullen de gevaren en de risico's eerder beperkt zijn.

Belangrijk om weten echter is dat het reduceren van de risico's altijd in onderstaande volgorde dient te gebeuren

- Collectieve maatregelen door hekwerken, afschermingskappen,...
- Gebruik van technologie met veiligheidscomponenten zoals noodstoproutines, veiligheidsschermen,...
- Gebruik van informatie zoals pictogrammen, PBM's,...

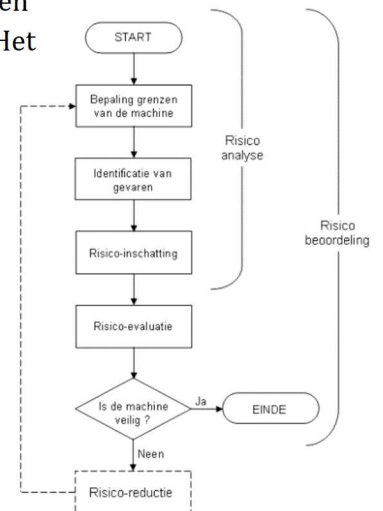
in de stations was het niet mogelijk om met hekwerken en afschermkappen te werken wegens praktische redenen. Er werd dus gekozen voor technologie om de gebruikers te beschermen.

Om risicoreductie te gaan doen met behulp van technologie kan er een beroep worden gedaan op de norm ISO 13849. Indien via deze weg een analyse wordt gedaan en dit opgenomen wordt in de verklaring van overeenstemming, dan wordt er conformiteit met de machinerichtlijn verworven.

De uitkomst van een risico analyse volgens norm ISO 13849 mondt uit in de term Performance Level (Pl). Dit duidt op de betrouwbaarheid van het veiligheidssysteem met technologische hulpmiddelen en wordt aangeduid met letter a, b, c, d en e. Letter a duidt op een zeer eenvoudig veiligheidssysteem terwijl letter e de hoogste graad van veiligheid garandeert wanneer er beroep moet gedaan worden op de veiligheid. Het spreekt voor zich dat veiligheidssystemen volgens Pl e ook veel duurder zijn dan die volgens Pl a .

Wanneer op de machine TSI 4.0 een risico analyse volgens norm ISO 13849 zou uitgevoerd worden, kom je zeker niet aan Pl d. Het zal eerder Pl b worden (zie verder per station). Toch hebben sommige fabrikanten ervoor gekozen om dubbelkanaalse veiligheidscomponenten in te zetten die apart een Pl e kunnen bereiken.

Alle stations hebben 1 veiligheidsfunctie gemeenschappelijk namelijk noodstop in → Perslucht af. Een veiligheidskring bestaat altijd uit 3 onderdelen : input – Logic – Output.



World leading
experts in pneumatics

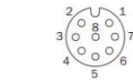


In dit concrete geval wordt dit :

Input : Noodstopknop

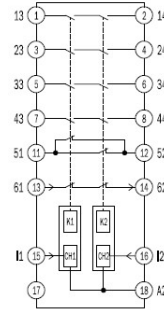


Aansluitschema



| | |
|---|---------------------|
| 3 | N/C contact |
| 4 | N/C contact |
| 7 | N/C contact |
| 8 | N/C contact |
| 5 | LED + (reset) |
| 6 | LED - (reset) |
| 1 | N/O contact (reset) |
| 2 | N/O contact (reset) |

Logic : Safety relais



Output : 3/2-ventiel



De noodstop is met zijn 2 contacten aangesloten :

dubbelkanaals PI e

De safety relais is met dubbele contacten aangesloten :

dubbelkanaals PI e

Er is slechts een enkele 3/2-klep op de stations in de luchtverzorging om de perslucht te laten afblazen :

enkelkanaals PI c

De keten is slechts zo sterk als de zwakste schakel dus de enkelkanaalse klep haalt de PI van de volledige keten onderuit. Het maximum bereikbare Performance Level bedraagt dus **PI c**.

De andere veiligheidsfuncties in de jaargangen zijn als volgt

Na bediening noodstop :

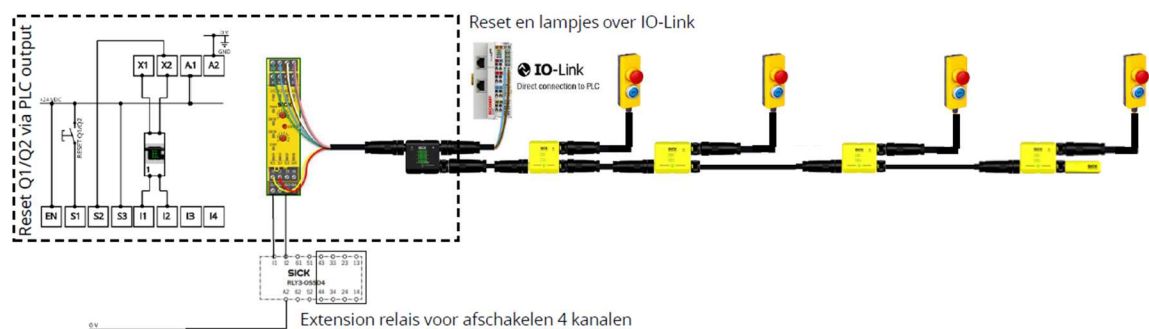
- Jaargang 1
 - Ontluchten perslucht via noodstopventiel in luchtverzorging
 - Uitvallen spanning naar motor transportband
 - Behoud vacuüm in de zuignap
 - Valbeveiliging verticale cilinder
- Jaargang 2
 - Ontluchten perslucht via noodstopventiel in luchtverzorging
 - Uitvallen spanning naar M24V van stappenmotor
 - Behoud grijpkracht in grijpcilinder
 - Stilstand draaicilinder

World leading
experts in pneumatics



4.1 Veiligheidskring op componentniveau

Voor het stuurgedeelte van de veiligheidskring wordt gebruik gemaakt van de flexi-loop van SICK. Hiermee kunnen tot 32 verschillende noodstoppen met verlichte resetknop in serie bekabeld worden naar 1 safety relais. De spanningslijn tussen de noodstoppen en het safety relais wordt uiteraard veilig en rechtstreeks verbroken. De andere signalen (reset en lamp) verlopen via IO-link communicatie : de procesdata bevatten de 32 mogelijke resetknoppen (inputs) en de 32 mogelijke lampen (outputs). Met behulp van functieblokken van de PLC fabrikanten kan achterhaald worden welke van de 32 noodstoppen werd ingedruwd. Op die manier kan de juiste lamp aangesproken worden om te gaan knipperen.



Het extension relais dient om de voeding naar de safety related componenten van de stations te verbreken. Dit patroon herhaalt zich elk jaargang. Zoals in het elektrisch schema zichtbaar is, zal elk station dus vanuit de gemeenschappelijke schakelkast gevoed worden met 2 aparte spanningen : een gewone 24 VDC voeding vanuit de afgezekerde Beckhoff kaarten type EL9222 en safety related 24 VDC voeding die ook vertrekt vanuit deze afgezekerde kaarten maar onderweg nog passeert doorheen één van de 4 dubbele vermogen contacten van de extension relais.

Vanuit SICK worden volgende veiligheidscomponenten geleverd :

Jaarlijks :

- Serieschakeling Flexi-Loop type FLN-EMSS1100108 (gele tussenknopen) met bekabeling
- een noodstopkastje met resetknop type ES11-SC4D8. Deze blauwe resetknop bevat een lamp die door het PLC programma kan knipperen.

Eénmalig :

- een klassieke noodstoprelais Flexi Classic type UE410-MU3T5 aangesloten op de flexi-loop.
- een extension noodstoprelais type RLY3-OSSD100. Deze krijgt zijn inputs vanuit de outputs van de Flex Classic. Hiermee worden de safety related componenten van elk station veilig afgeschakeld :
 - contacten 13-14 voor jaargang 1

World leading
experts in pneumatics



- contacten 23-24 voor jaargang 2
- contacten 33-34 voor jaargang 3
- contacten 43-44 voor jaargang 4
- Serieschakeling configuratieknoop type FLA-MSTR00002 met bekabeling
- Eindweerstand type FLT-TERM00001

Om de Flexi Classic veiligheidsrelais te resetten kan gebruik gemaakt worden van een vrije digitale output van een PLC outputkaart in de schakelkast. Het demomodel is als volgt aangesloten en geprogrammeerd :

- Noodstop in → hardware matig wordt het Flexi Classic veiligheidsrelais afgeschakeld
- Via IO-link is het systeem op de hoogte welke noodstopknop werd ingedruwd
- De derde output van de Flexi Classic Q3 is aangesloten op een vrije digitale input van de PLC in de schakelkast
- De juiste lamp in de blauwe resetknop gaat nu flikkeren via IO-link.
- Enkel na ontgrendelen van de noodstop en het duwen op de knipperende resetknop zal de Flexi Classic via een vrije digitale output van de PLC in de schakelkast gereset worden.
- Op die manier worden alle voedingen van de safety related componenten van alle stations hersteld

4.2 Inteachen flexi-loop systeem

Het instellen van het flexi-loop systeem vraagt enige aandacht. Op de website van SICK staat een interessante video met hierin de te nemen stappen om dit systeem in te teachen.

De Flexi Classic safety relais heeft echter ook nog tal van instelmogelijkheden en moet dus ook in een welbepaalde stand staan om de signalen van de flexi loop te verwerken. Dus eerst de flexi classic instellen, daarna de procedure voor de flexi loop via het filmpje. In de operation manual van de Flexi Classic staat volgende vermeld

- Rode draaiwiel voor deze opstelling naar stand 6. Stand 6 “past” bij de bekabeling zoals in vorige figuur werd weergegeven. Daarna onderstaande procedure uitvoeren
 - Voeding afschakelen
 - Voeding terug aan terwijl de “Enter” knop ingedrukt blijft
 - Als hierna de “Error” LED begint te knipperen, dient de “Enter” losgelaten te worden binnen 3 seconden.
 - Hierna is de Flexi Classic teaching procedure compleet. Hierna kan de inteaching van de Flexi Loop volgens het filmpje gebeuren.



World leading
experts in pneumatics

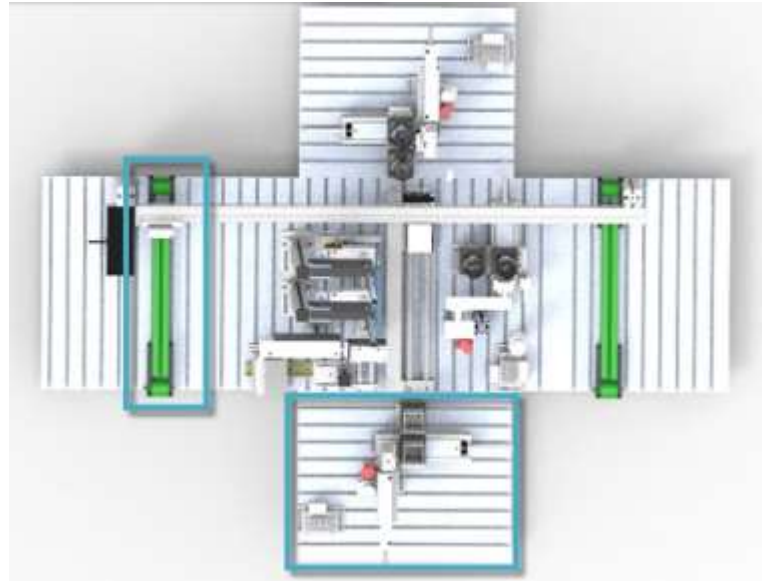


5 Jaargang 1 : tafels 1 en 6

Zoals eerder vermeld bevat deze jaargang het station voor de onderblokken en een klassieke transportband met zelfgemaakte encoder. Deze transportband dient dus later in de minfabriek als één van de twee eindposities.

De technologieën die in deze jaargang naar voor komen zijn :

- Automatisch lekdetectie en monitoring verbruik van perslucht
- Veiligheid : flexi loop met IO link communicatie
- Diverse sensoren
- Werken met HMI
- Analoge en digitale signalen

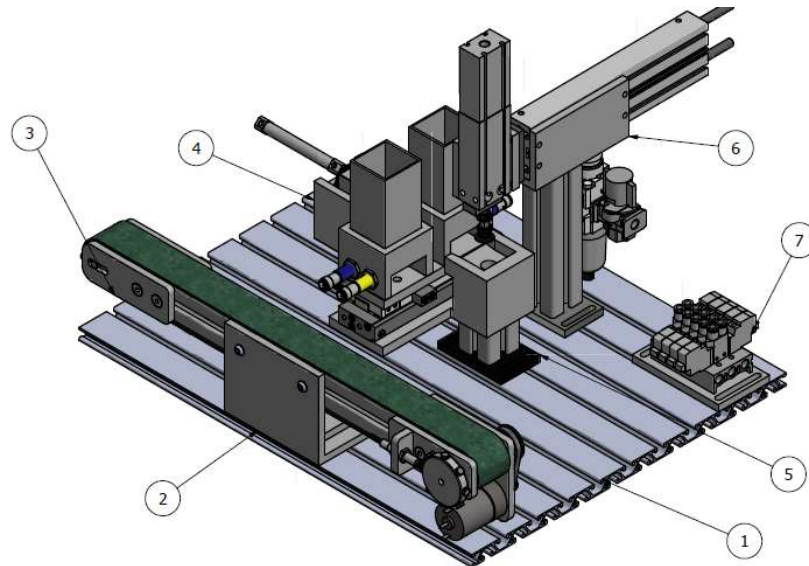


World leading
experts in pneumatics



5.1 Stand alone project voor jaargang 1

Op één aluminium plaat van 500 mm x 400 mm zullen alle componenten gemonteerd moeten worden. Zoals eerder vermeld wordt de data en de elektrische voeding geleverd vanuit de centrale kast.



| Nr | Aantal | Onderdeel |
|----|--------|----------------------|
| 1 | 1 | Grondplaat |
| 2 | 1 | Beugel transportband |
| 3 | 2 | Transportband |
| 4 | 1 | Magazijn |
| 5 | 1 | Steun magazijn |
| 6 | 1 | Houder zuignap |
| 7 | 1 | Ventieleiland |

Een stand alone project voor deze jaargang zou kunnen zijn : De gebruiker kiest via een HMI voor een metalen of een plastic onderblok. Het juiste magazijn positioneert zich voor de uitstootcilinder waarna deze het onderblok onder de manipulator duwt. Deze manipulator neemt via vacuüm het blokje op en verplaatst het naar de transportband. Afhankelijk van het gekozen onderblok zal de transportband naar links of naar rechts bewegen.

Een detectie met sensoren zal in de magazijnen aanwezig zijn om een melding te geven dat de juiste onderblokken in de juiste magazijnen geplaatst zijn. Een aparte cyclus dient nog geprogrammeerd worden om een lekdetectie te genereren.

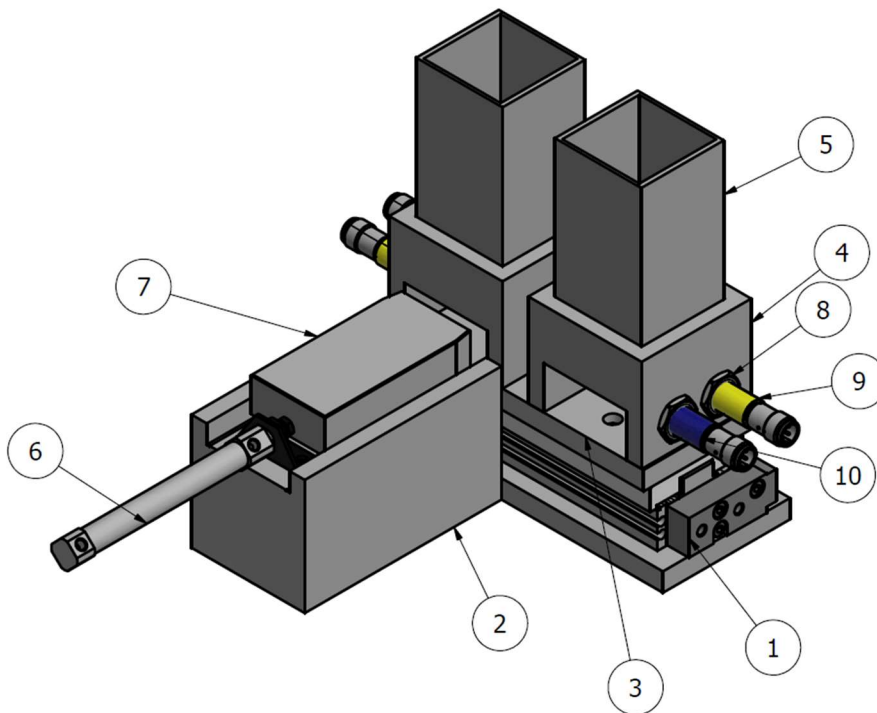
World leading
experts in pneumatics



5.2 Bespreking mechanisch opbouw

5.2.1 Pick and place station 1

Onderstaande figuren tonen de samenstelling van de pick and place van jaargang 1 met hierop de verschillende onderdelen.



| Nr | Aantal | Onderdeel |
|----|--------|-------------------------|
| 1 | 1 | Cilinder MXS |
| 2 | 1 | Drager uitstootcilinder |
| 3 | 1 | Bodemplaat magazijn |
| 4 | 2 | Kokerhouder |
| 5 | 2 | Magazijnkoker |
| 6 | 1 | Cilinder CJ2 |
| 7 | 1 | Pushing block |
| 8 | 4 | Moer M12 |
| 9 | 2 | Capacitieve sensor |
| 10 | 2 | Inductieve sensor |

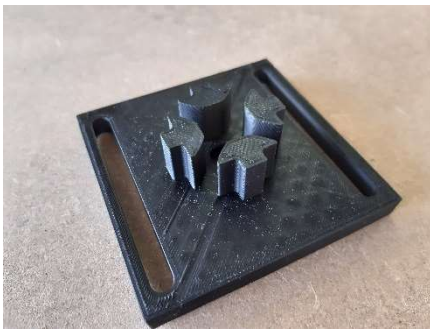
World leading
experts in pneumatics



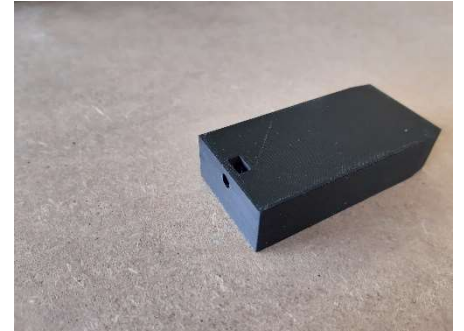
Voor de onderdelen waar het mogelijk was, is geopteerd voor een 3D geprinte variant. 3D printen biedt enorm veel mogelijkheden en de sterkte van deze onderdelen is voor het merendeel van de maakdelen ruim voldoende. De tekeningen van deze onderdelen worden als 3D assemblies maar ook als 2D tekening aangeleverd. Aan de gebruiker dus om te kiezen voor 3D printen met PLA of een verspanende techniek met aluminium toe te passen.

Een aantal foto's met praktische voordelen met 3D printen

Pushing block cilinder : In het uitstootstuk bevindt zich een holle kamer waarin een moer past. Deze moer zorgt voor de borging van de zuigerstang met schroefdraadeinde.



Onderplaat Motix profiel (Bracket_2 in technische tekeningen) : De uitsparingen van het Motix profiel zijn geprint in het stuk. Hierdoor kan het Motix profiel niet meer roteren ten opzichte van de onderplaat.



World leading
experts in pneumatics

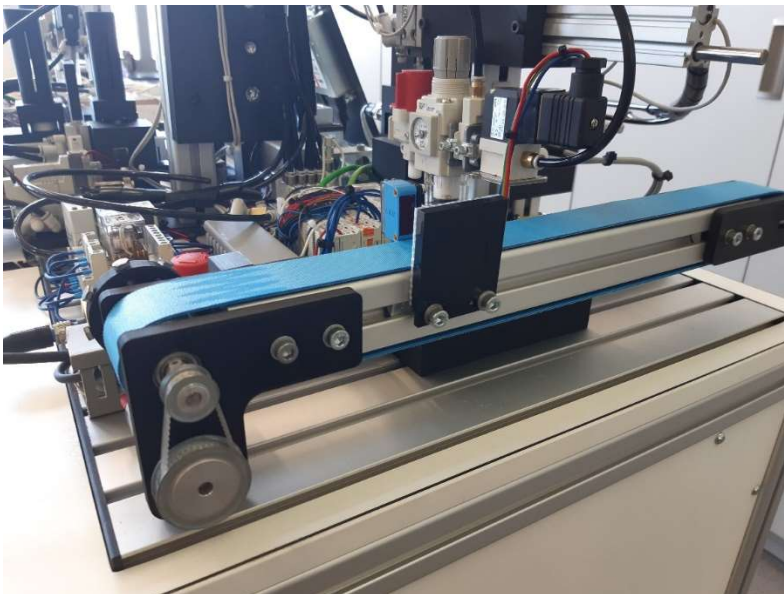


5.2.2 Transportband station 1

Ook voor de transportband werd voor een aantal stukken geopteerd voor 3D printing. Andere onderdelen zoals de assen en de omkeerrollen werden verspaand. Hiervan zijn uiteraard 2D tekeningen beschikbaar. Alle tekeningen voor het vervaardigen van de stukken zijn in een bijlage te vinden. Hieronder de samenstellingstekening.

De transportband wordt aangedreven door middel van een 24V DC motor merk IGUS type MOT-AE-B-024-003-037-F-A-AAAA. Deze heeft een ingebouwde overbrengingsverhouding van 30. Dit levert een nominaal koppel van 0.3 Nm en een nominaal toerental van 112 min⁻¹. De flensdiameter bedraagt 37 mm en de as heeft een afgevlakt uiteinde. Kabelschoentjes zijn benodigd om de elektrische verbinding te maken over de pinnen.

Door de polariteiten op de aansluitpinnen om te keren, zal de motor naar de andere richting draaien.



De as van de motor wordt verbonden met een riemschijf type T2,5 Z=40 16-6-6F VB. Dit is de grootste schijf met 40 tanden met steek van 2,5 mm. Deze wordt door middel van een tandriem type ZRM 6T2,5-160 verbonden met een kleinere riemschijf type T2,5 Z=20 16-6-6F VB. Met deze laatste riemschijf wordt de transportband aangedreven.

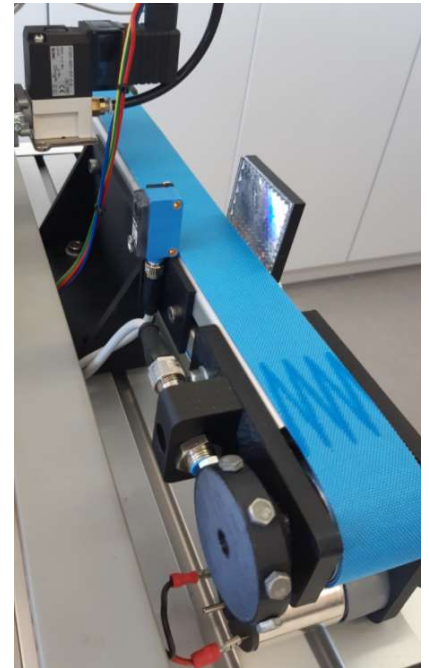
World leading
experts in pneumatics



De transportband is voorzien van 2 sensoren. De eerste sensor is een reflectieve sensor met reflector van SICK type GL6-P4112. Als deze sensor een onderblok detecteert, zal deze via de besturing de transportband doen starten.

Een tweede inductieve sensor SICK type IME12-04BPSZC0K dient als encoder. Aan de aandrijfrol is een schijf met 8 bouten gemonteerd. De sensor detecteert de pulsen van de metalen bouten waardoor via een formule de voortgang van de band kan bepaald worden. 8 pulsen komen overeen met 1 volledige toer ; 1 volledige toer = omtrek cirkel met de diameter van de aandrijfrol.

$$\text{afstand per puls} = \frac{\pi \cdot D_{\text{aandrijfrol}}}{8}$$



World leading
experts in pneumatics



5.3 Bespreking pneumatische componenten

5.3.1 Pneumatisch schema

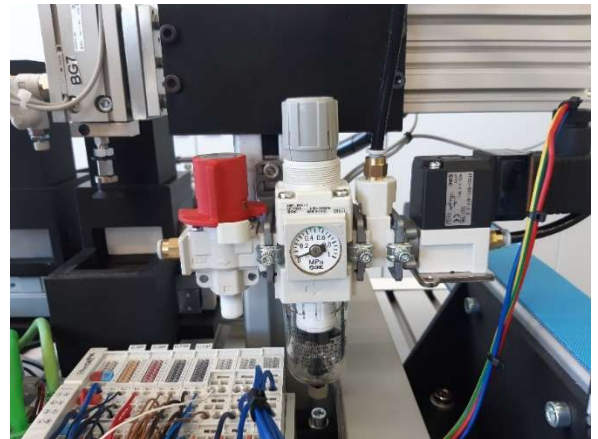
Het pneumatisch schema in bijlage is gecodeerd volgens de norm EN 81346-2 met de 2 letter methode. De codes voor de cilinders zijn aangevuld met logische benamingen om de leesbaarheid ervan te bevorderen.

De luchtverzorging eindigt met een elektrisch bediend 3/2-ventiel (noodstopventiel). Na een noodstop zal alle lucht via dit ventiel uit de machine verwijderd worden. Het vacuüm echter mag niet verdwijnen op het moment dat een blokje verplaatst wordt met de zuignap. Daarom is er voor dit noodstopventiel nog een aftakking voorzien. Deze aftakking staat pneumatisch in verbinding met een apart voedingsblokje onder het wegventiel naar de vacuümejector. . Merk op dat het 5/2-wegventiel naar de ejector aangesloten is als een NO 3/2-ventiel. Hierdoor zal ook bij een elektrisch defect het vacuüm actief blijven. Hiermee moet wel rekening gehouden worden in het PLC programma.

5.3.2 Luchtverzorging

De luchtverzorging bestaat uit :

- Manueel bediend 3/2-ventiel. Hiermee kan de perslucht naar de module geschakeld worden. In de andere stand kan de perslucht uit de module geëvacueerd worden.
- Filter regelaar type AW20-F01E-B. Filteren op niveau 5µm en de druk instellen.
- T-verbinding type Y210-F01-A. Op het pneumatisch schema wordt duidelijk dat dit element verbonden is met een voedingsspacer in de ventielenblok. Hierdoor wordt de perslucht naar de vacuümejector niet onderbroken na een noodstop en valt het blokje niet naar onder.
- Elektrisch bediend 3/2-ventiel type VT307-5DZ1-01F-F-Q. Na induwen van de noodstop zal dit ventiel afschakelen zodat de perslucht uit de module verdwijnt. Na reset wordt het ventiel terug geschakeld en zal de perslucht terug de module binnenkomen



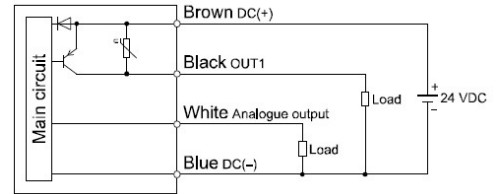
5.3.3 Debietmeter

De debietmeter type PFM750-C6-FW-R werd geïnstalleerd om het verbruik te monitoren en om een lekdetectie te kunnen programmeren. Tegelijkertijd kan het piekdebiet in de module gebruikt worden om componenten zoals ventielen en luchtverzorging juist te dimensioneren.



De debietmeter is elektrisch aangesloten met de volgende uitgangen :

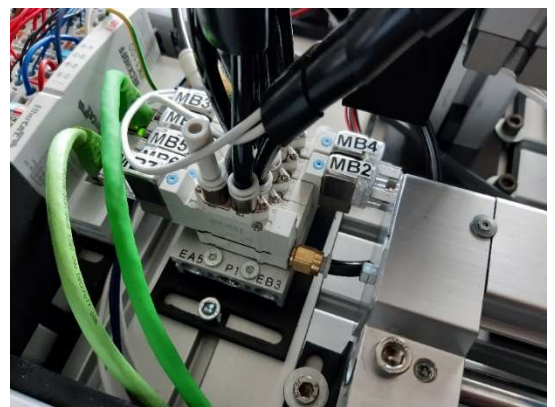
- Witte kabel : analoge uitgang. Deze stuurt een 4-20 mA signaal naar de besturing dat overeenstemt met een debiet van 1-50 l/min ANR.
- Zwarte kabel : digitale uitgang. Deze kan op 3 manieren geparametreerd worden en is hier ingesteld op Pulse. Dit betekent dat telkens als er 0.1 l ANR passeert doorheen de debietmeter, er een puls verstuurd wordt naar de aangesloten digitale ingang van de besturing. Op die manier kan het verbruik gemeten worden.



5.3.4 Ventielenblok

Het ventielenblok bestaat uit een centraal aluminium onderblok waarop de verschillende ventielen type SY3x20 gemonteerd zijn. Tussen het onderblok en het ventiel voor de bediening van het vacuüm bevindt zich nog een tussenblok. Dit tussenblok ontvangt de perslucht voor het elektrisch afblaasventiel (noodstop) zodat het vacuüm bij noodstop altijd gegarandeerd blijft.

De ventielen werken op 24 VDC en zijn aangesloten op de digitale outputkaart van het IO-eiland



World leading
experts in pneumatics

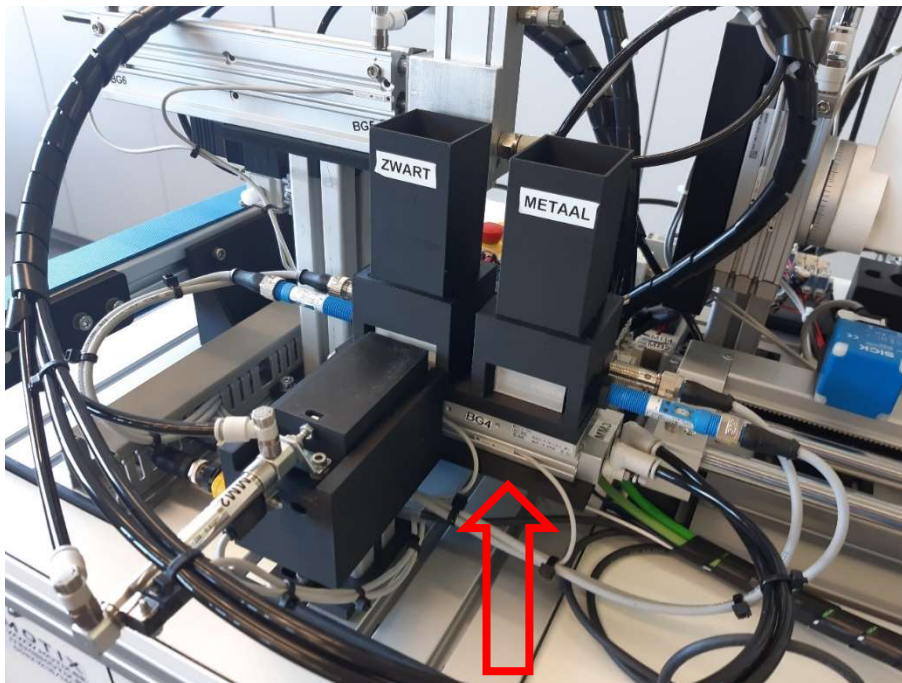


5.3.5 Selectiecilinder MM1

Deze cilinder type MXS12-75P is een geleide cilinder met tafelgeleiding en is geschikt om het plateau te verplaatsen waarop de gravitiemagazijnen gemonteerd zijn. De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switches type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



De persluchtaansluitingen bevinden zich aan de achterzijde. Op deze manier gaat er zo weinig mogelijk ruimte verloren aan de zijkanten en kan er compact ingebouwd worden.



De cilinder wordt vaak gebruikt in toepassingen waar zware objecten nauwkeurig en met hoge herhaalnauwkeurigheid moeten verplaatst worden. Daarom is er een mogelijkheid om de kinetische energie op het einde van de slag op te vangen met behulp van schokdempers. In deze opstelling zijn zulke schokdempers niet nodig; dit kan aangetoond worden met behulp van de gratis software "Guide cylinder selection software" van SMC. Deze software is te downloaden vanaf www.smc.be.

Uitgaande van een massa van een gevuld magazijn van 150 g en een gemiddelde snelheid van 300 mm/s voor de slag van 75 mm bevestigt de software dat de maximale kinetische energie met klassieke rubber eindbuffering niet overschreden wordt.

World leading
experts in pneumatics



SMC Guide Cylinder Selection Software Ver.3.1

MXS Series

Mounting orientation

Input condition

Mounting orientation: Horizontal mounting Ceiling mounting
 Wall mounting Vertical mounting

Part number: MCS12
 Operating pressure: 0.50 MPa
 Stroke: 75 mm
 Mean piston velocity: 300.00 mm/s
 Load weight: 0.15 kg
 Type of cushion: Rubber bumper
 Workpiece mounting position: Table mounting

Overhang
 Lx: 10 mm
 Ly: 10 mm
 Lz: 10 mm

Start calculation

Print Save
 Back Help

Calculation result

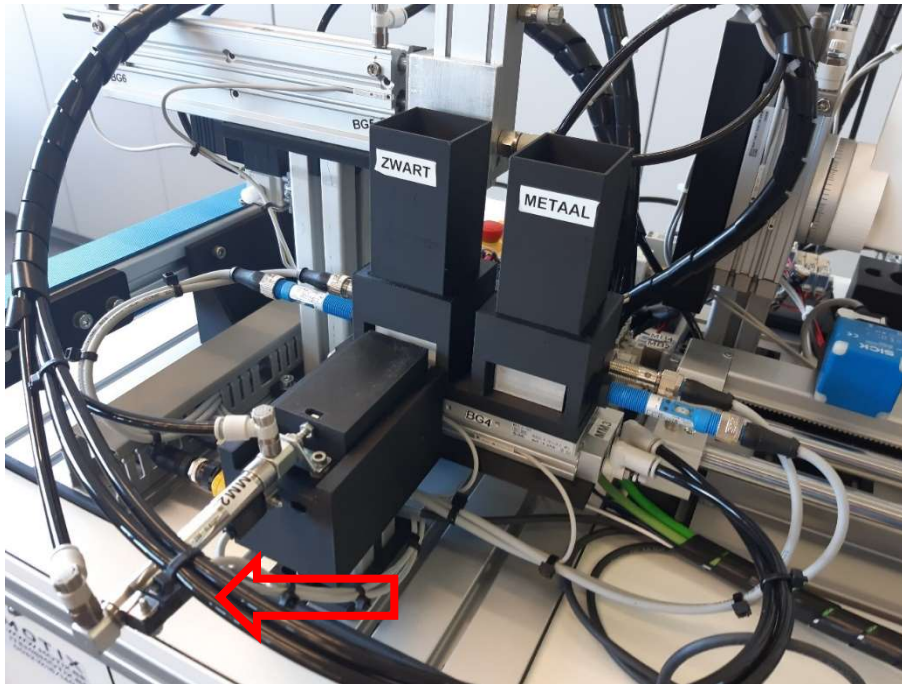
| Name | Unit | Calculate results | Tolerance | Judgment | Explanation |
|--------------------------|------|-------------------|-----------|--------------|-------------|
| Operating pressure | MPa | 0.500 | 0.15~0.7 | Within range | Explanation |
| Mean piston velocity | mm/s | 300.000 | 50~500 | Within range | Explanation |
| Kinetic energy | J | 0.01323 | 0~0.055 | Within range | Explanation |
| Load weight | kg | 0.150 | 0~1 | Within range | Explanation |
| Static pitch moment Mp | Nm | 0.050 | 0~10 | Within range | Explanation |
| Static yaw moment My | Nm | 0.000 | 0~10 | Within range | Explanation |
| Static roll moment Mr | Nm | 0.051 | 0~10 | Within range | Explanation |
| Dynamic pitch moment Map | Nm | 0.152 | 0~7.143 | Within range | Explanation |
| Dynamic yaw moment May | Nm | 0.288 | 0~7.143 | Within range | Explanation |
| Load factor grand total | - | 0.147 | 0~1 | Within range | Explanation |

World leading
 experts in pneumatics



5.3.6 Uitstootcilinder MM2

Deze cilinder type CDJ2B10-60Z-B is een klassieke dubbelwerkende cilinder. De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-C73L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.

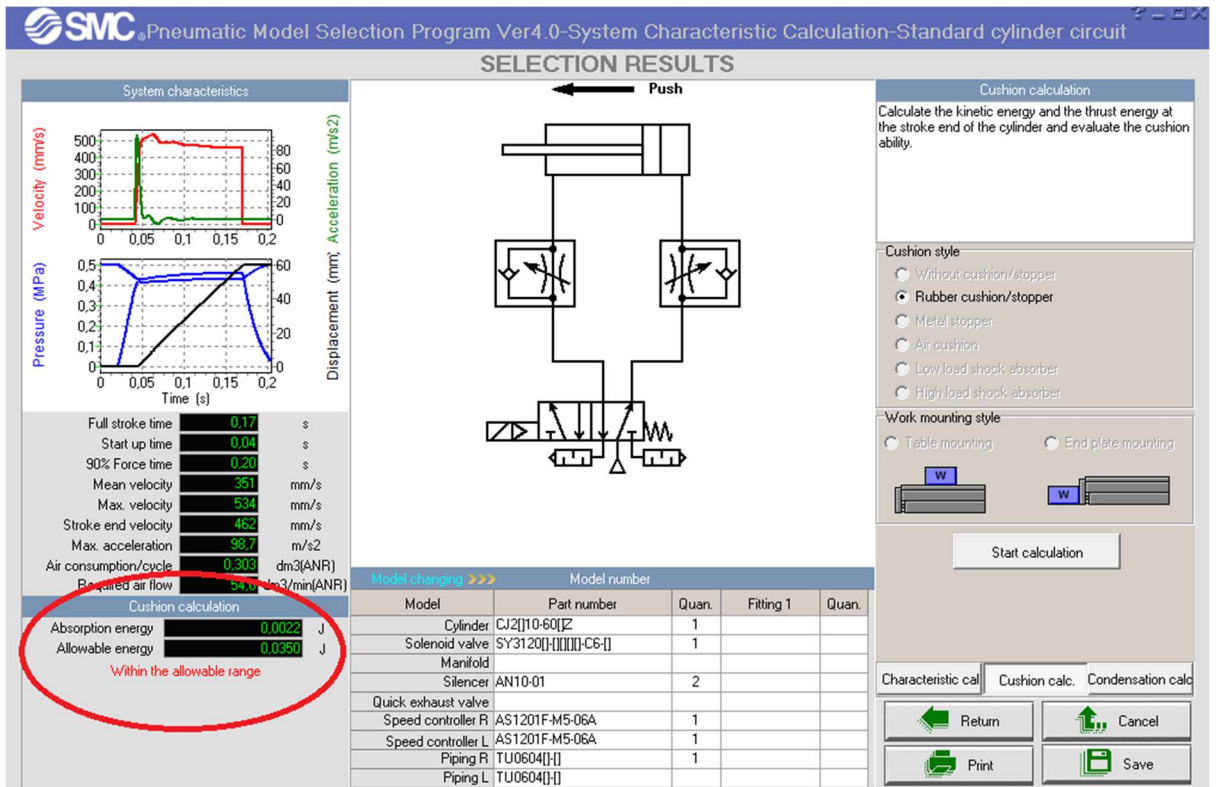


Deze cilinder kan ook uitgevoerd worden met een luchtbuffering om de kinetische energie op het einde van de slag op te vangen. Met behulp van de gratis software "Model Selection Software" kan dit berekend worden voor klassieke cilinders.

Uitgaande van een massa van een blokje van 10 g en een gemiddelde snelheid van 300 mm/s voor de slag van 60 mm bevestigt de software dat de maximale kinetische energie met klassieke rubber eindbuffering niet overschreden wordt.

World leading
experts in pneumatics





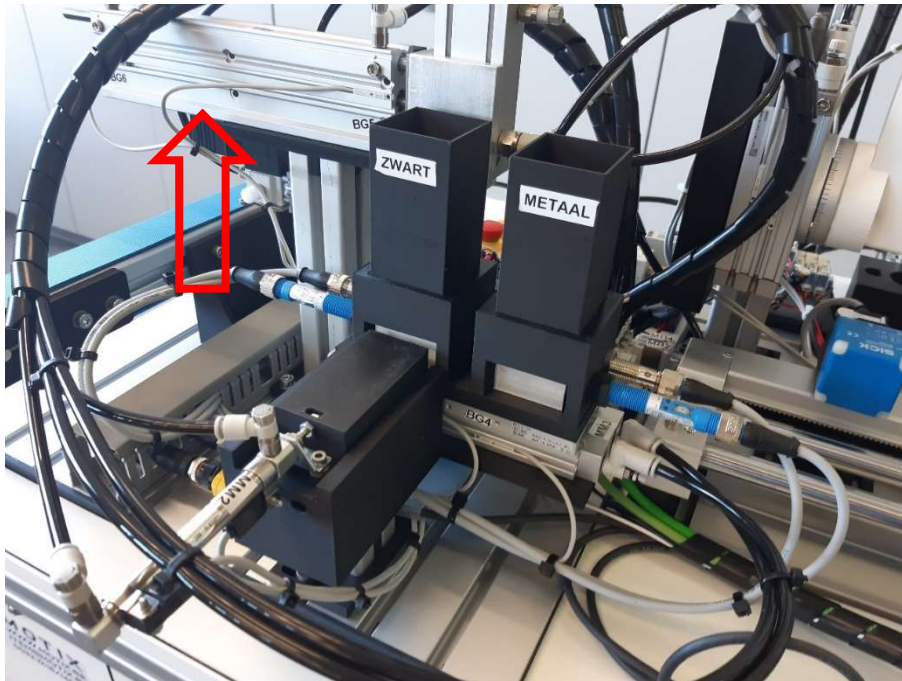
World leading
 experts in pneumatics



5.3.7 Horizontale manipulator MM3

Deze cilinder type MGPM12-200Z is een geleide cilinder met stanggeleiding. De ingebouwde glijlagers rond de buitenste assen zorgen voor ondersteuning tijdens de uitgaande slag. Hierdoor wordt de momentbelasting ten gevolge van bevestigde massa (verticale manipulator) en de krachtarm (200 mm) opgevangen.

De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



Om de juiste geleide cilinder te berekenen, kan net als voor de kinetische energie van geleide cilinders gebruik gemaakt worden van de software "Guide cylinder selection software" van SMC.

World leading
experts in pneumatics



Uitgaande van een massa van de verticale cilinder en het blokje van 550 g en een gemiddelde snelheid van 200 mm/s voor de slag van 200 mm bevestigt de software dat de cilinder geschikt is om de dwarskrachten op te vangen en wordt maximale kinetische energie met klassieke rubber eindbuffering niet overschreden.

SMC Guide Cylinder Selection Software Ver.3.1

MGP Series

Mounting orientation

Input condition

Mounting orientation

Vertical mounting

Horizontal mounting

Stopper

Part number: MGFPM12

Operating pressure: 0.50 MPa

Stroke: 200 mm

Mean piston velocity: 200.00 mm/s

load mass: 0.55 kg

Cushion type: Rubber bumper

Operating direction: OUT

Eccentric distance

L1: 20.00 mm

L2: 30.00 mm

Start calculation

Print Save

Back Help

Calculation result

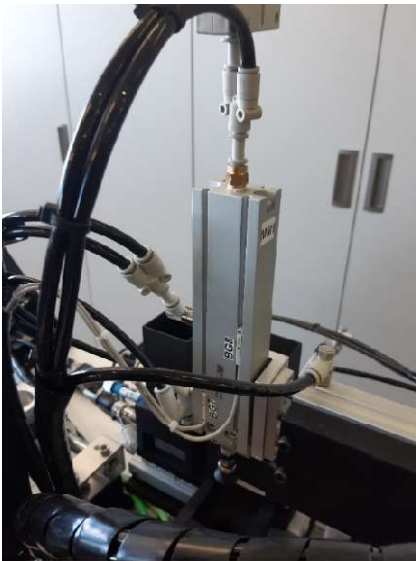
| Name | Unit | Calculate results | Tolerance | Judgment |
|------------------------|------|-------------------|----------------|--------------|
| Operating pressure | MPa | 0.500 | 0.120~1.000 | Within range |
| Collision piston speed | mm/s | 280.000 | 50.000~500.000 | Within range |
| Kinetic energy | J | 0.035 | 0.00~0.043 | Within range |
| Load weight | kg | 0.550 | 0.00~0.676 | Within range |

World leading
experts in pneumatics



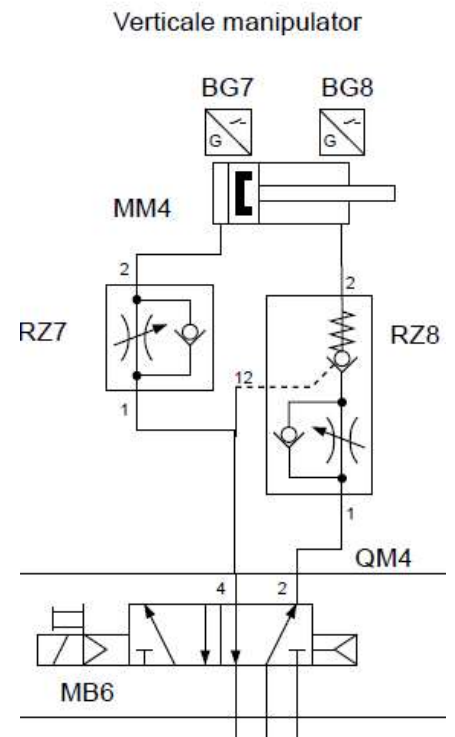
5.3.8 Verticale cilinder MM4 met gepiloteerde terugslagklep

Deze cilinder type ZCDUKC20-50D is een dubbelwerkende cilinder met holle zuigerstang. De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-A93L, 1 snelheidsregelaar type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering. Er is echter nog een 3-de persluchtaansluiting voor het vacuüm. Op het uiteinde van de cilinder kan rechtstreeks de zuignap type ZPT16UN-B6 gemonteerd worden.



In de onderste persluchtaansluiting dient de gepiloteerde terugslagklep type ASP330F-01-06S gemonteerd te worden met behulp van de verloopkoppeling type WNH-M5-F01V. In het pneumatisch schema is deze component zichtbaar met de referentie RZ8.

De gepiloteerde terugslagklep doet hier dienst als valbeveiliging. Bij uitval van de perslucht na een slangbreuk of na een noodstop "valt" de zuiger van de cilinder in het luchtkussen dat kan gevormd worden door de afgesloten terugslagklep. Bij druk op de piloot aansluiting (stippellijn) zal de bol uit zijn zitting gelift worden waardoor de perslucht in beide richtingen door de terugslagklep kan stromen.



World leading
experts in pneumatics

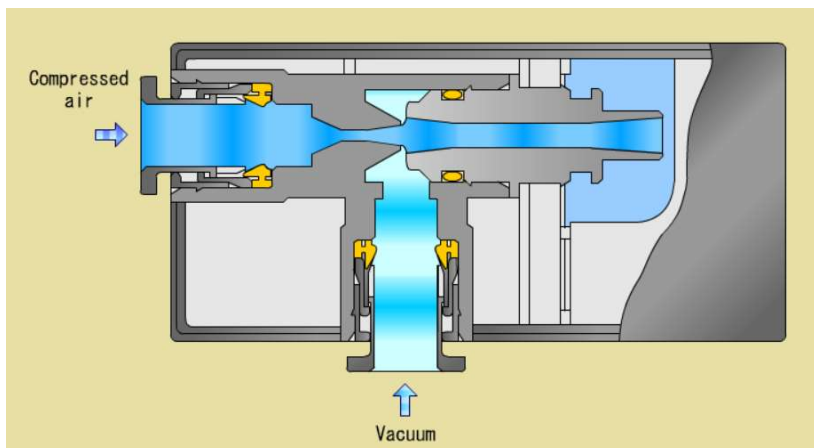


5.3.9 Vacuüm

Het vacuüm dat nodig is om het onderblok aan te zuigen wordt geleverd door een ejector type ZH07BS-06-06. Deze wordt via een koppelstuk rechtstreeks gemonteerd op de bovenste aansluiting van cilinder MM4, welke via een holle zuigerstang verbonden is met de zuignap. Deze aansluiting is tevens verbonden met een digitale vacuümdrukschakelaar type ZSE20-P-01-L. Deze zal aan de besturing bevestiging geven van de aanwezigheid van de vereiste vacuümdruk en dus van de aanwezigheid van een onderblok. De schakelwaarde kan vrij ingesteld worden. Raadpleeg hiervoor de technische documentatie van SMC.



Perslucht wordt in de ejector door een vernauwing gestuurd. Hierdoor verhoogt de snelheid van de perslucht en wordt een vacuüm gecreëerd.



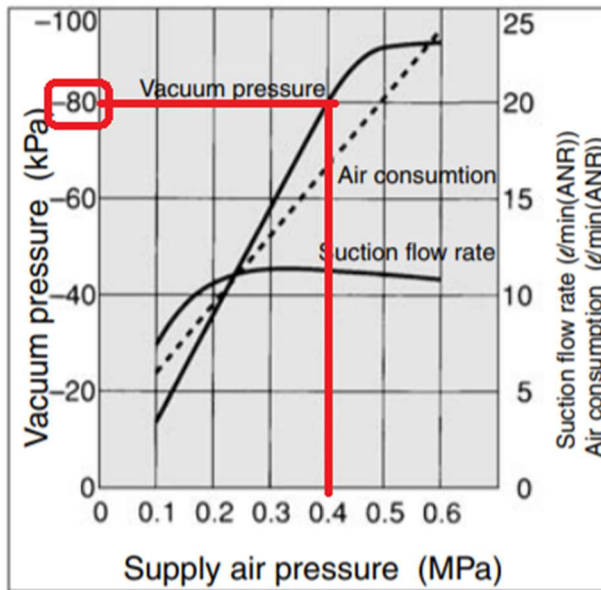
World leading
experts in pneumatics



De grootte van deze vacuümdruk hangt af van verschillende factoren zoals voedingsdruk en poreusheid van het op te nemen materiaal. Als we uitgaan van een voedingsdruk van 0,4 MPa en een lekvrije toepassing (metalen onderblok dus geen lek), dan kan er een vacuümdruk van -80 kPa gehaald worden.

ZH07□S

Exhaust characteristics



De hefkracht van een zuignap is afhankelijk van de grootte van de gebruikte vacuümdruk, de actuele atmosferische druk en de diameter van de zuignap. De zuignap heeft een diameter van 16 mm. Uit onderstaande tabel valt af te leiden dat de theoretische hefkracht van deze zuignap bij een onderdruk van -80 kPa 16,1 N bedraagt. Hier wordt nog een veiligheidsfactor van 4 op toegepast waardoor de eigenlijke hefkracht op 4 N uitkomt.

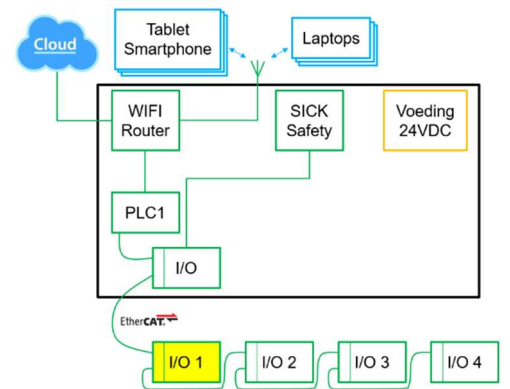
| Theoretical Lifting Force | | | | | | | | | | | | | | | | Unit: N |
|-----------------------------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| Pad size (mm) | 2 x 4 | 3.5 x 7 | 4 x 10 | ø2 | ø4 | ø6 | ø8 | ø10 | ø13 | ø16 | ø20 | ø25 | ø32 | ø40 | ø50 | |
| Pad area (cm ²) | 0.07 | 0.21 | 0.36 | 0.031 | 0.126 | 0.283 | 0.503 | 0.785 | 1.33 | 2.01 | 3.14 | 4.91 | 8.04 | 12.6 | 19.6 | |
| Vacuum pressure (kPa) | -85 | 0.60 | 1.78 | 3.06 | 0.264 | 1.07 | 2.41 | 4.28 | 6.67 | 11.3 | 17.1 | 26.7 | 41.7 | 68.3 | 107 | 167 |
| | -80 | 0.56 | 1.68 | 2.88 | 0.248 | 1.01 | 2.26 | 4.02 | 6.28 | 10.6 | 16.1 | 25.1 | 39.3 | 64.3 | 101 | 157 |
| | -75 | 0.53 | 1.57 | 2.70 | 0.233 | 0.945 | 2.12 | 3.77 | 5.89 | 9.98 | 15.1 | 23.6 | 36.8 | 60.3 | 94.5 | 147 |
| | -70 | 0.49 | 1.47 | 2.52 | 0.217 | 0.882 | 1.98 | 3.52 | 5.50 | 9.31 | 14.1 | 22.0 | 34.4 | 56.3 | 88.2 | 137 |
| | -65 | 0.46 | 1.36 | 2.34 | 0.202 | 0.819 | 1.84 | 3.27 | 5.10 | 8.65 | 13.1 | 20.4 | 31.9 | 52.3 | 81.9 | 127 |
| | -60 | 0.42 | 1.26 | 2.16 | 0.186 | 0.756 | 1.70 | 3.02 | 4.71 | 7.98 | 12.1 | 18.8 | 29.5 | 48.2 | 75.6 | 118 |
| | -55 | 0.39 | 1.15 | 1.98 | 0.171 | 0.693 | 1.56 | 2.77 | 4.32 | 7.32 | 11.1 | 17.3 | 27.0 | 44.2 | 69.3 | 108 |
| | -50 | 0.35 | 1.05 | 1.80 | 0.155 | 0.630 | 1.42 | 2.52 | 3.93 | 6.65 | 10.1 | 15.7 | 24.6 | 40.2 | 63.0 | 98.0 |
| | -45 | 0.32 | 0.94 | 1.62 | 0.140 | 0.567 | 1.27 | 2.26 | 3.53 | 5.99 | 9.05 | 14.1 | 22.1 | 36.2 | 56.7 | 88.2 |
| | -40 | 0.28 | 0.84 | 1.44 | 0.124 | 0.504 | 1.13 | 2.01 | 3.14 | 5.32 | 8.04 | 12.6 | 19.6 | 32.2 | 50.4 | 78.4 |

World leading
experts in pneumatics



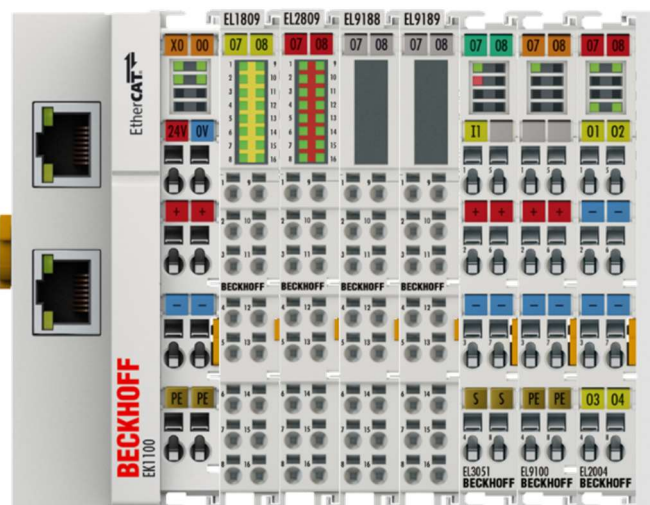
5.4 Automatisatie

Alle componenten die deel uitmaken van het automatische proces voor station 1 zijn aangesloten op het IO-eiland van Beckhoff (I/O 1 figuur hiernaast). Elk jaargang heeft immers een lokaal IO-eiland; dit eiland is gekoppeld aan het IO-eiland uit de kast dat op zijn beurt zijn data ontvangt en verstuurt naar de IPC, het brein van de TSI4.0.



De opbouw van het IO-eiland is als volgt

- EtherCat coupler voor E-bus type EK1100
- Inputkaart voor 16 digitale inputs type EL1809
- Outputkaart voor 16 digitale outputs type EL2809
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 24V type EL9188
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 0V type EL9189
- Inputkaart voor 1 analoge ingang 4...20 mA type EL3051
- Potentiaal scheidingskaart voor veilige uitgangen type EL9100
- Outputkaart voor 4 digitale outputs type EL2004



Het kopstation EK1100 wordt gevoed vanuit de centrale kast.

Het voorlaatste station EL9100 wordt gevoed vanuit de safety relais. De laatste module EL2004 ontvangt zijn spanning rechtstreeks vanuit EL9100 en zal dus uitvallen na duwen op eender welke noodstop van de 4 stations.

World leading
experts in pneumatics



5.4.1 IO-lijst

Onderstaande lijsten tonen de inputs en outputs die aangesloten zijn op de besturing. De kolommen tonen :

- het aansluitnummer van de betreffende kaart
- de benaming van de component
- de naam van de variabele in het PLC programma
- de code uit het elektrisch of pneumatisch schema

Digitale Inputkaart Beckhoff EL1809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| 1 | Selectiecilinder uit | bM1cylselectie_Sbuiten | BG2 |
| 2 | Selectiecilinder in | bM1cylselectie_Sbinnen | BG1 |
| 3 | Uitstootcilinder uit | bM1cyluitstoot_Sbuiten | BG4 |
| 4 | Uitstootcilinder in | bM1cyluitstoot_Sbinnen | BG3 |
| 5 | Horizontale manipulator uit | bM1cylhor_Sbuiten | BG6 |
| 6 | Horizontale manipulator in | bM1cylhor_Sbinnen | BG5 |
| 7 | Verticale manipulator uit | bM1cylver_Sbuiten | BG8 |
| 8 | Verticale manipulator in | bM1cylver_Sbinnen | BG7 |
| 9 | Vacuüm OK | bM1vacuum_Saanwezig | BP1 |
| 10 | Cap sensor magazijn zwart | bM1Cap_SZwart | BG9 |
| 11 | Cap sensor magazijn metaal | bM1cap_SMetaal | BG10 |
| 12 | Ind sensor magazijn zwart | bM1Ind_SZwart | BG11 |
| 13 | Ind sensor magazijn metaal | bM1Ind_SMetaal | BG12 |
| 14 | Refl sensor transportband St1 | bM1Refl_STransportband | BG13 |
| 15 | Ind sensor encoder | bM1Ind_SEncoder | BG14 |
| 16 | Debietmeter pulsteller | bM1Debietmeter | BF1 |

Digitale outputkaart Beckhoff EL2809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|---|----------------------------|----------------|
| 1 | Ventiel_selectiecilinder_buiten_bi | bM1CylSelectie_Buiten_V52b | MB1 |
| 2 | Ventiel_selectiecilinder_binnen_bi | bM1CylSelectie_Binnen_V52b | MB2 |
| 3 | Ventiel_uitstootcilinder_buiten_bi | bm1Cyluitstoot_Buiten_V52b | MB3 |
| 4 | Ventiel_uitstootcilinder_binnen_bi | bm1Cyluitstoot_Binnen_V52b | MB4 |
| 5 | Ventiel_horizontalecilinder_buiten_mono | bM1CylHorMan_Buiten_V52m | MB5 |
| 6 | Ventiel_verticalecilinder_buiten_mono | bM1CylvertMan_Buiten_V52m | MB6 |
| 7 | Ventiel_Vacuum_aan_mono | bM1CylVacuum_Aan_V52m | MB7 |

World leading
experts in pneumatics



Analoge inputkaart Beckhoff EL3051

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbol schema |
|-------------|-------------------|----------------|---------------|
| 1 | Debietmeter_zwart | nSensordebiet | BF1 |
| 2 | Debietmeter_bruin | | BF1 |
| 3 | Debietmeter_blauw | | BF1 |

Digitale outputkaart safety related Beckhoff EL2004

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbol schema |
|-------------|-----------------------|-------------------|---------------|
| 1 | Afblaasventiel_plus | bM1afblaasventiel | MB8 |
| 2 | Afblaasventiel_min | | MB8 |
| 3 | Motor_links_min | | KF1 |
| 4 | Motor_links_plus St1 | bM1_motor_links | KF1 |
| 5 | Motor_rechts_plus St3 | bM1_motor_rechts | KF2 |
| 6 | Motor_rechts_min3 | | KF2 |

World leading
experts in pneumatics



5.4.2 Graficet diagram

Er zijn verschillende mogelijkheden om de bewegingen in de module op elkaar te laten volgen. Hieronder wordt een voorbeeld getoond volgens de Graphicet methode. De bedoeling is dat dit volgens een Case instructie in Structured text vertaald wordt in het PLC programma. In een bijlage wordt deze graphicet grafisch weergegeven.

De logica is in een normale cyclus als volgt :

- Stap 0 : Keuze maken via HMI/Smartphone/Laptop metalen blok of zwarte blok
 - Als magazijn metaal leeg → Stap 31
 - Als magazijn zwart leeg → Stap 41
 - Als magazijn metaal foutief → Stap 51
 - Als magazijn zwart foutief → Stap 61
 - Als aanvraag lekdetectie → Stap 100 (zie later)
- Duwen op start, check stand alle cilinders OK en keuze zwart of metaal
 - Als alles OK en keuze metaal → Stap 1 /keuze zwart → Stap 11
 - Als stand cilinders niet OK → Stap 21
- Stap 1 : Selectiecilinder uit Stap 11 : Selectiecilinder in
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 2 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 3 : Verticale manipulator naar onder
 - Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 4 : Vacuüm activeren
 - Als vacuüm actief
- Stap 5 : Verticale manipulator naar boven / Uitstootcilinder naar binnen
 - Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 6 : Horizontale manipulator naar voor
 - Als horizontale manipulator aangekomen
- Stap 7 : Verticale manipulator naar onder
 - Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 8 : Vacuüm deactiveren
 - Als Vacuüm inactief
- Stap 9 : Verticale manipulator naar boven
 - Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 10 : horizontale manipulator naar voor / Stap 20 : transportband naar links als metalen blok / Stap 30 : transportband naar rechts als zwarte blok
 - Als horizontale manipulator aangekomen en blokje aangekomen op einde van transportband

- Terug naar Stap 0

Lege magazijnen

- Stap 31 : Lamp/melding op HMI actief, na bevestiging op Reset HMI terug naar stap 0
- Stap 41 : Lamp/melding op HMI actief, na bevestiging op Reset HMI terug naar stap 0

Zwarte blok in magazijn metaal

- Stap 51 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 52 : Selectiecilinder uit
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 53 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 54 : Uitstootcilinder in
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 55 : Melding op HMI : Neem foute blokje weg
 - Als Reset op HMI
- Terug naar stap 0

Metalen blok in magazijn zwart

- Stap 61 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 62 : Selectiecilinder in
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 63 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 64 : Uitstootcilinder in
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 65 : Melding op HMI : Neem foute blokje weg
 - Als Reset op HMI
- Terug naar stap 0

Cilinders niet in juiste positie tijdens stap 0

- Stap 21 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 22 : Selectiecilinder in / Uitstootcilinder in
 - Als alle cilinders in juiste stand
- Terug naar stap 0

Opmerking :

- Het ventiel naar de vacuümejector is geschakeld als een NO 3/2-ventiel. Als er geen vacuüm gewenst is, moet de spoel actief worden en andersom. In de graficet is dit omgekeerd weergegeven om de leesbaarheid te bevorderen.
- Bij alle andere bewegingen is in de graficet rekening gehouden met het bistabiele en monostabiele karakter van de gebruikte ventielen.
- In stap 10 wordt de transportband actief. De duurtijd linksom of rechtsom kan worden bepaald door het aantal pulsen

5.5 Lekdetectie en monitoring verbruik

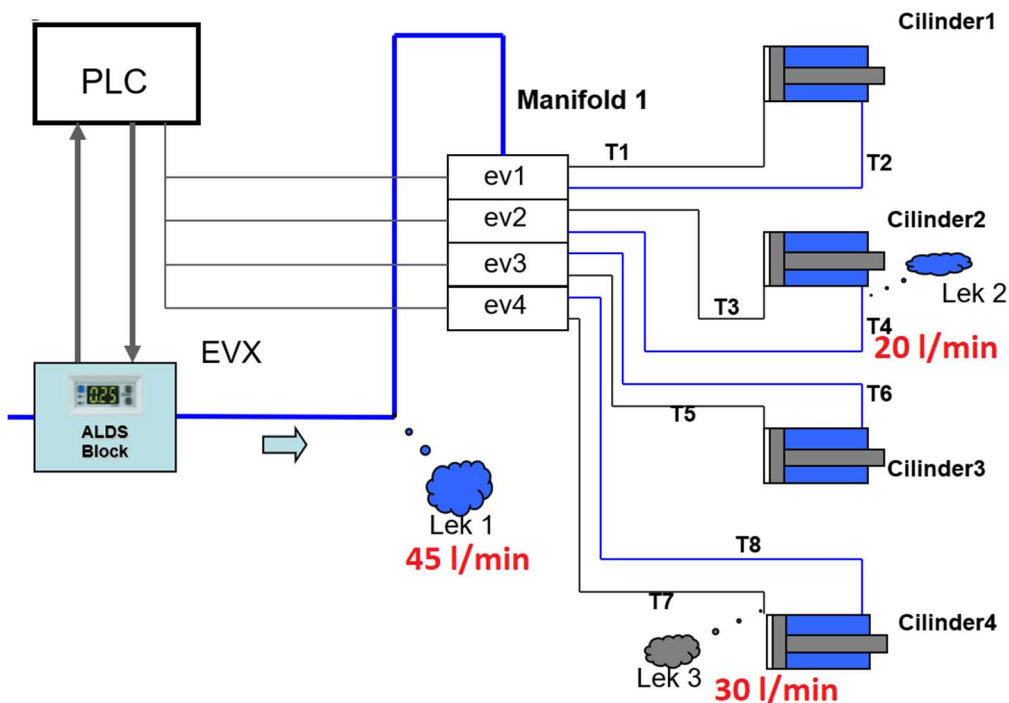
5.5.1 Lekdetectie

Bij de automatische lekdetectie is het de bedoeling dat de grootte en de locatie van de persluchtlekken in het pneumatische gedeelte bekend worden gemaakt. Het is dus noodzakelijk om hier een programma voor te schrijven en de resultaten zichtbaar te maken op bijvoorbeeld een HMI.

Om dit te realiseren wordt de analoge uitgang van de debietmeter gebruikt die zich achteraan de luchtverzorgingsset bevindt. Dit is de opstelling voor station 1 maar deze meter kan in een latere fase ook centraal geïnstalleerd worden zodat alle persluchtlekken van TSI4.0 kunnen berekend en weergegeven worden. Dit op voorwaarde dat de persluchtkwaliteit van de aangeboden perslucht voldoet aan de geldende eisen voor de meter. Raadpleeg hiervoor de technische documentatie van de debietmeter.

Hieronder volgt de uitleg voor het schrijven van het programma. Het komt er eigenlijk op neer dat alle cilinders om beurten een op- en neergaande beweging maken en dat tijdens een nieuwe stand het huidige debiet wordt vergeleken met de offset waarde van het begin van de cyclus.

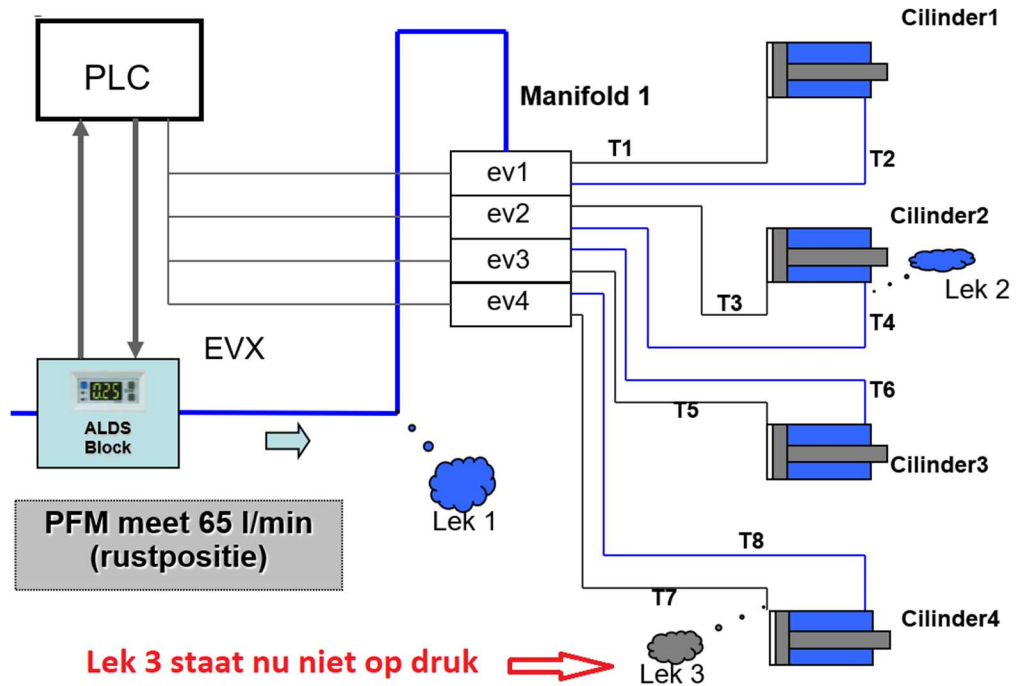
Stel dat de persluchtinstallatie bestaat uit 4 cilinders op 4 5/2-ventielen. De lekken bevinden zich op de plaatsen die hieronder zijn weergegeven met de respectievelijke lekdebieten.



World leading
experts in pneumatics

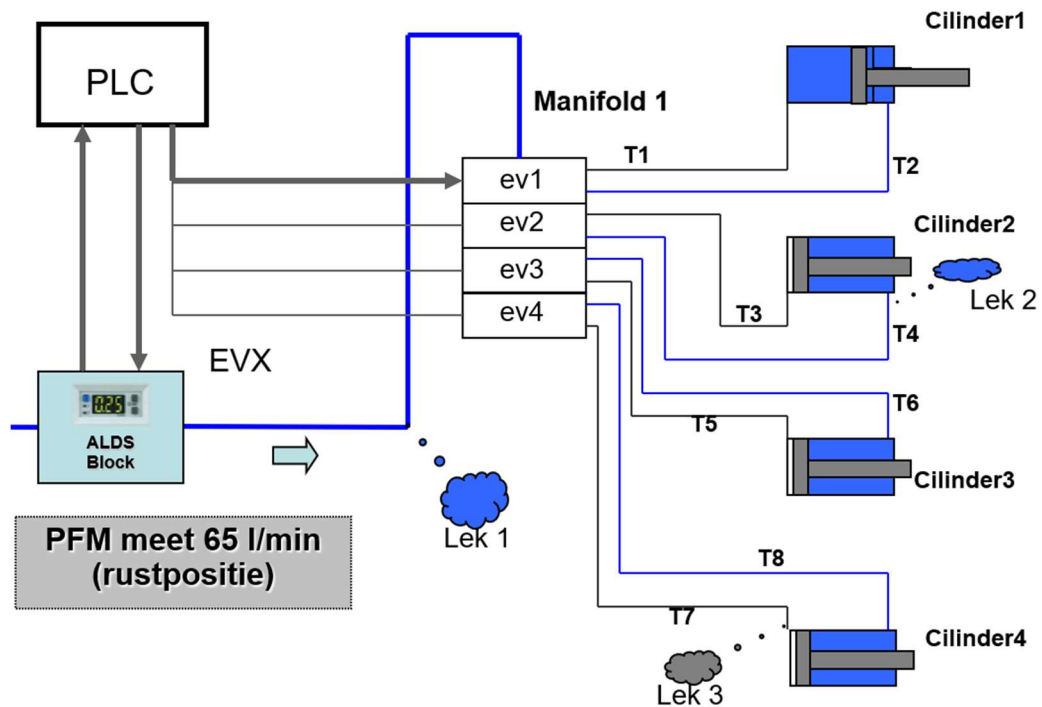


- In een eerste fase moet het “offset” debiet gemeten en opgeslagen worden. Dit is het debiet van de installatie op druk met alle cilinders in de ingetrokken stand.

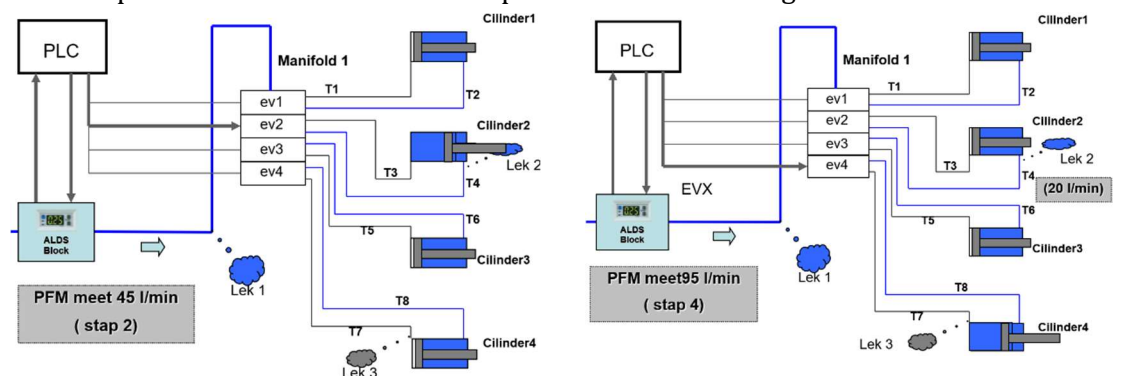


- Offset debiet = 65 l/min

- Hierna moet cilinder 1 een uitgaande slag maken. Als de eindstand bereikt is, wordt best nog een seconde gewacht alvorens het huidige debiet in rekening te brengen. Op die manier is het debiet stabiel.



- Als nieuwe debiet = offset debiet → Geen lek cilinder
- Als nieuwe debiet < offset debiet → lek cilinder op rechtse poort = offset debiet – huidige debiet
- Als nieuwe debiet > offset debiet → lek cilinder op linkse poort = huidige debiet – offset debiet
- In bovenstaande voorbeeld is er dus GEEN lek voor cilinder 1.
- Dit principe wordt nog uitgevoerd op alle andere cilinders. Op die manier kunnen alle lekken op zowel de linkse als de rechts poort van de cilinders gemeten worden.

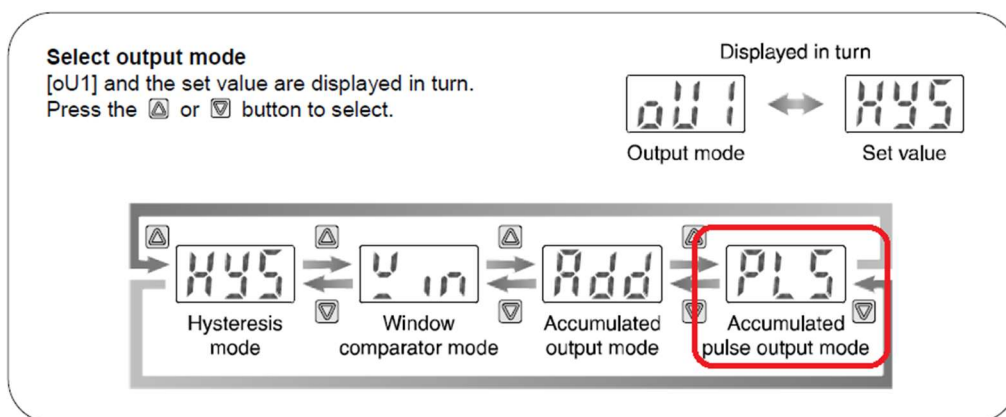


- Lek cilinder 2 rechtse poort = 20 l/min Lek cilinder 4 linkse poort = 30 l/min

- Het lekdebiet van de persluchtslang tussen luchtverzorging en ventieleiland kan als volgt berekend worden
 - Lek main line = offset debiet – som van alle lekken van de rechtse poorten van de cilinders
 - Lek main line = 65 – 20 = 45 l/min.

5.5.2 Monitoring verbruik

De debietmeter is in staat om naast debietmetingen ook pulsen te genereren per 0,1 liter gepasseerde perslucht. Via de zwarte kabel (digital output) kan de meter op deze setting geparametreerd worden.



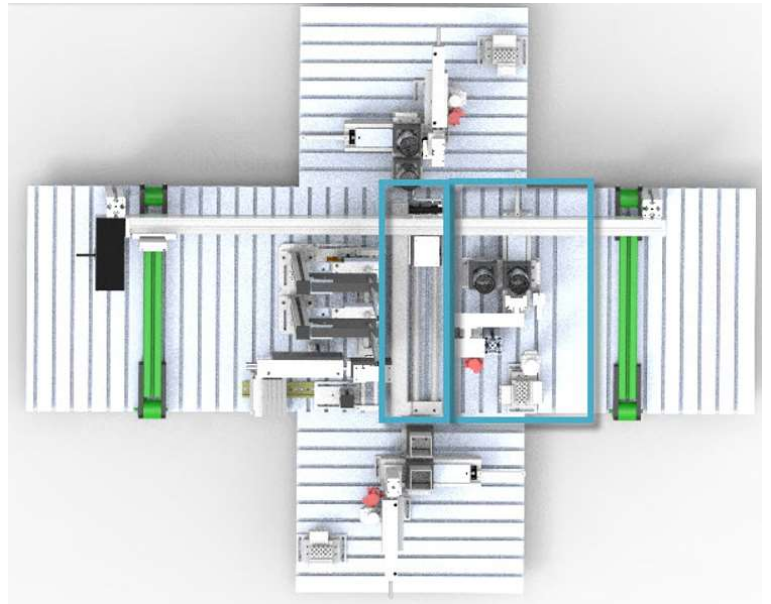
Gebruik de technische documentatie van SMC om de meter in deze stand te veranderen. Standaard staat de meter op HYS mode. Indien het aantal pulsen dus vermenigvuldigd wordt met 0,1 is meteen het persluchtverbruik in liters ANR bekend. Elke m³ perslucht heeft een totaal kost van €0,02 dus op die manier kunnen de verbruikskosten naar perslucht inzichtelijk gemaakt worden.

6 Jaargang 2 : tafels 2 en 5

Zoals eerder vermeld bevat deze jaargang het station voor de lagers en een elektrische actuator. Deze elektrische actuator is in het midden van de mini fabriek geplaatst en zal de assembly tussen de stations vervoeren.

De technologieën die in deze jaargang naar voor komen zijn :

- RFID
- Veiligheid : flexi loop met IO link communicatie
- Elektrische actuator met IO-link communicatie
- Diverse sensoren waaronder hoogtemeting met IO-link communicatie

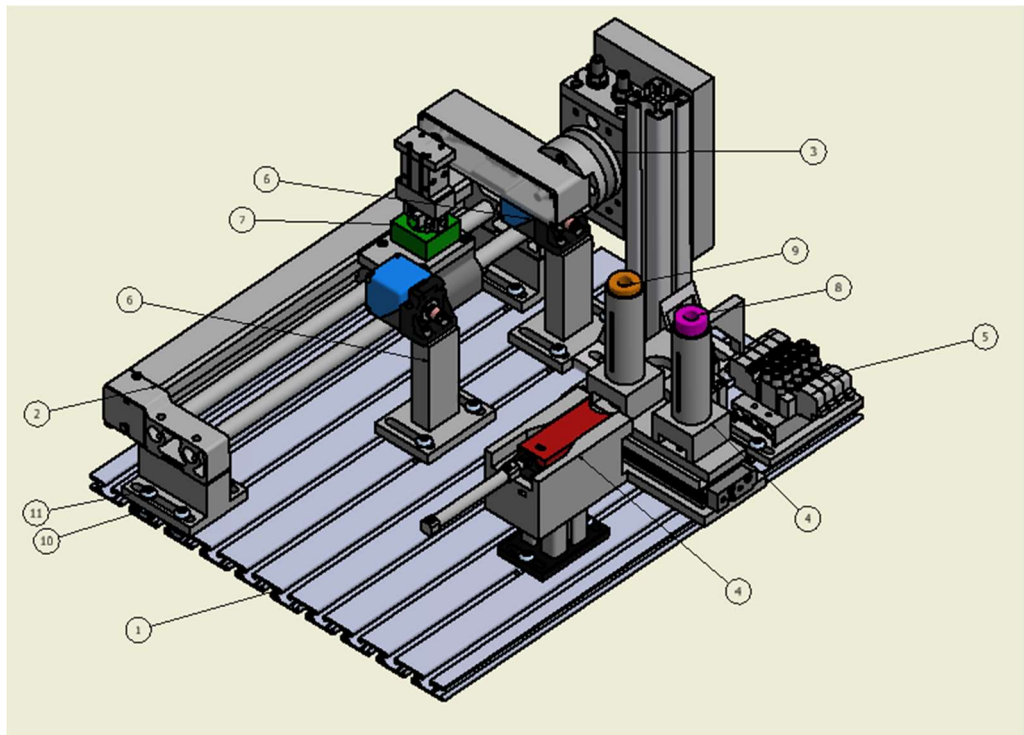


World leading
experts in pneumatics



6.1 Stand alone project voor jaargang 2

Op één aluminium plaat van 500 mm x 400 mm zullen alle componenten gemonteerd moeten worden. Zoals eerder vermeld wordt de data en de elektrische voeding geleverd vanuit de centrale kast.



| Nr | Aantal | Onderdeel |
|----|--------|----------------------|
| 1 | 1 | Grondplaat |
| 2 | 1 | Elektrische slede |
| 3 | 1 | Draaiarm |
| 4 | 1 | Magazijn |
| 5 | 1 | Ventieleiland |
| 6 | 2 | RFID Lezer/Schrijver |
| 7 | 1 | Onderblok |
| 8 | 12 | Lager dik |
| 9 | 14 | Lager dun |
| 10 | 20 | T-Slot glijmoer M8 |
| 11 | 20 | Bout M8x16 |

World leading
experts in pneumatics



Een stand alone project voor deze jaargang zou kunnen zijn : De gebruiker kiest via een HMI voor een dunne of dikke lager. Het juiste magazijn positioneert zich voor de uitstootcilinder waarna deze het lager wegduwt. Een cilinder met hoogtemeter controleert de dikte van het lager zodat het systeem weet dat het juiste lager werd uitgeduwd. De manipulator (draaicilinder met grijper) neemt het lager mee naar de wachtende elektrische actuator waar een onderblok vanuit jaargang 1 klaar ligt. Afhankelijk van het gekozen lager zal de actuator deze assembly naar links of naar rechts bewegen.

Twee RFID reader/writers werden meegeleverd om jaargangen 1 en 2 nu reeds te kunnen combineren. Via de eerste RFID wordt de gekozen assembly geschreven in de TAG : metalen onderblok met dunne lager, metalen onderblok met dikke lager, plastic onderblok met dunne lager of plastic onderblok met dikke lager. Via de tweede RFID wordt bij jaargang 2 gecontroleerd welke lager moet uitgestoten worden. In jaargang 3 en 4 wordt telkens een nieuwe RFID reader geleverd om het desbetreffende gewenste onderdeel uit te lezen

World leading
experts in pneumatics

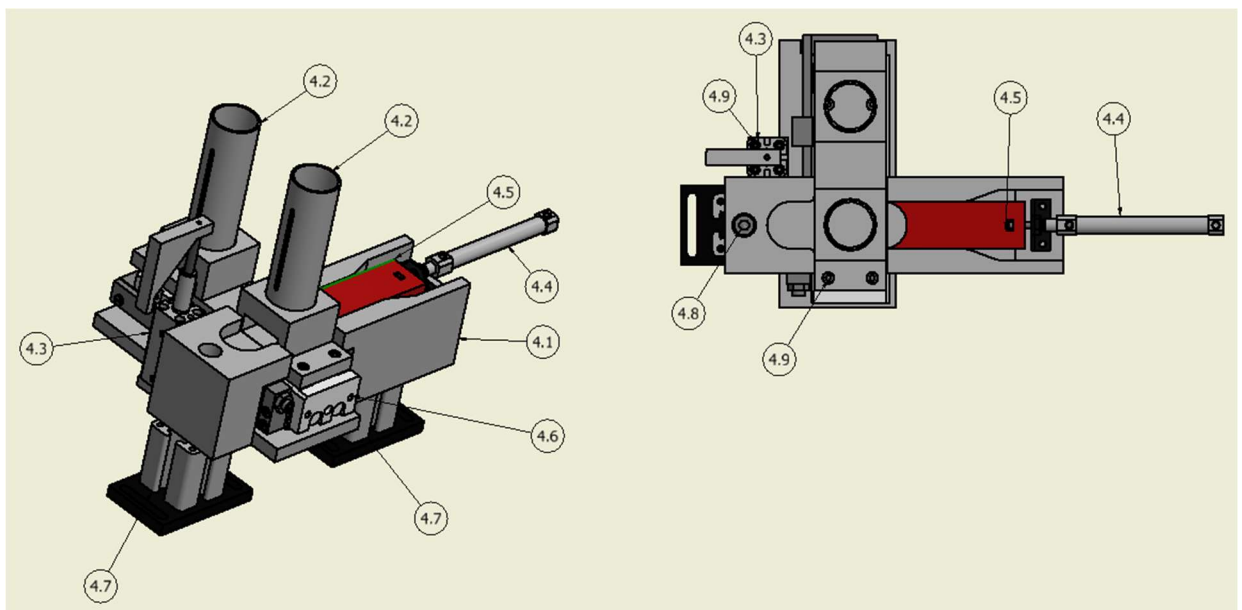


6.2 Bespreking mechanische opbouw

6.2.1 Pick and place station 2

Onderstaande figuren tonen de samenstelling van de pick and place van jaargang 2 met hierop de verschillende onderdelen.

Magazijn



| Nr | Aantal | Onderdeel |
|------|--------|------------------|
| 4.1 | 1 | Onderblok |
| 4.2 | 2 | Magazijnkokers |
| 4.3 | 1 | Hoogtemeter |
| 4.4 | 1 | Uitstootcilinder |
| 4.5 | 1 | Uitstootblok |
| 4.6 | 1 | Selectiecilinder |
| 4.7 | 1 | Steun magazijn |
| 4.8 | 2 | Bout M8x16 |
| 4.9 | 8 | Bout M4x10 |
| 4.10 | 4 | Bout M5x16 |

Voor de tekeningen van de draaiarm verwijzen we naar de CAD tekeningen.

World leading
experts in pneumatics

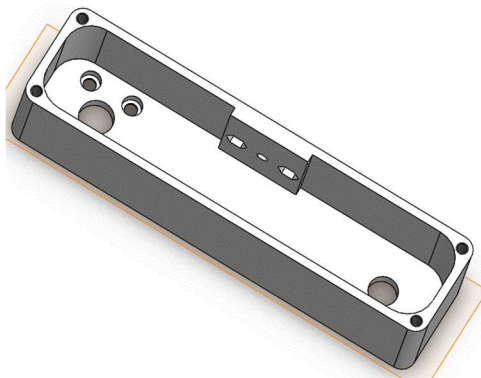


Voor de onderdelen waar het mogelijk was, is net zoals voor station 1 geopteerd voor een 3D geprinte variant. Aan de gebruiker dus om te kiezen voor 3D printen met PLA of een verspanende techniek met aluminium toe te passen.

Hieronder een aantal foto's met praktische voordelen met 3D printen

Armhouder rotatieve cilinder : Hierin zitten gaten voor de flenslagers, gaten die nog getapt moeten worden voor het transparant deksel te kunnen borgen en nog een aantal verzonken gaten om deze armhouder te bevestigen op het tussenstuk op de cilinder. Er zijn ook 2 zeskantvormige gaten aanwezig voor het opspanmechanisme van de riem : de 2 moeren die in deze gaten worden geduwd, stellen de gebruiker in staat om via de bouten de riem aan te spannen. Een verspanende techniek zou hier veel duurder zijn.

Door de gewichtsbesparing wordt het benodigde koppel en dus ook de afmetingen van de cilinder gereduceerd. Dit leidt tot compacter inbouwen.



World leading
experts in pneumatics

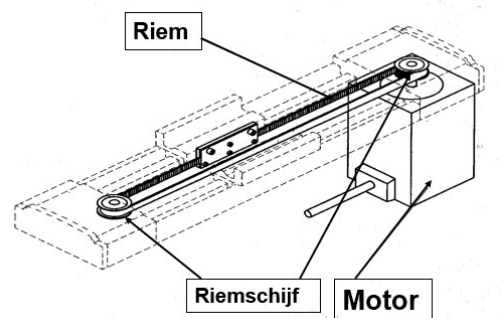


6.2.2 Elektrische actuator station 2

6.2.2.1 Mechanische en elektrische opbouw

Elektrische actuatoren worden verkozen boven pneumatische indien er nauwkeurige positioneringen gewenst zijn en/of als het dynamisch gedrag (snelheid, acceleratie, duwkracht,...) van de beweging constant/voorspelbaar moet zijn.

De elektrische actuator van SMC type LEL25MT-300-R3CL18 bestaat een beweegbare tafelslede die via een riem aangedreven wordt door een stappenmotor.



De stappenmotor bevat een incrementele encoder die terugkoppeling kan geven naar de meegeleverde IO-link controller. Deze controller ontvangt zijn commando's vanuit de PLC via een IO-link signaal en verrekent dit naar een signaal voor de stappenmotor.

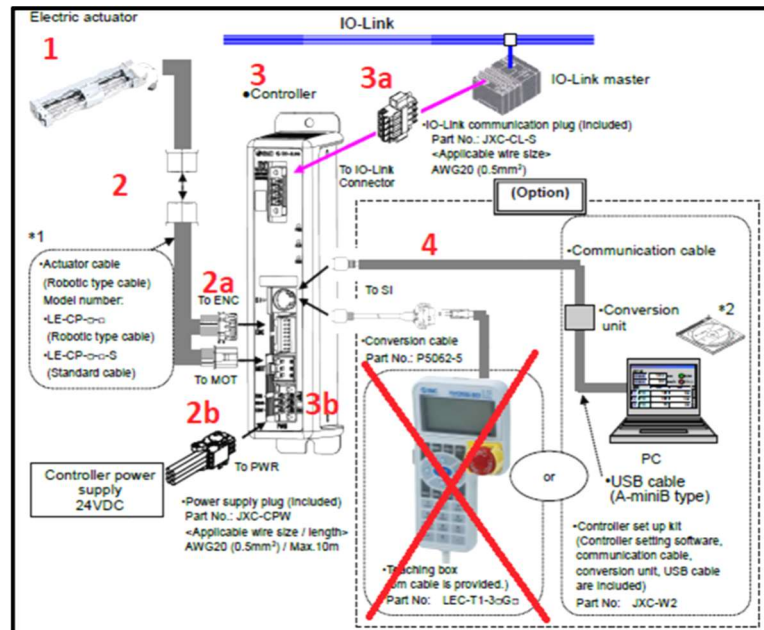


Op die manier ontstaat een closed loop systeem. Het signaal vanuit de controller naar de motor wordt beïnvloed door de signalen vanuit de encoder. Op die manier “weet” de controller waar de slede zich op elk moment bevindt en rekent dan zelf uit wanneer bijvoorbeeld de deceleratie (remactie) voor een bepaalde positie moet aangevat worden. De encoder kan beschouwd worden als de ogen van de actuator.

World leading
experts in pneumatics



Hieronder de elektrische opbouw van de actuator met zijn controller en aansluitingen naar de besturing.



1. Elektrische actuator type LEL25MT-300
2. Verbindingskabel :
 - a. Kabel voor incrementele encoder
 - b. Kabel voor aandrijving stappenmotor
3. Controller : de intelligentie naar de actuator
 - a. Communicatieconnector : Via 1 kabel loopt het dataverkeer via IO-link van en naar de besturing
 - i. 1 = L+ : 24V komende van de IO-link kaart van de PLC
 - ii. 3 = L- : 0V komende van de IO-link kaart van de PLC
 - iii. 4 = C/Q : IO-link signaal naar de IO-link kaart van de PLC
 - b. Voedingsconnector
 - i. M24 V : 24V signaal voor de motor. Dit signaal wordt onderbroken na noodstop
 - ii. C24 V : 24 V signaal voor de controller. Dit signaal wordt niet onderbroken na noodstop
 - iii. 0V : 0V signaal voor controller en motor
 - iv. EMG : Signaal voor elektronische noodstop met negatieve logica. Deze moet 24V krijgen, anders zal niets bewegen. Bij het verdwijnen van dit signaal zal de motor met een maximale deceleratie gaan remmen. In het demoproject staat hier constant 24V op.

4. Kabel met connectors voor aansluiting naar PC via USB. Via ACT controller software kunnen basisparameters en ook regels met data voor positie, snelheid, acceleratie,... van de verschillende bewegingen ingesteld en uiteindelijk gedownload worden naar de controller. Deze software is gratis te downloaden vanaf de SMC website.

6.2.2.2 Sturing

De sturing van de actuator gebeurt via IO-link communicatie. Alle deelnemers die via IO-link willen communiceren, hebben een bestand nodig om herkenbaar te zijn voor de IO-link master, het zogenaamde IODD bestand. De fabrikanten plaatsen dit op hun website. Sommige PLC fabrikanten maken het de gebruikers erg handig door via een scanning op het netwerk de IO-link deelnemers meteen te herkennen en het desbetreffende IODD bestand te downloaden en installeren. Bij andere PLC fabrikanten moet dit apart gebeuren. De signalen van en naar de PLC lopen dus over 1 kabel naar de controller. Inputsignalen van de controller komen uit outputsignalen van de PLC en andersom.

De controller kan op 2 manieren de actuator aansturen

- Operation by step number : stapregels vanuit de ACT controller software worden hierbij binair opgeroepen. Elke regel bevat een vaste snelheid, een vaste acceleratie en deceleratie.
- Operation by numerical control : In deze modus kunnen parameters zoals snelheid, positie, acceleratie, deceleratie vrij ingegeven worden via een HMI en ontstaat een grote flexibiliteit naar gebruik.

Het boekdeel beschrijft enkel de operation by step number. Hierdoor moet er gebruik gemaakt worden van de ACT controller software. Hierin kunnen 64 regels gevuld worden met positie, snelheid, acceleratie en deceleratie. Deze moeten dan gedownload worden naar de controller waarna ze door middel van een IO-link signaal binair kunnen opgeroepen worden door de process data van de PLC.

Het is zeker aan te bevelen om de operation manuals van zowel de ACT controller software als de controller zelf te raadplegen om een volledig inzicht te krijgen in de werking van dit systeem.

Hieronder een beeld van enkele regels in deze software.

| No. | Move M | Speed mm/s | Position mm | Accel mm/s ² | Decel mm/s ² | PushingF % | TriggerLV % | PushingSp mm/s | MovingF % | Area1 mm | Area2 mm | In pos mm |
|-----|----------|---------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|----------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 0 | Absolute | 100 | 150.18 | 3000 | 1000 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| 3 | Relative | 50 | 80.00 | 1000 | 3000 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0.00 | 0.00 | 0.01 |
| 5 | Absolute | 100 | 20.00 | 3000 | 3000 | 40 | 30 | 10 | 100 | 0.00 | 0.00 | 79.00 |

- De as gaat na een commando op regel 0 een absolute verplaatsing maken naar positie 150,18 mm met een snelheid van 100 mm/s, een versnelling 3 000mm/s² en een vertraging van 1 000 mm/s².
- De as gaat na een commando op regel 3 een relatieve verplaatsing maken 80 mm verder dan de huidige positie met een snelheid van 50 mm/s, een versnelling 1000mm/s² en een vertraging van 3 000 mm/s².

Hieronder een samenvatting van de belangrijkste inputs en outputs

- Inputs voor controller (outputs voor PLC). Enkel degene die zeker te gebruiken zijn, worden besproken
 - Vanuit Byte 0
 - Bit 0 IN0. Waarde 2⁰=1 voor aanspreking regels uit ACT controller software
 - Bit 1 IN1. Waarde 2¹=2 voor aanspreking regels uit ACT controller software
 - Bit 2 IN2. Waarde 2²=4 voor aanspreking regels uit ACT controller software
 - Bit 3 IN3. Waarde 2³=8 voor aanspreking regels uit ACT controller software
 - Bit 4 IN4. Waarde 2⁴=16 voor aanspreking regels uit ACT controller software
 - Bit 5 IN5. Waarde 2⁵=32 voor aanspreking regels uit ACT controller software
 - Vanuit Byte 1
 - Bit 1 SVON. Commando om motor te activeren. Dit is een zeer belangrijk commando. Indien deze geen 24V krijgt en er wordt een commando gestuurd, zal de as in Alarm gaan. In het demomodel wordt deze bit onvoorwaardelijk en dus constant hoog gemaakt.
 - Bit 2 DRIVE. Bevestig bit (Enter) om een bepaalde opgeroepen regel vanuit de ACT controller software ook daadwerkelijk uit te voeren
 - Bit 3 RESET. Na Alarm dient deze bit even hoog gemaakt te worden
 - Bit 4 SETUP. Homing bit. Commando om een homing uit te voeren

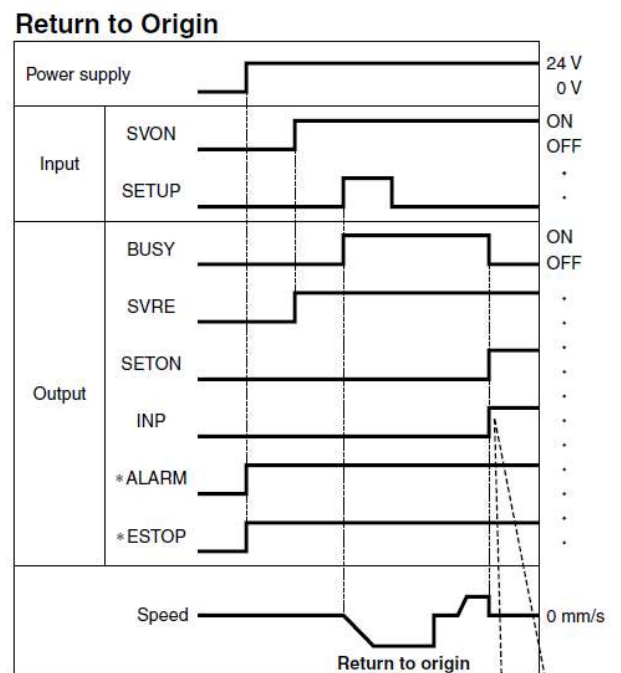
World leading
experts in pneumatics



- Outputs voor controller (inputs voor PLC). Enkel degene die zeker te gebruiken zijn, worden besproken.
 - Vanuit Byte 0 en 1
 - Bit 8 Busy. Zolang de actuator beweegt, is deze bit hoog
 - Bit 9 SVRE. Als de servomotor na initiatie door een commando op SVON actief is, is deze bit hoog
 - Bit 10 SETON. Als de actuator na een home commando op SETUP de home positie bereikt heeft, is deze bit hoog
 - Bit 11 INP. Als de actuator een actie vervolmaakt heeft (homing, positioning,...) dan zal deze bit hoog worden.
 - Bit 15 ALARM. Als de as in Alarm modus gaat, is deze bit hoog
 - Byte 2 tot en met 5. 32 bits signaal voor positie. Opgelet : de waarde nog vermenigvuldigen met 0,01 mm vanwege resolutie.
 - Byte 6 en 7. 16 bits signaal voor snelheid in mm/s

Hieronder een aantal weg/tijddiagrammen voor de verschillende acties

- Homing operatie : De elektrische actuatoren type LE hebben een incrementele encoder. Hierdoor zal de controller na spanningsuitval en heropstart niet meer “weten” waar hij zich bevindt. Daarom moet er na spanningsuitval en uiteraard bij opstart eerst een homing operatie gebeuren.



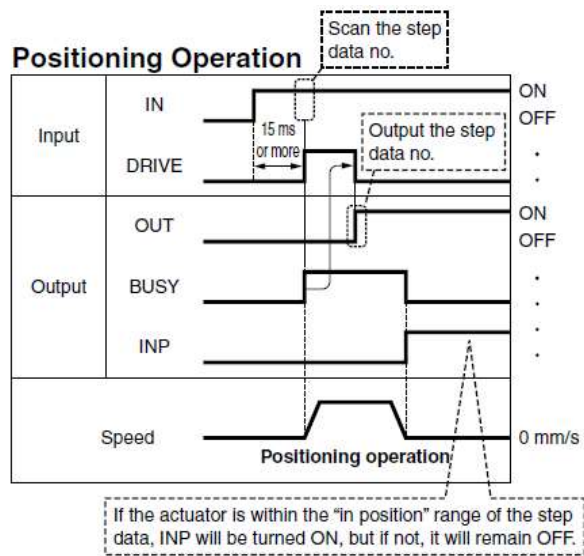
World leading
experts in pneumatics



- Positioneer operatie : De as voert hierbij een regel uit de ACT controller software uit. Deze regel wordt binair opgeroepen via de inputs IN0 tot en met IN5. Deze bits worden binair verwerkt tot een getal. Dit getal is de regel uit de software die zal uitgevoerd worden.
 - Onderstaand voorbeeld toont het binair bitpatroon voor het getal 3.

| IN5 | IN4 | IN3 | IN2 | IN1 | IN0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| OFF | OFF | OFF | OFF | ON | ON |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

← Binary code



6.3 Bespreking pneumatische componenten

6.3.1 Pneumatisch schema

Het pneumatisch schema in bijlage is gecodeerd volgens de norm EN 81346-2 met de 2 letter methode. De codes voor de cilinders zijn aangevuld met logische benamingen om de leesbaarheid ervan te bevorderen.

De luchtverzorging eindigt met een elektrisch bediend 3/2-ventiel (noodstopventiel). Na een noodstop zal alle lucht via dit ventiel uit de machine verwijderd worden. Een enkelwerkende grijper zal dankzij de inwendige veer het lager nog kunnen vasthouden na een noodstop. De draaicilinder is voorzien van 3 reed switches om een middenstand te kunnen bereiken tijdens de opstart van de machine.

6.3.2 Luchtverzorging

De luchtverzorging bestaat uit :

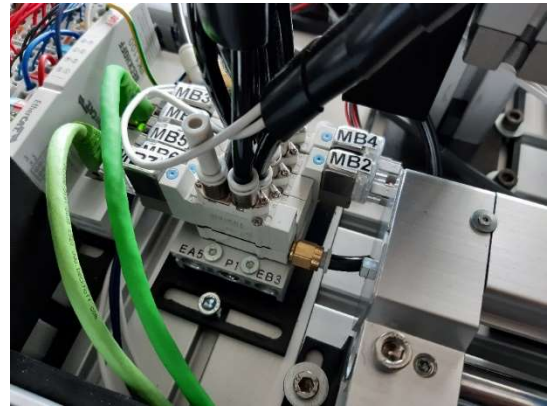
- Manueel bediend 3/2-ventiel. Hiermee kan de perslucht naar de module geschakeld worden. In de andere stand kan de perslucht uit de module geëvacueerd worden.
- Filter regelaar type AW20-F01E-B. Filteren op niveau 5µm en de druk instellen.
De filter-regelaar is uitgevoerd met een digitale drukschakelaar met digitale manometer.
- Elektrisch bediend 3/2-ventiel type VT307-5DZ1-01F-F-Q. Na induwen van de noodstop zal dit ventiel afschakelen zodat de perslucht uit de module verdwijnt. Na reset wordt het ventiel terug geschakeld en zal de perslucht terug de module binnenkomen



6.3.3 Ventielenblok

Het ventielenblok bestaat uit een centraal aluminium onderblok waarop de verschillende ventielen type SY3x20 gemonteerd zijn. Tussen het onderblok en het ventiel voor de bediening van de hoogtemeter bevindt zich nog een tussenblok. Dit tussenblok reduceert de druk naar een lagere druk. Om de hoogte van het lager te controleren volstaat een druk van 0,2 MPa.

De ventielen werken op 24 VDC en zijn aangesloten op de digitale outputkaart van het IO-eiland



World leading
experts in pneumatics

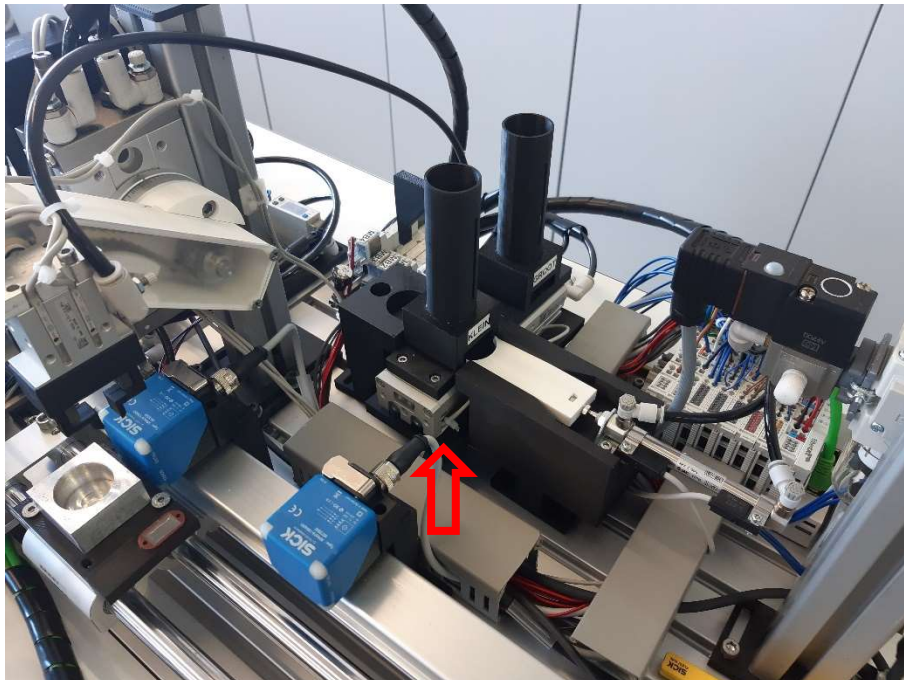


6.3.4 Selectiecilinder MM1

Deze cilinder type MXS12-75P is een geleide cilinder met tafelgeleiding en is geschikt om het plateau te verplaatsen waarop de gravitiemagzijnen gemonteerd zijn. De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switches type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



De persluchtaansluitingen bevinden zich aan de achterzijde. Op deze manier gaat er zo weinig mogelijk ruimte verloren aan de zijkanten en kan er compact ingebouwd worden.



World leading
experts in pneumatics



6.3.5 Uitstootcilinder MM2

Deze cilinder type CDJ2B10-60Z-B is een klassieke dubbelwerkende cilinder. De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-C73L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



World leading
experts in pneumatics



6.3.6 Grijper MM3

De gebruikte grijper type MHK2-16S is een enkelwerkende cilinder die standaard (dus zonder druk) in de buitenste positie staat (stand grijpen). Deze is uitgevoerd met 2 stuks 3-draads solid state PNP switches.

Belangrijk hierbij is dat hier GEEN reed switches gemonteerd worden, deze zullen niet altijd schakelen. Als er op een noodstop wordt gedruwd, zal de perslucht uitvallen en zal de inwendige veer de grijpvingers naar buiten duwen. De kracht die de veer hierbij uitoefent, is volgens de catalogus gelijk aan 23 N per vinger. Om te weten of het lager blijft hangen, zijn de wrijvingswetten noodzakelijk.

Het lager zal blijven hangen aan de grijper als

$$n * \mu F > m * g$$

n : aantal vingers = 2

μ : Wrijvingsfactor tussen lager en grijpvingers

F : Kracht per grijpvinger

m : massa object (lager)

g : gravitatieversnelling = 9.81 m/s².

Door een veiligheidsfactor a toe te passen wordt de benodigde kracht per grijpvinger :

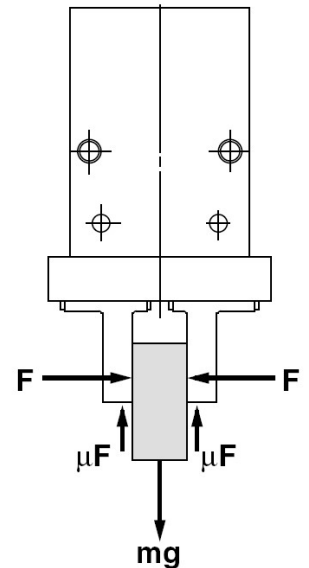
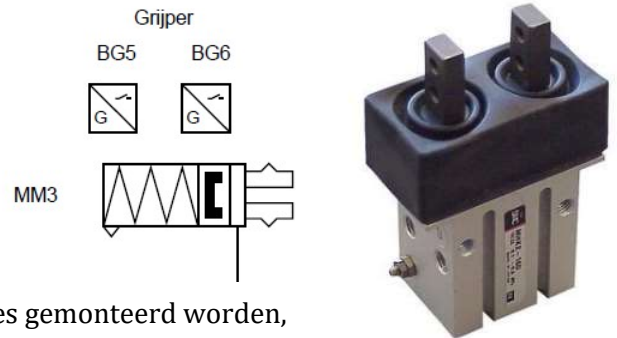
$$F = \frac{a * m * g}{2 * \mu}$$

Een advies voor de veiligheidsfactor is volgens SMC : a = 4.

$$F = \frac{19.62 * m}{\mu}$$

Met een kracht van 23 N en een waarde voor de wrijvingsfactor kan nu berekend worden welke massa maximaal kan vastgehouden worden.

Om het contact tussen de grijper en het lager zo optimaal te laten verlopen, wordt er best voor elk te grijpen object aparte grijpvingers ontworpen. De grijpvingers voor het lager hebben een halfronde uiteinde zodat het contactoppervlak maximaal wordt.



World leading

experts in pneumatics



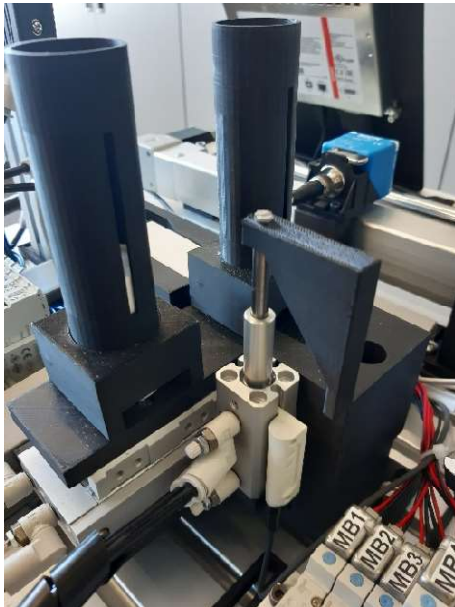
De wrijvingsfactor μ is afhankelijk van de gebruikte materialen voor het lager en de grijpvingers. In het demomodel werden beide uitgevoerd in het 3D materiaal PLA (ook de lagers werden geprint). Bij een test met zwarte 3D print lagers was het resultaat veel beter dan met witte 3D print lagers. De witte stukken waren veel gladder. De parameters tijdens het 3D printen moesten aangepast worden.

World leading
experts in pneumatics



6.3.7 Controlecilinder MM4

De controlecilinder type MKB12-20LZ is een cilinder die een rotatieve en een lineaire beweging combineert. Tijdens de neerwaartse slag zal hij eerst tegelijkertijd zakken en een draaibeweging van 90° maken, daarna zal hij 20 mm recht naar onder zakken. Dit maakt deze cilinder geschikt als hoogtemeter.



De cilinder is uitgevoerd met 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06.

Om het 3D printstuk dat tijdens de meting contact maakt met de lagers niet te beschadigen, is gebruik gemaakt van een extra drukregelaar in het ventielenblok. Deze kan de druk en dus de kracht tot een aanvaardbaar niveau reduceren.

Om de hoogte van het lager te meten, is de cilinder voorzien van een positiesensor type D-MP025A. Dit is een sensor die de positie van de magneet in de zuiger van de cilinder omzet in een IO-link signaal, en dit tot 25 mm.

Dit is een 12 bits signaal dat eerst nog 4 plaatsen naar rechts moet verschoven worden om verwerkt te kunnen worden als waarde in een PLC programma. Hierna moet dit getal nog eens vermenigvuldigd worden met 0,05 mm, dit voor een betere resolutie.

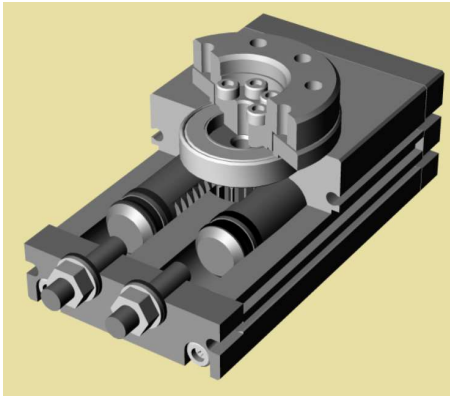
| Bit offset | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------------|---------------------------------|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|------|------|------|------|
| Description *1 | Position measurement value (PD) | | | | | | | | | | | | BDC4 | BDC3 | BDC2 | BDC1 |

World leading
experts in pneumatics



6.3.8 Draaicilinder MM5

De draaicilinder type MSQB30A werkt volgens het tandlat/tandwiel principe en heeft een gelagerde draaitafel. De draaihoek is met de stelbouten instelbaar van 0° tot 190°, de stelbouten zijn aan de binnenzijde voorzien van een rubber stootstuk hetgeen dienst doet als eindbuffer. De cilinder is uitgevoerd met 3 stuks 3-draads solid state PNP switches type D-M9PL voor de eindposities en de middenpositie en uiteraard ook 2 snelheidsregelaars type AS2301F-01-06S.



6.3.8.1 Mechanische opbouw draaiarm

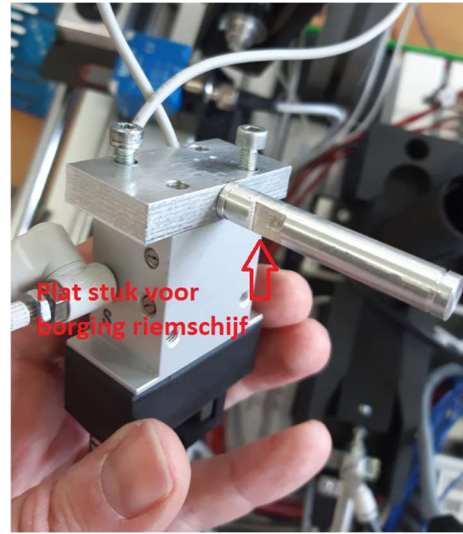
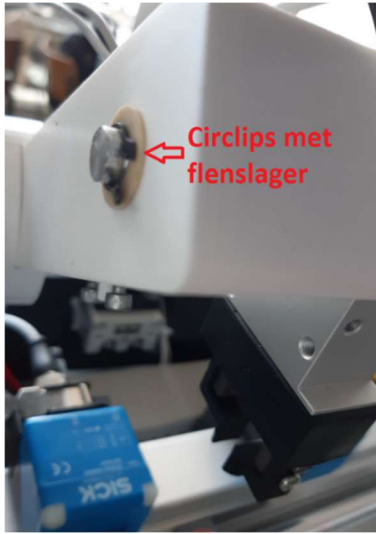
Op het uiteinde van de draaiarm is de grijper gemonteerd. De bedoeling is dat de grijper zijn verticale positie behoudt tijdens de draaibeweging.



De grijper is met behulp van een koppelstuk verbonden met een as die in 2 in de draaiarm gemonteerde flensglijlagers van firma IGUS type JFM -0810-05 vrij kan draaien. Op de as binnenin de draaiarm wordt een tandriemschijf type 21 T5 14-2 gemonteerd. In dit tandriemschijfje moet nog een gaatje getapt worden zodat deze vast kan gezet worden in een plat stuk van de as. Om te vermijden dat de as uit de draaiarm valt, zijn de uiteinden van de as voorzien van een extra sleuf waarin een borgring (circlips) kan passen. Omwille van de stevigheid is het koppelstuk niet uit PLA maar uit Aluminium vervaardigd.

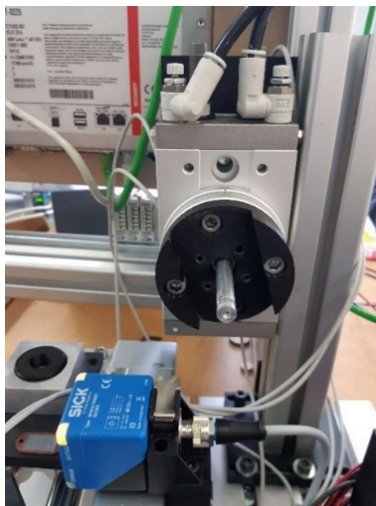
World leading
experts in pneumatics





Aan de andere zijde van de draaiarm bevindt zich de tweede tandriemschijf type 21 T5 14-2. Deze dient ook voorzien te worden van draadtap om te kunnen borgen met de stilstaande as die doorheen het center van de draaicilinder is gemonteerd. Ook hier bevat de as een plat stuk om de bout beter te kunnen klemmen. De stilstaande as is aan de achterzijde voorzien van binnen schroefdraad zodat deze met een bout kan ingeklemd worden in het draagstuk.

Om de draaiarm te bevestigen aan de aandrijving, werd een extra koppelstuk voorzien. Onderstaande figuur links toont dit zwarte stuk dat in deze opstelling vanuit 3D printing vervaardigd werd. 4 gaten in dit printstuk zijn getapt, hierin wordt de draaiarm met bouten gemonteerd.

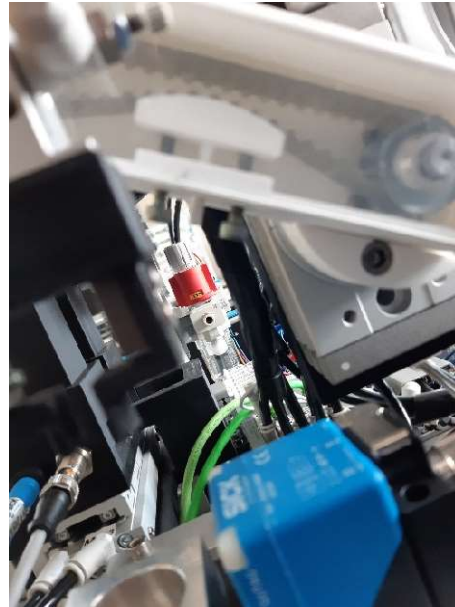
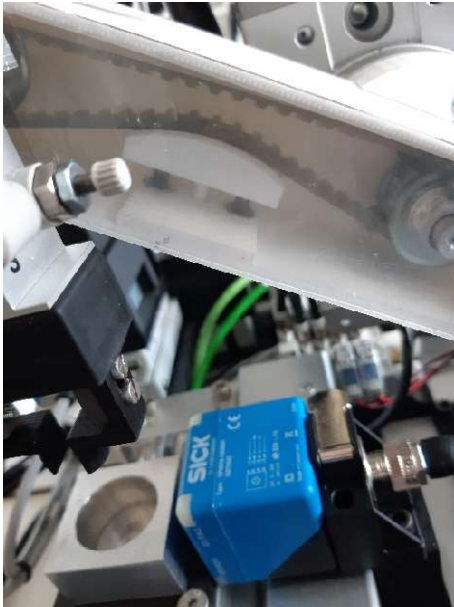


World leading
experts in pneumatics



Als de draaiarm roteert en de as in de draaicilinder stil staat, dan zal de tandriem type Optibelt T5 295-10mm niet anders kunnen dan over de tandriemschijf aan de zijde van de draaicilinder te roteren en dus bewegen. Deze beweging zet zich verder aan de tandriemschijf aan de zijde van de grijper welke wel kan roteren. Aangezien deze gelagerd is, zal de grijper verticaal blijven.

Een probleem bij montage is dat dit moet gebeuren bij niet-opgespannen tandriem. Hiervoor werd een opspanstuk ontwikkeld om de draaibeweging met nog zo weinig mogelijk speling te laten plaatsvinden. De tekening laat zien dat het 3D printstuk van de draaiarm voorzien is van 2 zeskantige gaten waarin een moer bevestigd is. Door aan de bouten aan de buitenzijde doorheen deze moeren te draaien, zal de riem zich via het gebogen spanstuk laten opspannen.



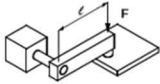
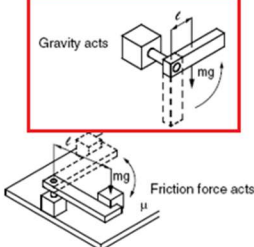
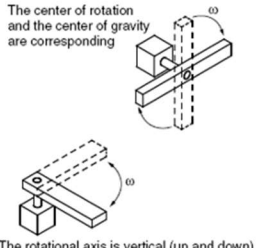
World leading
experts in pneumatics



6.3.8.2 Calculatie draaicilinder

Om te weten of de geselecteerde draaicilinder voldoet aan de eisen van de toepassing, moet er een calculatie gebeuren.

Om de samengestelde massa binnen een welbepaalde tijdspanne een hoek van om en bij de 180° te laten maken, is er een moment (koppel) nodig. Dit benodigd koppel wordt door fabrikant SMC bepaald volgens onderstaande configuraties.

| Load type | | |
|---|---|---|
| Static load: Ts | Resistance load: Tf | Inertial load: Ta |
| When the pressing force is necessary (clamp, etc.) | When friction force or gravity is applied to the rotation direction | When the load with inertia is rotated |
|  |  |  |
| $T_s = F \cdot l$ Ts : Static load (N·m) F : Clamp force (N) l : Distance from the center of rotation to clamp (m) | When gravity acts to the rotation direction $T_f = m \cdot g \cdot l$ When friction force acts to the rotation direction $T_f = \mu \cdot m \cdot g \cdot l$ Tf : Resistance load (N·m) m : Mass of load (kg) g : Gravitational acceleration 9.8 (m/s ²) l : Distance from the center of rotation to the gravity or friction force acting point (m) μ : Coefficient of friction | $T_a = I \cdot \alpha = I \cdot \frac{2\theta}{t^2}$ Ta : Inertial load (N·m) I : Moment of inertia (kg·m ²) α : Angular acceleration (rad/s ²) θ : Rotating angle (rad) t : Rotation time (s) |
| Required torque T = Ts | Required torque T = Tf x (3 to 5) ^{Note 1)} | Required torque T = Ta x 10 ^{Note 1)} |

In het geval van de opstelling gaat het dus om het middelste belastinggeval (Resistance Load → Gravity acts). Met nog een veiligheidsfactor erbij van 3 tot 5 wordt het benodigde moment vastgelegd.

Volgens de wetten van de mechanica kan de tweede wet van Newton voor rotatieve bewegingen herleid worden tot :

$$M = J \cdot \alpha = J \cdot \frac{2 \cdot \theta}{t^2}$$

M : Moment (Nm)

J : Massatraagheidsmoment (kg·m²) → Te berekenen

α : Hoekversnelling (rad/s²)

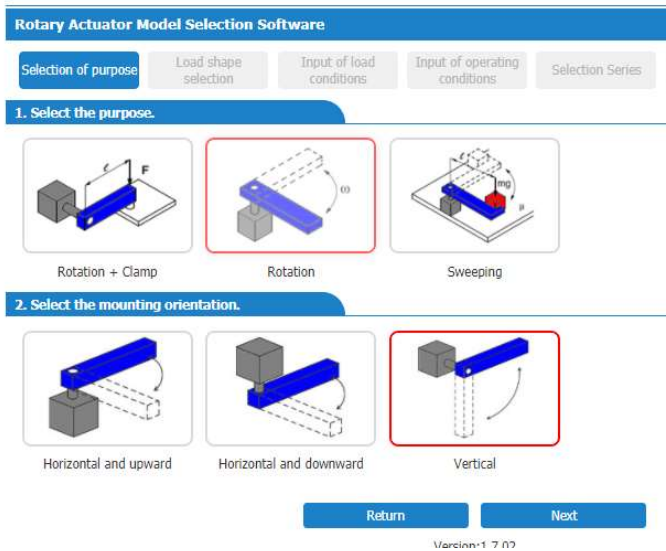
θ : draaihoek (rad) = π

t : tijd om hoek van π rad te maken = 1,5 s

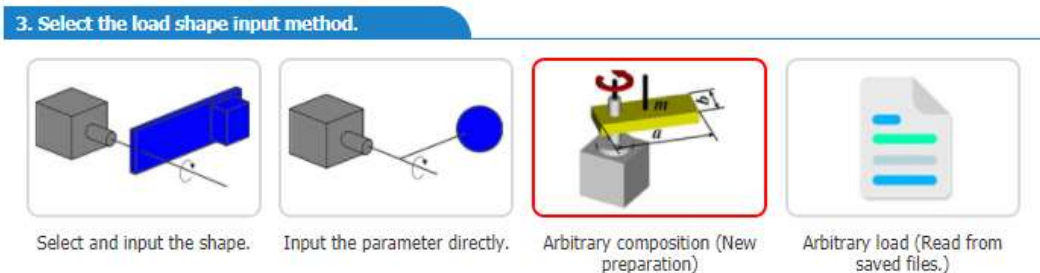
World leading
experts in pneumatics



Het berekenen van het massatraagheidsmoment kan heel wat tijd in beslag nemen. Een ideale calculator hiervoor is “Rotary Actuator Selector”, een freeware pakket te gebruiken op de website www.smc.be. Eerst moet het belastinggeval ingegeven worden.



Daarna kiezen voor “arbitrary composition (New preparation)”.



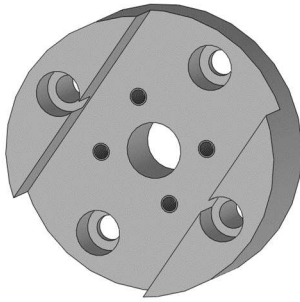
Hierna dienen de elementen die samen de rotatieve beweging maken, worden ingegeven.

Om het samengesteld massatraagheidsmoment te berekenen, werd uitgegaan van 3 onderdelen als volgt :

- Ronde koppelplaat 3D-print : diameter = 65 mm ; massa = 44 g ; zwaartepunt = rotatiepunt
- Bewegende arm 3D-print :
 - Rechthoek 155 mm x 38 mm
 - Massa 144 g
 - Afstand rotatiepunt – zwaartepunt arm = 77.5 mm
- As met grijper
 - Massapunt 164 g
 - Afstand rotatiepunt – zwaartepunt as met grijper = 111 mm

World leading
experts in pneumatics

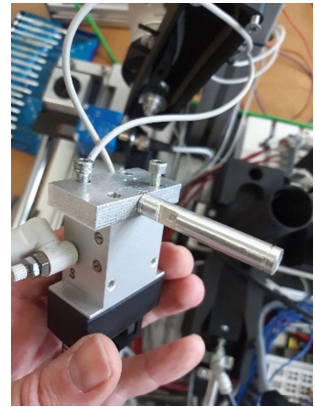




Ronde koppelplaat



Bewegende arm



As met grijper

De freeware berekent het samengesteld massa traagheidsmoment. Dit komt uit op $0.0033255 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Onderstaande figuur maakt dit zichtbaar.

Position of load center of gravity

1 When several loads are mounted to one gear, please combine the center of gravity, moment of inertia and load weight of respective load, and enter the combined value (to one line) as one load.

+ Addition - Subtraction Edit Copy Delete

Calculation results

| Items | Shape No. | Addition/subtraction | a mm | b mm | d1 mm | d2 mm | A/B - | Lx mm | Ly mm | Lz mm | R mm | An ° | m kg | I kg·m ² |
|---|-----------|----------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---------------------|
| <input checked="" type="radio"/> Load 1 | (5) | + | | | 65 | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.044 | 0.0000232 |
| <input type="radio"/> Load 2 | (4) | + | 155 | 38 | | | | 77.5 | 19 | 0 | 79.8 | 13.775 | 0.144 | 0.0012225 |
| <input type="radio"/> Load 3 | (1) | + | | | | | | 111 | 19 | 45 | 112.6 | 9.713 | 0.164 | 0.0020798 |
| Synthesized value | | | | | | | | 83.4 | 16.6 | 21 | 85.1 | 11.271 | 0.352 | 0.0033255 |

Comments

Enter comments.

World leading
experts in pneumatics



Hierna nog de draaihoek (180°) en de draaitijd (1,5s) ingeven bij een druk van 0.5 MPa. Het juiste type actuator (rack and pinion table type) en in de tabel controleren of de keuze voor MSQB30A in orde is.

| | | Result | | Explanation of Total judgment | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|----------------------|----------------|-------------------------------|----------------|----------------|------------------|-------------------------|--------------------------|----------------|
| | Model | Type | Cushion | Size | Rotating angle | Load judgement | Torque judgement | Rotation time judgement | Kinetic energy judgement | Total judgment |
| <input type="radio"/> | MSQB1A[-][-] | Double rack & pinion | Not use | 1 | 190° | ○ | X | X | X | X |
| <input type="radio"/> | MSQB2A[-][-] | Double rack & pinion | Not use | 2 | 190° | ○ | X | X | X | X |
| <input type="radio"/> | MSQB3A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 3 | 190° | ○ | X | X | X | X |
| <input type="radio"/> | MSQB7A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 7 | 190° | ○ | X | ○ | X | X |
| <input type="radio"/> | MSQB10R[-][-] | Double rack & pinion | Shock absorber | 10 | 190° | ○ | X | X | ○ | X |
| <input type="radio"/> | MSQB10A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 10 | 190° | ○ | X | ○ | X | X |
| <input type="radio"/> | MSQB20R[-][-] | Double rack & pinion | Shock absorber | 20 | 190° | ○ | ○ | X | ○ | X |
| <input type="radio"/> | MSQB20A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 20 | 190° | ○ | ○ | ○ | X | ○E |
| <input type="radio"/> | MSQB30R[-][-] | Double rack & pinion | Shock absorber | 30 | 190° | ○ | ○ | X | ○ | X |
| <input checked="" type="radio"/> | MSQB30A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 30 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| <input type="radio"/> | MSQB50R[-][-] | Double rack & pinion | Shock absorber | 50 | 190° | ○ | ○ | X | ○ | X |
| <input type="radio"/> | MSQB50A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 50 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| <input type="radio"/> | MSQB70R[-][-] | Double rack & pinion | Shock absorber | 70 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| <input type="radio"/> | MSQB70A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 70 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| <input type="radio"/> | MSQB100R[-][-] | Double rack & pinion | Shock absorber | 100 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| <input type="radio"/> | MSQB100A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 100 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| <input type="radio"/> | MSQB200R[-][-] | Double rack & pinion | Shock absorber | 200 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| <input type="radio"/> | MSQB200A[-][-] | Double rack & pinion | Rubber | 200 | 190° | ○ | ○ | ○ | ○ | ◎ |

De tabel toont dat de MSQB30A de juiste keuze blijkt. Deze kan het benodigde koppel leveren binnen de vooropgestelde tijd van 1.5 s en kan met de ingebouwde rubbers op de binnenzijde van de hoekinstelbouten de kinetische energie opvangen.

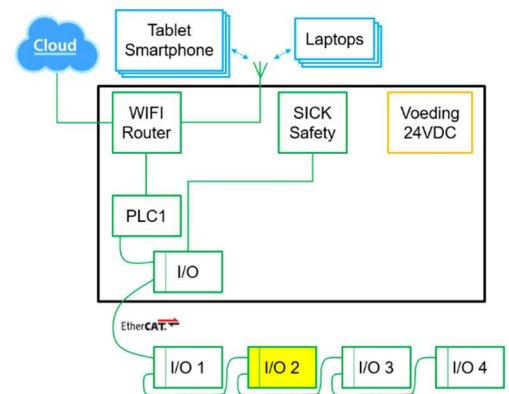
Belangrijke opmerking : Dit rekenmodel geldt uiteraard voor de bewegende arm in 3D geprint materiaal (PLA). Indien geopteerd wordt voor aluminium, dan verandert de massa en dus ook het massatraagheidsmoment. Hierbij moet opnieuw een calculatie gemaakt worden om te controleren of de MSQB30A aan de eisen voldoet.

World leading
experts in pneumatics



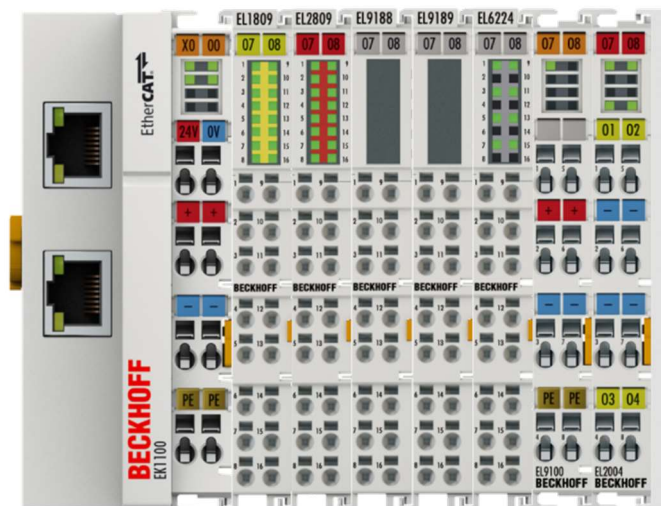
6.4 Automatisatie

Alle componenten die deel uitmaken van het automatische proces voor station 2 zijn aangesloten op het IO-eiland van Beckhoff (I/O 2 figuur hiernaast). Elk jaargang heeft immers een lokaal IO-eiland ; dit eiland is gekoppeld aan het IO-eiland vanuit station 1 dat op zijn beurt zijn data ontvangt en verstuurt naar de IPC in de kast, het brein van de TSI4.0.



De opbouw van het IO-eiland is als volgt

- EtherCat coupler voor E-bus type EK1100
- Inputkaart voor 16 digitale inputs type EL1809
- Outputkaart voor 16 digitale outputs type EL2809
- IO-linkkaart voor 4 deelnemers type EL6224
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 24V type EL9188
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 0V type EL9189
- Potentiaal scheidingskaart voor veilige uitgangen type EL9100
- Outputkaart voor 4 digitale outputs type EL2004



Het kopstation EK1100 wordt gevoed vanuit de centrale kast.

Het voorlaatste station EL9100 wordt gevoed vanuit de safety relais. De laatste module EL2004 ontvangt zijn spanning rechtstreeks vanuit EL9100 en zal dus uitvallen na duwen op eender welke noodstop van de 4 stations.

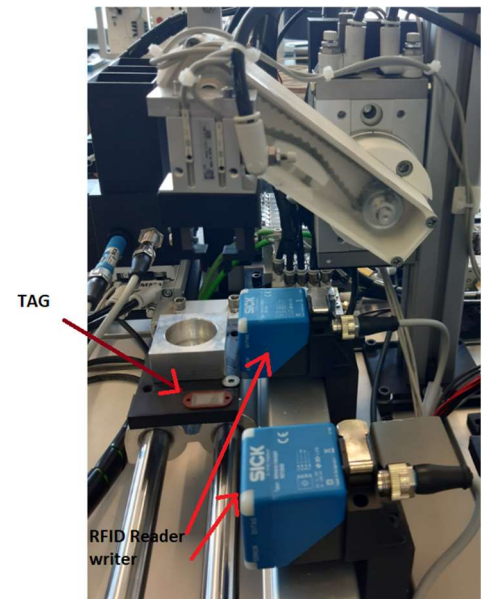
World leading
experts in pneumatics



6.4.1 RFID

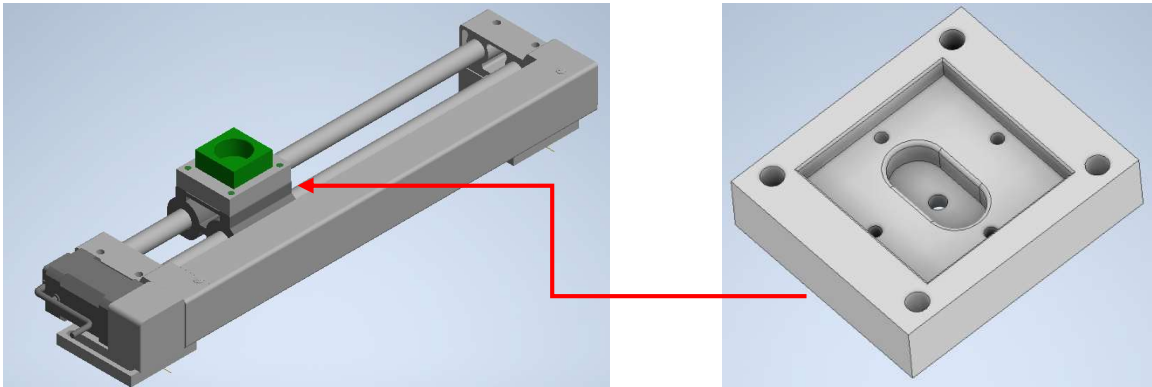
RFID staat voor Radio Frequentie Identificatie. Het is dus een manier om via radiogolven data uit te wisselen. In de modules van TSI 4.0 wordt deze technologie gebruikt om de gewenste bestelling in de desbetreffende stations te krijgen. Via een APP wordt de bestelling met behulp van de WIFI router naar de centrale IPC gebracht. Via een stukje PLC programma wordt deze bestelling in code omgezet en via radiogolven in een gegevensdrager gebracht. Deze gegevensdrager zal bij elk station op zijn beurt uitgelezen worden. Hiervoor heb je dus nodig :

- Een TAG of HF-transponder : dit is een plaatje waarop data kan geschreven en/of uitgelezen kan worden en is dus eigenlijk de gegevensdrager. In de TSI4.0 is dat het plaatje dat op de elektrische actuator gemonteerd is.
- Een RFID reader/writer ; dit is een toestel dat data kan verzenden naar en uitlezen van de TAG. In de TSI4.0 is het de bedoeling dat bij station 1 data geschreven wordt naar de TAG ; in stations 2, 3 en 4 moet de data door de RFID reader/writer gelezen worden. Op die manier kan door de PLC uitgelezen worden welk van de 2 gravitatiemagazijnen bij elk station moet aangesproken worden.



Zoals in de bovenstaande figuur zichtbaar is, zal de RFID Tag NIET verbonden zijn met het onderblok van station 1 maar blijft deze bevestigd op het zwarte plaatje dat vast zit aan de elektrische as.

Een optie is om de TAG te monteren in een apart plaatje onder het onderblok zoals onderstaande schets toont. Het plaatje wordt op het einde van het proces samen met de assembly naar één van de transportbanden vervoerd. Vanaf dit punt kunnen het plaatje en de assembly weer gescheiden worden en kan het plaatje weer dienen voor een volgende assembly. Op deze manier blijft de TAG gedurende het volledige proces bij de assembly, ook als de assembly naar de eindpositie wordt vervoerd.



In de CAD tekeningen wordt deze optie benoemd met TAG-houder2.

6.4.1.1 Kenmerken

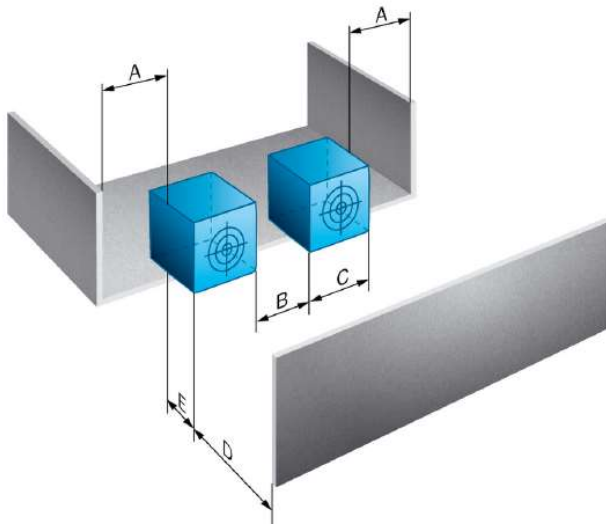
Per jaargang wordt een RFID reader/writer geleverd van SICK type RFH515-1004301, een lees/schrijf apparaat met ingebouwde antenne die data kan lezen/schrijven in het hoog frequent (HF) gebied. Belangrijk om op te merken is dat deze TAG NIET in een metalen behuizing mag gemonteerd worden. (dit zou wel mogen bij varianten in het UHF gebied). Op de foto hierboven is duidelijk zichtbaar dat de TAG gemonteerd is in een PLA 3D-print houder. De TAG is ook haaks gemonteerd ten opzichte van de RFID readers langs de elektrische actuator.



World leading
experts in pneumatics



Belangrijk is ook dat een minimale afstand van 80 mm moet in rekening gebracht worden tussen de twee RFID readers. Hieronder enkele inbouwaanwijzingen.



| | |
|---|--------|
| A | 40 mm |
| B | 80 mm |
| C | 40 mm |
| D | 240 mm |
| E | 10 mm |

De RFID readers/writers worden met een IO-link signaal aangestuurd en zijn uitgevoerd met verschillende LED's op de hoekpunten. De gele LED onderaan is interessant en duidt aan dat een TAG in zijn lees/schrijfbereik is waargenomen. Dit is handig bij de mechanische calibratie van de machine.

6.4.1.2 Automatisatie RFID

Via radiogolven kunnen dus bits en bytes gelezen en geschreven worden. Hoe dit gebeurt, is allemaal te lezen in de operation manuals die te vinden zijn via www.sick.com. Concreet voor het project moet er 1 byte (8 bits) gereserveerd worden om alle combinaties te kunnen maken :

- Byte_RFID.0 = metalen onderblok
- Byte_RFID.1 = zwarte onderblok
- Byte_RFID.2 = dunne lager
- Byte_RFID.3 = dikke lager
- Byte_RFID.4 = witte as
- Byte_RFID.5 = zwarte as
- Byte_RFID.6 = wit deksel
- Byte_RFID.7 = metalen deksel

Deze bits moeten kunnen beschreven worden in de RFID bij station 1 waar de keuze voor de configuratie wordt gemaakt en uitgelezen bij de stations 2, 3 en 4. Onderstaand beeld toont de proces inputs en proces outputs die vanuit het IO-linksignaal van de RFID readers/writers van en naar de besturing gaan. Enkel de gefluoreseerde bits zijn noodzakelijk in het project.

Proces inputs (naar besturing)

2. Process data

| Record ³ : 32 Byte - Process Data IN | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------|-----------|-------------------|-----|--------------------|------------|-----------|-----------|
| Bitoffset | 255 | 254 | 253 | 252 | 248 | | | | |
| Byte 0 | Ready Flag 255 | Error 254 | Tag 253 | Antenna State 252 | 251 | CMDCPY 250 | 249 | 248 | |
| Type/Subindex | Boolean 1 | Boolean 2 | Boolean 3 | Boolean 4 | | Unsigned Integer 3 | | 5 | |
| Bitoffset | 247 | 246 | 245 | 244 | 243 | 242 | 241 | 240 | |
| Byte 1 | Error code | | | | | Alarm2 242 | Alarm1 241 | 240 | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 6 | | | | | | 6 | Boolean 7 | Boolean 8 |
| Bitoffset | 239 | 238 | 237 | 236 | 235 | 234 | 233 | 232 | |
| Byte 2 | RSSI | | | | | | | | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 8 | | | | | | | | 9 |
| Bitoffset | 231 | 230 | 229 | 228 | 227 | 226 | 225 | 224 | |
| Byte 3 | Address | | | | | | | | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 8 | | | | | | | | 10 |
| Bitoffset | 223 | | | | | | | 160 | |
| Byte 4-11 | UserMemory 0-7 / UID 0-7 | | | | | | | 160 | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 64 | | | | | | | | 11-18 |

- Tag : er is een RFID tag gedetecteerd voor de RFID reader/Writer
- Byte 4 : hierin worden de 8 bits gestockeerd om te kunnen lezen

World leading
experts in pneumatics



Proces outputs (van besturing)

Record³ : 32 Byte - Process Data OUT

| | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|-----|-----|---------------|-----|--------------------|-----|------|
| Bitoffset | 255 | 254 | 253 | 252 | 251 | 250 | 249 | 248 |
| Byte 0 | START | | | Antenna state | | CMD | | |
| Type/Subindex | Boolean 1 | | | Boolean 2 | | Unsigned Integer 3 | | |
| Bitoffset | | | | | 243 | | | 240 |
| Byte 1 | RFU | | | | | NB BLOCK | | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 5 | | | | 4 | Unsigned Integer 3 | | 5 |
| Bitoffset | | | | | | | | 232 |
| Byte 2 | RFU | | | | | | | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 8 | | | | | | | 6 |
| Bitoffset | | | | | | | | 224 |
| Byte 3 | Address | | | | | | | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 8 | | | | | | | 7 |
| Bitoffset | | | | | | | | 0 |
| Byte 4-31 | UserMemory 0-27 | | | | | | | |
| Type/Subindex | Unsigned Integer 224 | | | | | | | 8-35 |

- Start : hiermee wordt een commando (lezen, schrijven) geïnitieerd. Dit wordt actief bij een signaalverandering van 0→1 of van 1→0.
- CMD : Het soort commando wordt hier gevormd
 - 0 : Geen commando
 - 1 : auto-read. Indien er een TAG in de buurt van de reader komt, wordt automatisch gelezen
 - 2 : Auto-Write. Indien er een TAG in de buurt van de reader komt, wordt automatisch geschreven
 - 3 : Read
 - 4 : Write
 - 5 : Read UID
- NB Block : De hoeveelheid memory blocks dat gelezen/geschreven wordt. Standaard op 1 volstaat hier.
- Byte 4 : hierin worden de 8 bits gestockeerd om te kunnen schrijven

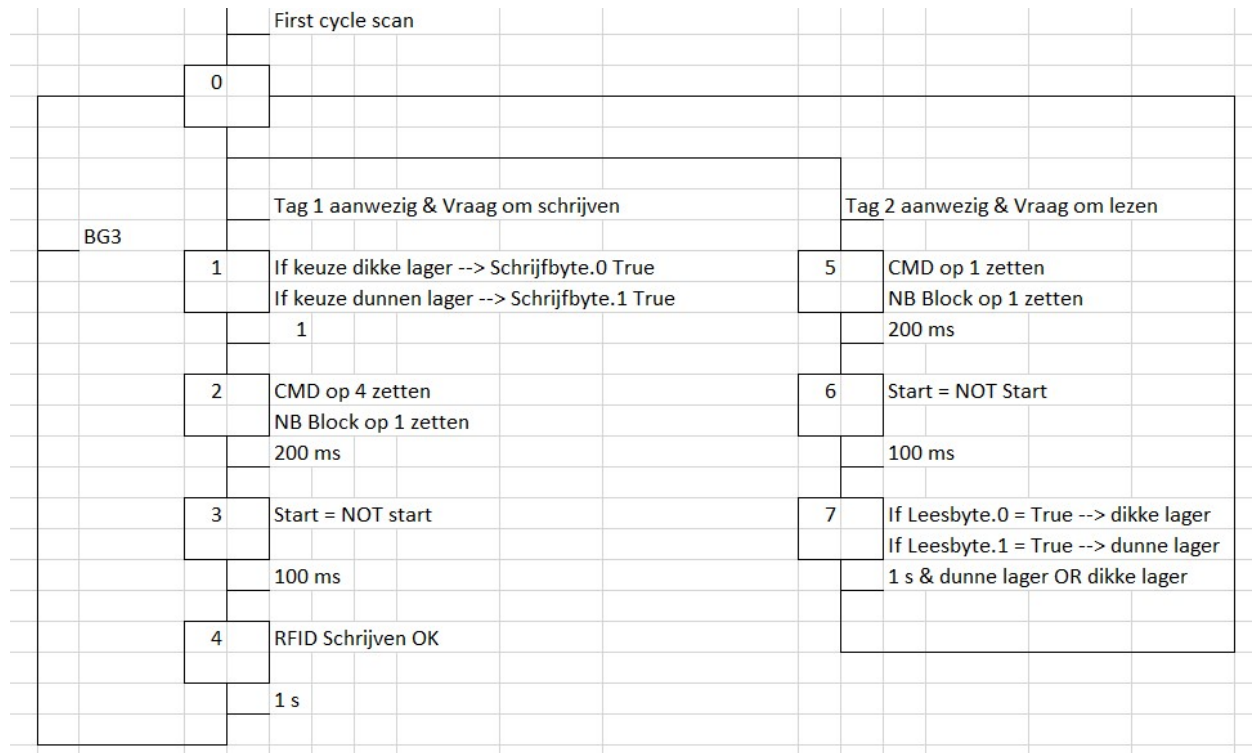
Meer informatie is ongetwijfeld te vinden via uitgebreide operation manuals op www.sick.com.

World leading
experts in pneumatics



Voor het demomodel werd onderstaand stuk graficet gebruikt om data te beschrijven in station 1 en te kunnen lezen in station 2. Het is een apart stuk code dat vanuit het hoofdprogramma wordt opgeroepen indien in die bewuste stap moet gelezen of geschreven worden.

Tag 1 hoort bij station 1, Tag 2 bij station 2.



6.4.2 IO-lijst

Onderstaande lijsten tonen de inputs en outputs die aangesloten zijn op de besturing. De kolommen tonen :

- het aansluitnummer van de betreffende kaart
- de benaming van de component
- de naam van de variabele in het PLC programma
- de code uit het elektrisch of pneumatisch schema

Digitale Inputkaart Beckhoff EL1809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|----------------------|----------------------------|----------------|
| 1 | Uitstootcilinder uit | bM2CylUitstoot_SBuiten | BG4 |
| 2 | Uitstootcilinder in | bM2CylUitstoot_Sbinnen | BG3 |
| 3 | Selectiecilinder uit | bM2CylSelectie_SLagerGroot | BG2 |
| 4 | Selectiecilinder in | bM2CylSelectie_SLagerKlein | BG1 |
| 5 | Draaicilinder haal | bM2CylDraai_SHaal | BG8 |
| 6 | Draaicilinder midden | bM2CylDraai_SMidden | BG9 |
| 7 | Draaicilinder breng | bM2CylDraai_Sbreng | BG10 |
| 8 | Grijper open | bM2Grijper_SOpen | BG6 |
| 9 | Grijper dicht | bM2Grijper_SDicht | BG5 |
| 10 | Sensor_druk_aanwezig | bM2Druk_SAanwezig | BP1 |

Digitale outputkaart Beckhoff EL2809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|--|-----------------------------|----------------|
| 1 | Ventiel_selectiecilinder_buiten_mono | bM2CylSelectie_Buiten_V52m | MB1 |
| 2 | Ventiel_uitstootcilinder_buiten_mon o | bm2Cyluitstoot_Buiten_V52m | MB2 |
| 3 | Ventiel_grijper_open_mono | bM2Grijper_Open_V52m | MB3 |
| 4 | Ventiel_hoogtemeting_onder_mono | bM2Hoogtemeting_BenedenV52m | MB4 |
| 5 | Ventiel_draaicilinder_haal | bM2Draaicilinder_Haal_V53 | MB6 |
| 6 | Ventiel_draaicilinder_breng | bM2Draaicilinder_Breng_V53 | MB5 |

World leading
experts in pneumatics



IO-linkkaart Beckhoff EL6224

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|------------------------------|--------------------|----------------|
| 1 | Elektrische_as_zwart_signaal | WM2_elektrische_as | MA1 |
| 2 | Elektrische_as_24V | | |
| 3 | Hoogtemeting_zwart_signaal | WM2_hoogtemeting | BG7 |
| 4 | hoogtemeting_24V | | |
| 5 | RFId_lezen_zwart_signaal | BM2_RFID_lezen | AG1 |
| 6 | RFId_lezen_24V | | |
| 7 | RFID_schrijven_zwart_signaal | BM2_RFID_schrijven | AG2 |
| 8 | RFID_schrijven_24V | | |
| 9 | | | |
| 10 | Elektrische_as_0V | | |
| 11 | | | |
| 12 | hoogtemeting_0V | | |
| 13 | | | |
| 14 | RFId_lezen_0V | | |
| 15 | | | |
| 16 | RFID_schrijven_0V | | |

Digitale outputkaart safety related Beckhoff EL2004

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|---------------------|--------------------|----------------|
| 1 | Afblaasventiel_plus | bM2_Afblaasventiel | MB7 |
| 2 | Afblaasventiel_min | | MB7 |
| 3 | | | |
| 4 | Elektrische_as_M24V | bM2_elektrische_as | MA1 |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |

World leading
experts in pneumatics



6.4.3 Grafcet diagram

Er zijn verschillende mogelijkheden om de bewegingen in de module op elkaar te laten volgen. Hieronder wordt een voorbeeld getoond volgens de Grafcet methode. De bedoeling is dat dit volgens een Case instructie in Structured text vertaald wordt in het PLC programma.

De logica is in een normale cyclus als volgt :

- Stap 0 : Initiële stap
 - Als geen alarm van elektrische actuator → Stap 1
- Stap 1 : SVON = Elektrische actuator activeren
 - Als SVRE (bevestiging elektrische actuator actief) EN uitstootcilinder binnen
- Stap 2 : Draaicilinder Haal
 - Als draaicilinder aangekomen bij haal
- Stap 3 : SETUP = Homing elektrische actuator
 - Als SETON (Homing OK elektrische actuator)
- Stap 4 : Draaicilinder Breng
 - Als draaicilinder midden
- Stap 5 : Check positie draaicilinder
 - Als draaicilinder midden → Stap 6
 - Als draaicilinder niet midden → Stap 60
- Stap 6 : Elektrische actuator naar positie station 1
 - Als elektrische as positie = 300 mm
- Stap 7 : Wachtstap 1 s en RFID Schrijven
 - Als 1 s EN RFID_schrijven_OK EN niet draaicilinder positie breng → Stap 8
 - Als 1 s EN RFID_schrijven_OK EN draaicilinder positie breng → Stap 80
- Stap 8 : Elektrische actuator naar positie RFID lezen 2
 - Als elektrische as positie = 140 mm
- Stap 9 : Wachtstap 1 s en RFID Lezen
 - Als 1 s EN RFID_leest_dunne_lager → Stap 10
 - Als 1 s EN RFID_leest_dikke_lager → Stap 30
- Stap 10 : Selectiecilinder blijft binnen Stap 30 : Selectiecilinder buiten
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 11 : Uitstootcilinder naar buiten EN elektrische actuator naar positie station 2
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 12 : Hoogtemeting naar beneden en wachtstap 2 s
 - Als 2 s
- Stap 13 : Hoogtemeter naar onder
 - Als gemeten lager = gewenste lager → Stap 14
 - Als gemeten lager ≠ gewenste lager → Stap 24

- Als geen lager → Stap 34
- Stap 14 : Hoogtemeter terug naar boven
 - Als hoogtemeter boven EN elektrische actuator = 110 mm
- Stap 15 : Draaicilinder Haal EN Grijper naar binnen
 - Als grijper binnen EN draaicilinder haal
- Stap 16 : Grijper naar buiten
 - Als grijper buiten
- Stap 17 : Draaicilinder Breng
 - Als draaicilinder breng
- Stap 18 : Grijper naar binnen
 - Als grijper binnen
- Stap 19 : Draaicilinder Haal
 - Als draaicilinder midden → Terug naar stap 5

Draaicilinder niet in juiste positie als elektrische as gaat bewegen

- Stap 60 : Draaicilinder Haal
 - Als draaicilinder midden → Terug naar stap 6

gemeten lager ≠ gewenste lager

- Stap 24 : Lamp/melding op HMI actief/Hoogtemeter terug naar boven/Uitstootcilinder terug naar binnen
 - Als Reset op HMI en beide cilinders aangekomen → Terug naar stap 9

Geen lager na meting

- Stap 34 : Lamp/melding op HMI actief/Hoogtemeter terug naar boven/Uitstootcilinder terug naar binnen
 - Als Reset op HMI en beide cilinders aangekomen → Terug naar stap 9

Draaicilinder niet in juiste positie als elektrische as gaat bewegen

- Stap 80 : Draaicilinder Haal
 - Als draaicilinder midden → Terug naar stap 8

Na noodstop

- Stap 900 : Alle spanning van spoelen behalve selectiecilinder
 - Alle lineaire cilinders in positie terug

- Stap 901 : Selectiecilinder naar binnen
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 902 : Draaicilinder haal
 - Als draaicilinder positie haal
- Stap 903 : Draaicilinder Breng
 - Als draaicilinder positie midden → Terug naar stap 6

Opmerking :

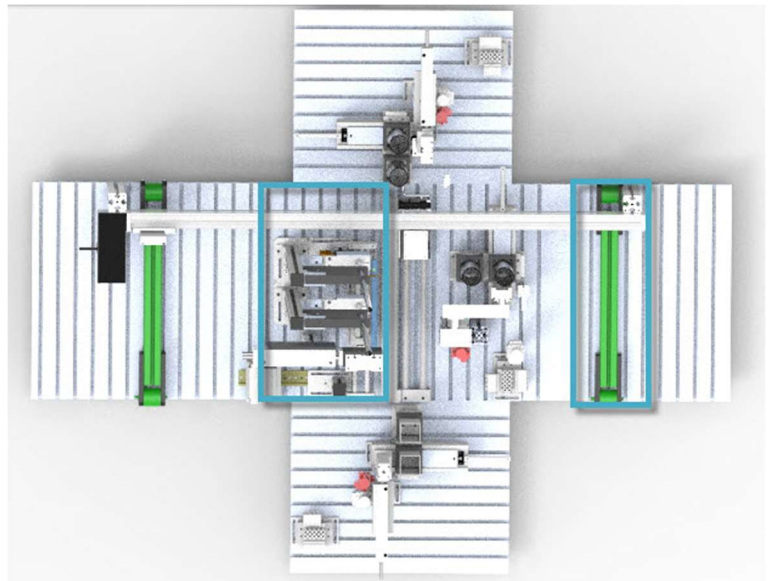
- Bij de bewegingen is in de grafcet rekening gehouden met het bistabiele en monostabiele karakter van de gebruikte ventielen.
- In stap 10 wordt de transportband actief. De duurtijd linksom of rechtsom kan worden bepaald door het aantal pulsen

7 Jaargang 3 : Tafels 3 en 7

Zoals eerder vermeld bevat deze jaargang het station voor de assen en opnieuw een transportband, ditmaal met een incrementele encoder. De transportband zal in de volledige opstelling dienst doen als afzetpositie, net zoals de transportband uit jaargang 1.

De technologieën die in deze jaargang naar voren komen zijn :

- RFID
- Veiligheid : flexi loop met IO link communicatie
- Diverse sensoren waaronder kleurensensoren met IO-link communicatie en een glasvezelsensor

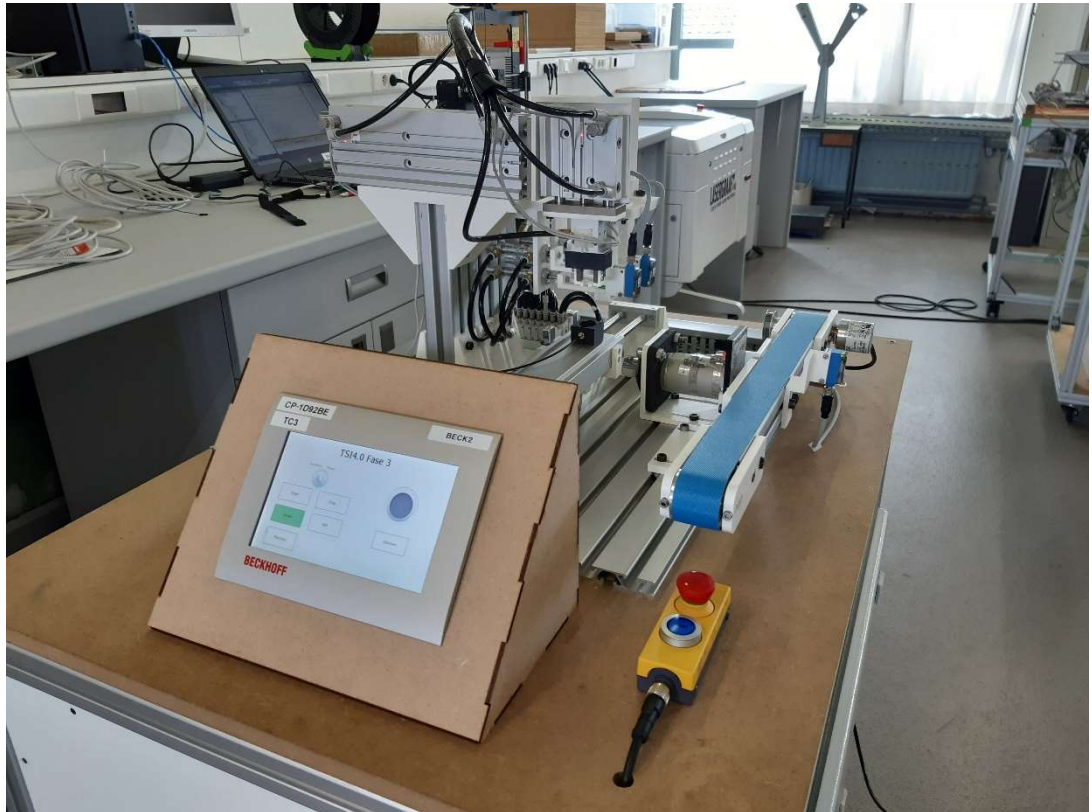


World leading
experts in pneumatics



7.1 Stand alone project voor jaargang 3

Op één aluminium plaat van 500 mm x 400 mm zullen alle componenten gemonteerd moeten worden. Zoals eerder vermeld wordt ook hier de data en de elektrische voeding geleverd vanuit de centrale kast.



Een stand alone project voor deze jaargang zou kunnen zijn : De gebruiker kiest via een HMI voor een witte of zwarte as. De horizontale transportcilinder positioneert zich onder het juiste magazijn waarna een as uit het desbetreffende magazijn valt in de houder op de transportcilinder. De cilinder plaatst zich onder de manipulator, deze verplaatst via een grijper de as naar de transportband. Afhankelijk van de gekozen as zal de transportband naar links of naar rechts bewegen.

Elk magazijn bevat een IO-link kleursensor die de kleur van de as controleert.

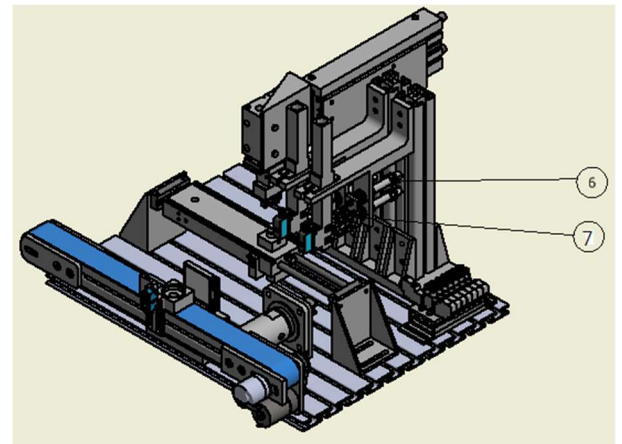
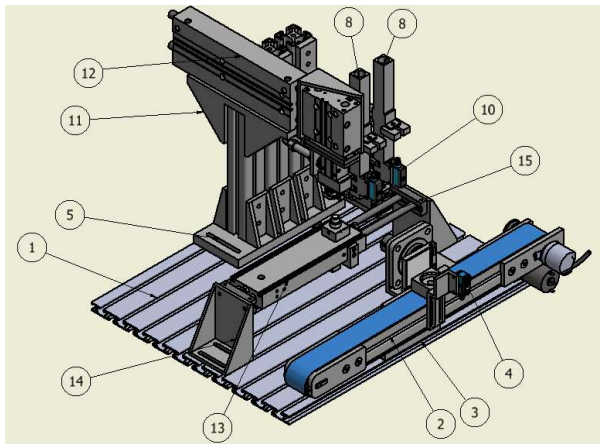
World leading
experts in pneumatics



7.2 Bespreking mechanische opbouw

7.2.1 Pick and place station 3

Onderstaande figuren tonen de samenstelling van de pick and place van jaargang 3 met hierop de verschillende onderdelen.



| Nr | Aantal | Onderdeel |
|----|--------|----------------------------------|
| 1 | 1 | Grondplaat |
| 2 | 1 | Transportband |
| 3 | 1 | Houder transportband |
| 4 | 1 | Sensor met reflector |
| 5 | 1 | Houder magazijnen en manipulator |
| 6 | 4 | Uitstootcilinder magazijn |
| 7 | 4 | Uitstootstukken magazijn |
| 8 | 1 | Magazijn assen kleur 1 |
| 9 | 1 | Magazijn assen kleur 2 |
| 10 | 2 | Kleurensensor magazijn |
| 11 | 2 | Houder manipulator |
| 12 | 1 | X-Y-Z Manipulator met grijper |
| 13 | 1 | Transportcilinder |
| 14 | 2 | Houder transportcilinder |
| 15 | 1 | Ashouder transportcilinder |

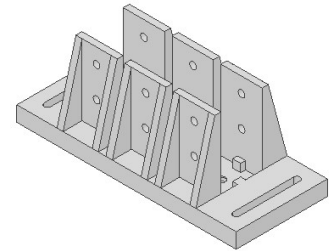
World leading
experts in pneumatics



Voor de onderdelen waar het mogelijk was, is net zoals voor de vorige stations geopteerd voor een 3D geprinte variant. Aan de gebruiker dus om te kiezen voor 3D printen met PLA of een verspanende techniek met aluminium toe te passen.

Hieronder een aantal afbeeldingen en/of foto's met praktische voordelen met 3D printen

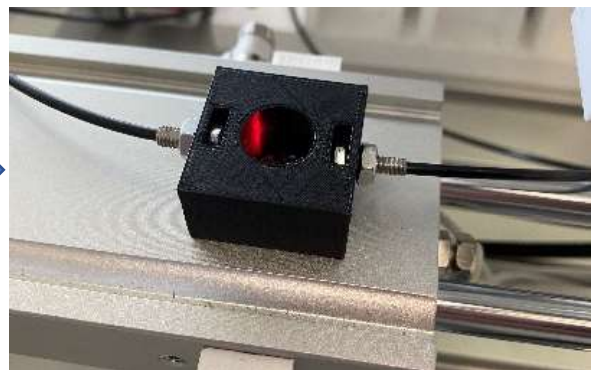
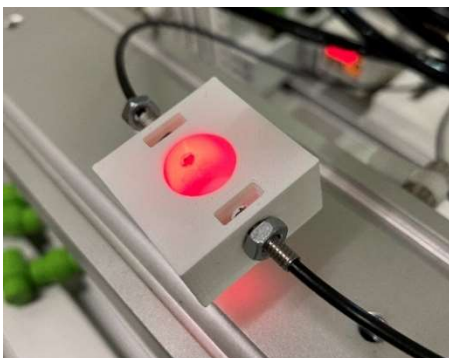
Houder magazijnen en manipulator : Om het schommelen van de verschillende magazijnen en de manipulator te vermijden, werden driehoeken toegevoegd en werd de grondplaat hiervan aangepast aan de profilering van het motix profiel. Een verspanende techniek zou hier veel duurder zijn.



Houder transportcilinder : Ook hier werden driehoeken toegevoegd om te stabiliteit te verhogen.



Ashouder transportcilinder : De juiste coniciteit aan de bovenkant van dit onderdeel is belangrijk om de as tijdens de val stabiel te kunnen opvangen. De kleur van dit onderdeel is ook belangrijk : wit weerkaatst teveel licht rondom de as zodat het uitgezonden licht van de glasvezelsensor toch nog terecht komt in de ashouder als er al een as in ligt. Door dit te veranderen naar zwart, werd dit probleem vermeden.



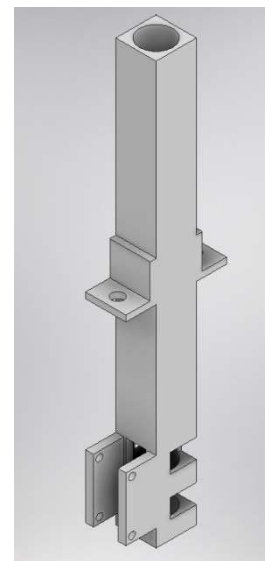
Ook werd waar mogelijk de geometrie van het Motix profiel overgenomen aan de houders van de verschillende onderdelen : houder magazijnen en manipulator, houders in de X-Y-Z manipulator.

World leading
experts in pneumatics



Magazijn assen : De magazijnen werden ontworpen met de montagegaten voor de kleurensensoren reeds geïntegreerd.

Houder manipulator : De magazijnhouder werd uitgevoerd met driehoeken en aan de onderzijde voorzien van uitsteeksels die passen in de Motix profielen. Uiteraard ook met gaten voor de horizontale manipulator.



World leading
experts in pneumatics



7.2.2 Transportband station 3

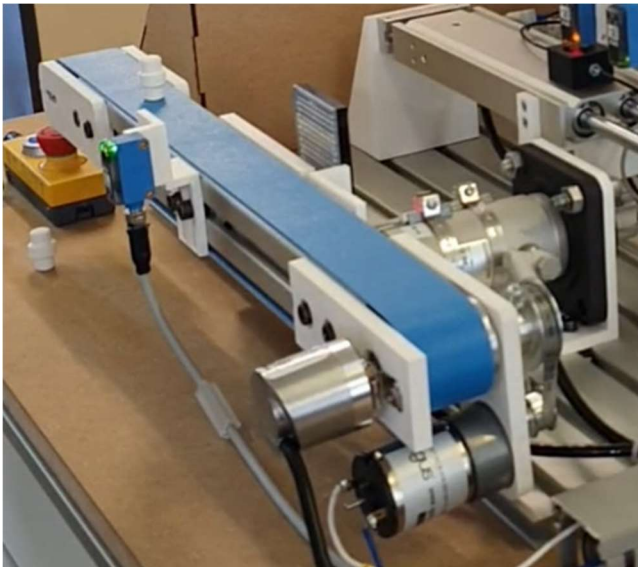
Ook voor de transportband werd voor een aantal stukken geopteerd voor 3D printing. Andere onderdelen zoals de assen en de omkeerrollen werden verspaand. Hiervan zijn uiteraard 2D tekeningen beschikbaar. Alle tekeningen voor het vervaardigen van de stukken zijn in een bijlage te vinden.

Het opspanmechanisme is anders uitgevoerd dan bij jaargang 1. In de originele opstelling is de encoder gemonteerd op de aandrijfjas. Een uitdaging zou kunnen zijn om de encoder te monteren op de meeneemrol. Op die manier wordt slip van de band altijd in rekening gebracht en zal er altijd evenveel geteld worden als de band werkelijk verplaatst werd. Dit is niet het geval als de encoder bevestigd wordt aan de aandrijfjas.

De transportband wordt net als in jaargang 1 aangedreven door middel van een 24V DC motor merk IGUS type MOT-AE-B-024-003-037-F-A-AAAA. Deze heeft een ingebouwde overbrengingsverhouding van 30. Dit levert een nominaal koppel van 0.3 Nm en een nominaal toerental van 112 min^{-1} . De flensdiameter bedraagt 37 mm en de as heeft een afgevlakt uiteinde. Kabelschoentjes zijn benodigd om de elektrische verbinding te maken over de pinnen.



Door de polariteiten op de aansluitpinnen om te keren, zal de motor naar de andere richting draaien.



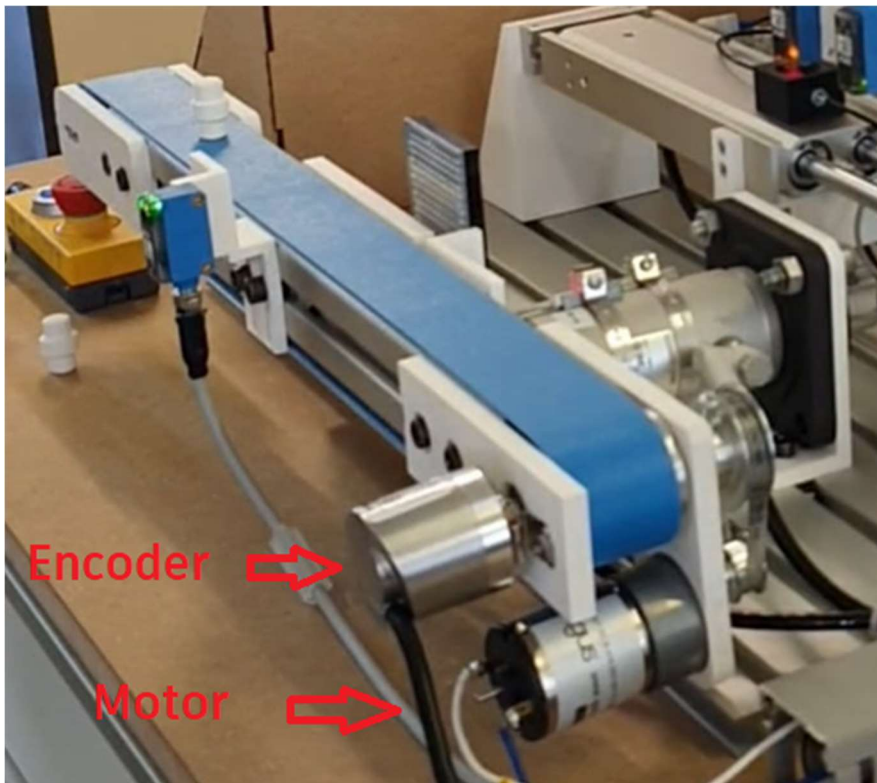
World leading
experts in pneumatics



De as van de motor wordt verbonden met een riemschijf type T2,5 Z=40 16-6-6F VB. Dit is de grootste schijf met 40 tanden met steek van 2,5 mm. Deze wordt door middel van een tandriem type ZRM 6T2,5-160 verbonden met een kleinere riemschijf type T2,5 Z=20 16-6-6F VB. Met deze laatste riemschijf wordt de transportband aangedreven.

De transportband is voorzien van een reflectieve sensor met spiegel van SICK type GL6-P4112. Als deze sensor een as detecteert, zal deze via de besturing de transportband doen starten.

Voor deze jaargang werd gekozen voor een incrementele encoder merk SICK type DBS36E-BBEK01024. De zelfgemaakte encoder uit jaargang 1 kan slechts 8 pulsen per rotatie detecteren hetgeen resulteert in een zeer slechte resolutie. De encoder kan 1024 pulsen per revolutie detecteren. In functie van de omtrek van de omkeerrol kan berekend worden hoe groot de resolutie in mm bedraagt.



Verderop in het document meer informatie over de elektrische aansluitingen van de encoder.

World leading
experts in pneumatics



7.3 Bespreking pneumatische componenten

7.3.1 Pneumatisch schema

Het pneumatisch schema in bijlage is gecodeerd volgens de norm EN 81346-2 met de 2 letter methode. De codes voor de cilinders zijn aangevuld met logische benamingen om de leesbaarheid ervan te bevorderen.

De luchtverzorging eindigt met een elektrisch bediend 3/2-ventiel (noodstopventiel). Na een noodstop zal alle lucht via dit ventiel uit de machine verwijderd worden. Een enkelwerkende grijper zal dankzij de inwendige veer de as nog kunnen vasthouden na een noodstop. De transportcilinder is voorzien van 3 reed switches om op 3 locaties te kunnen stoppen. De stoppercilinder maakt een uitgaande slag als de middenstand van de transportcilinder bereikt moet worden. Het 5/3-ventiel van de transportcilinder heeft een drukmiddenstand om stabiliteit te behouden bij het bereiken van de middenstand.

7.3.2 Luchtverzorging

De luchtverzorging bestaat uit :

- Manueel bediend 3/2-ventiel. Hiermee kan de perslucht naar de module geschakeld worden. In de andere stand kan de perslucht uit de module geëvacueerd worden.
- Filter regelaar type AW20-F01E-B. Filteren op niveau 5µm en de druk instellen.
- Elektrisch bediend 3/2-ventiel type VT307-5DZ1-01F-F-Q. Na induwen van de noodstop zal dit ventiel afschakelen zodat de perslucht uit de module verdwijnt. Na reset wordt het ventiel terug geschakeld en zal de perslucht terug de module binnenkomen
- Er is ook een digitale drukschakelaar type ISE20-P-01-L voorzien. Deze controleer de aanwezigheid van druk. Met behulp van de knopjes kan de schakeldruk ingesteld worden. Het signaal van deze schakelaar kan mee opgenomen worden in het PLC programma.

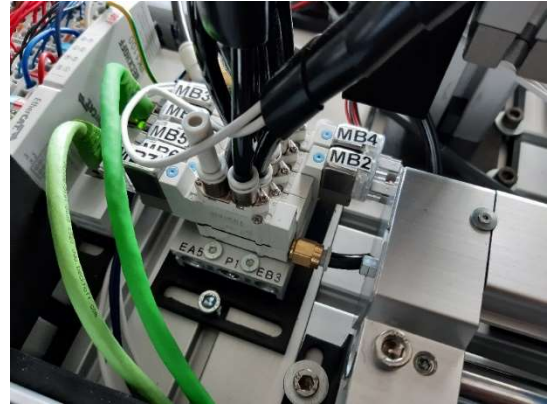


World leading
experts in pneumatics



7.3.3 Ventielenblok

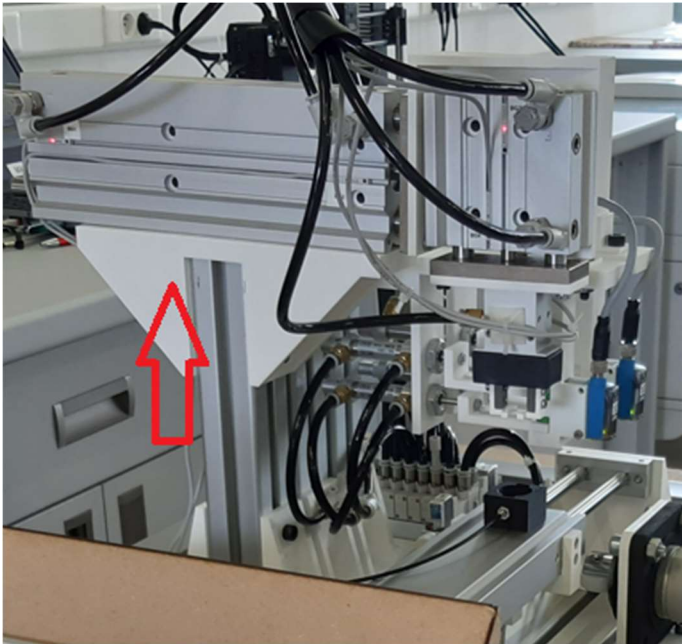
Het ventielenblok bestaat uit een centraal aluminium onderblok waarop de verschillende ventielen type SY3x20 gemonteerd zijn. De ventielen werken op 24 VDC en zijn aangesloten op de digitale outputkaart van het IO-eiland



7.3.4 Horizontale manipulator MM1

Deze cilinder type MGPM20TF-200Z is een geleide cilinder met stanggeleiding. De ingebouwde glijlagers rond de buitenste assen zorgen voor ondersteuning tijdens de uitgaande slag. Hierdoor wordt de momentbelasting ten gevolge van bevestigde massa (verticale manipulator) en de krachttarm (200 mm) opgevangen.

De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



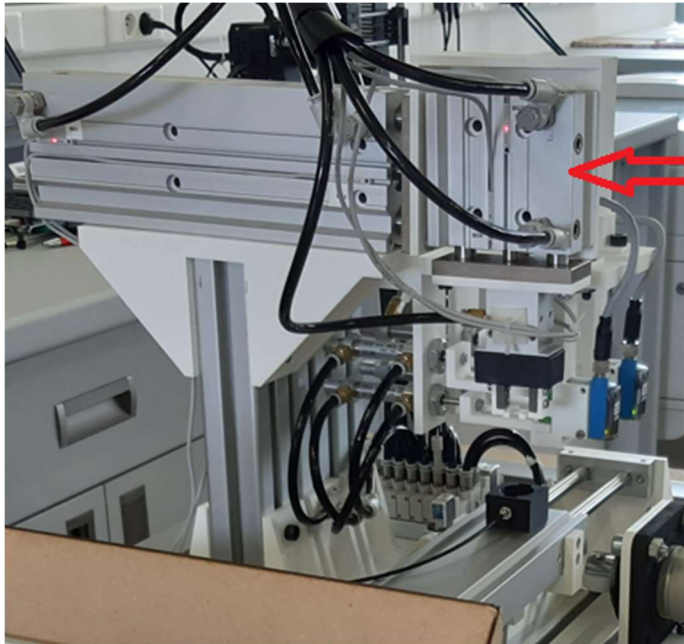
Om de juiste geleide cilinder te berekenen, kan net als voor de kinetische energie van geleide cilinders gebruik gemaakt worden van de software "Guide cylinder selection software" van SMC. De methode werd reeds toegelicht bij jaargang 1.

World leading
experts in pneumatics



7.3.5 Verticale manipulator MM2

Deze cilinder type MGPM20TF-40Z is een geleide cilinder met stanggeleiding. De ingebouwde glijlagers rond de buitenste assen zorgen voor ondersteuning tijdens de uitgaande slag. De eindplaat is ideaal om andere componenten op te monteren via een koppelplaat, in dit geval de grijper.



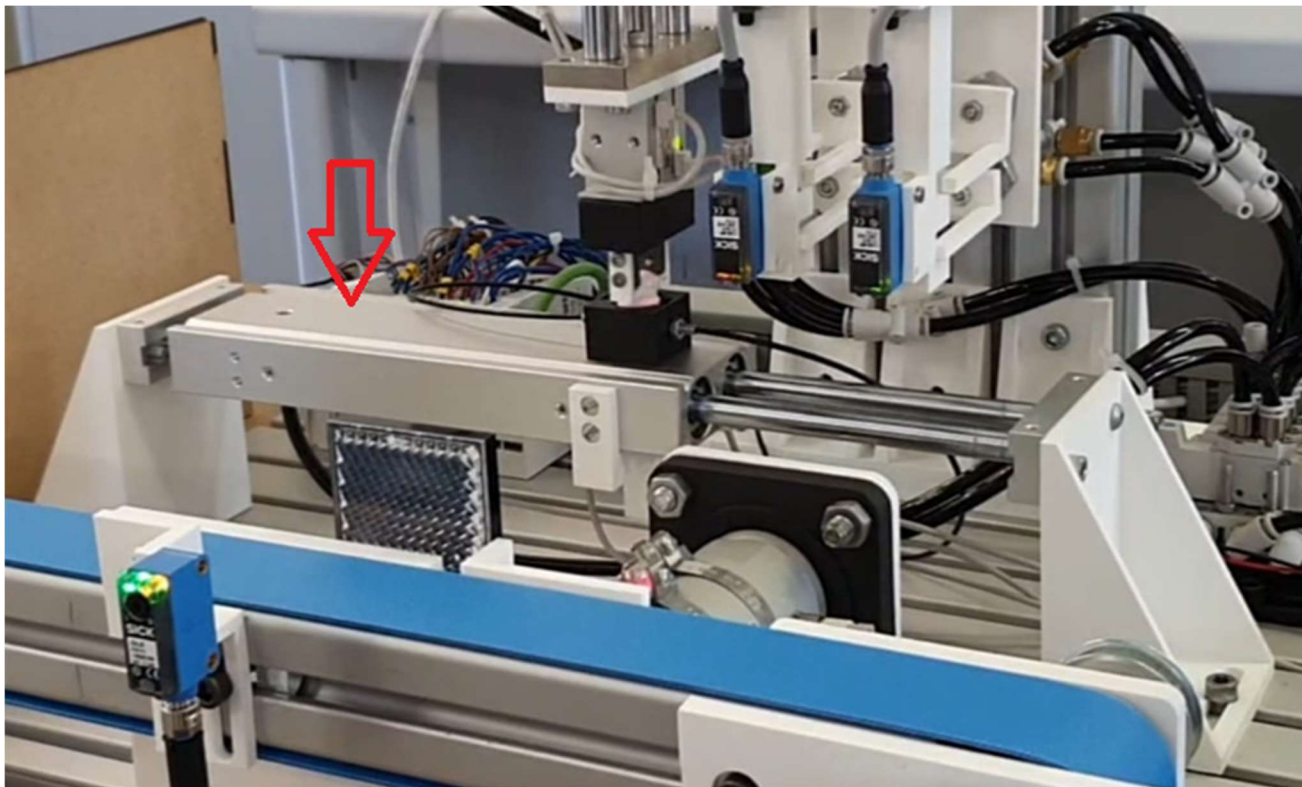
De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.

World leading
experts in pneumatics



7.3.6 Transportcilinder MM3

De transportcilinder is een geleidecilinder type CXSWM20-100. In tegenstelling tot de vorige cilinders MM1 en MM2 heeft deze cilinder 2 zuigers met elk een zuigerstang. Deze zuigerstangen komen zowel aan de voorzijde als de achterzijde uit de cilinder. In deze opstelling zijn de zuigerstangen via de eindplaten vast gemonteerd waardoor de zuigerstangen niet bewegen maar de body wel. Het blokje met glasvezelsensors waar de assen in vallen is gemonteerd op deze body waardoor de assen verplaatst worden.



De cilinder is aangesloten op een 5/3-ventiel en heeft 3 reed switches type D-A93L en 2 snelheidsregelaars. Op deze manier kan de cilinder op 3 locaties stoppen : positie as kleur 1, positie as kleur 2 en afneempositie manipulator.

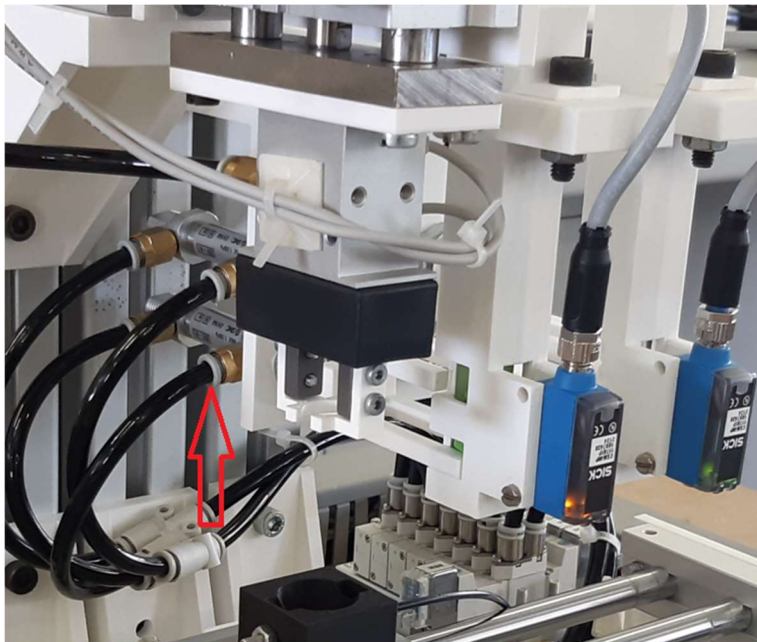
Op de body zijn nog regelbare rubberen eindstoppen voorzien waardoor de eindposities nog aangepast kunnen worden.

World leading
experts in pneumatics



7.3.7 Selectiecilinders MM4 tot en met MM7

Deze korte cilinders zijn klassieke dubbelwerkende cilinders met zuigerstang type CD85N10-10-B en dienen om de assen één voor één te laten vallen in de wachtende ashouder op de transportcilinder. Ze zijn per 2 antiparallel aangesloten 1 monostabiel 5/2-ventiel. Hierdoor zal de positie van de ene cilinder altijd omgekeerd zijn ten opzichte van de andere en kunnen de assen gescheiden worden uit het magazijn.



De cilinders zijn niet voorzien van snelheidsregelaars en ook niet van reed switches.

7.3.8 Grijper MM8

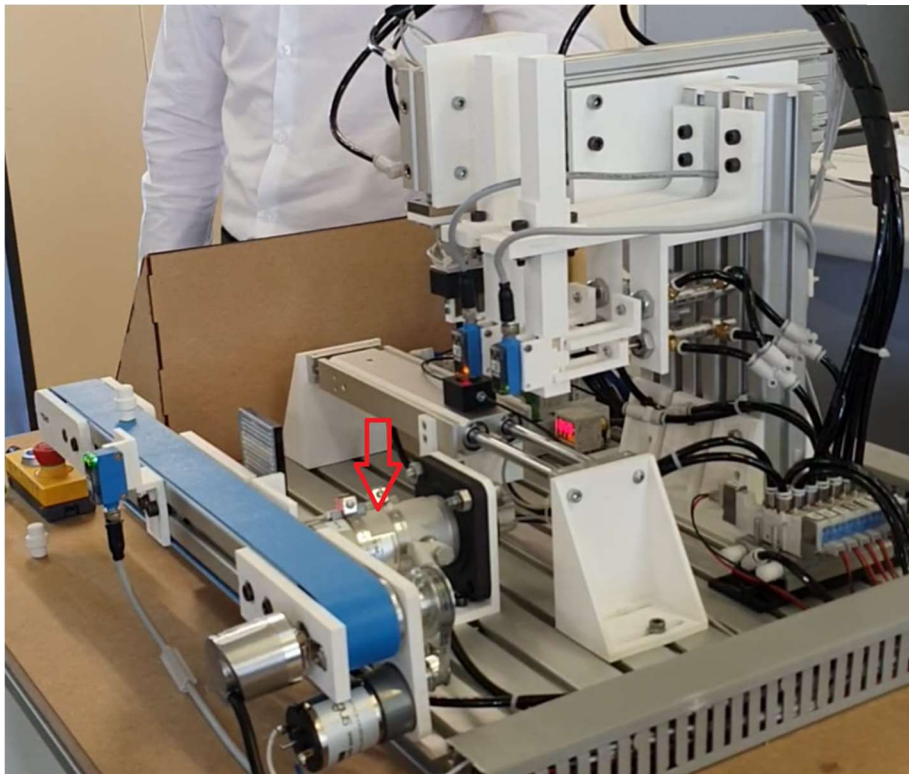
De gebruikte grijper type MHK2-16C is een enkelwerkende cilinder die standaard (dus zonder druk) in de binnenste positie staat (stand grijpen). Dit is omgekeerd ten opzichte van de grijper uit tabel 2. Deze is uitgevoerd met 2 stuks 3-draads solid state PNP switches. Belangrijk hierbij is dat hier GEEN reed switches gemonteerd worden, deze zullen niet altijd schakelen. Als er op een noodstop wordt gedrukt, zal de perslucht uitvallen en zal de inwendige veer de grijpvingers naar binnen duwen. De kracht die de veer hierbij uitoefent, is volgens de catalogus gelijk aan 23 N per vinger. Om te weten of het lager blijft hangen, zijn de wrijvingswetten noodzakelijk. Hiervoor verwijzen we naar de uitleg voor tabel 2. De vingers dienen uiteraard voorzien worden van de juiste koppelstukken aangepast aan de vorm van de assen.

World leading
experts in pneumatics



7.3.9 Stoppercilinder MM9

De stoppercilinder type RSDG40TF-25DR is een dubbelwerkende cilinder met zuigerstang die speciaal ontworpen is om veel dwarskrachten te weerstaan. Hiervoor is een versterkte buslager ingebouwd. Deze cilinder dient om de transportcilinder te blokkeren in zijn middelste stand. De buslager weerstaat de dwarskracht uitgeoefend door de transportcilinder.



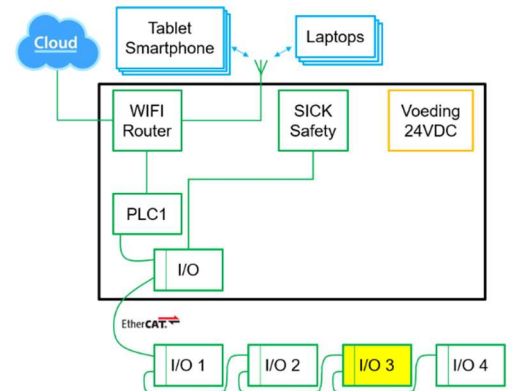
De stoppercilinder is voor zien van 1 snelheidsregelaar voor de uitgaande slag type AS2301F-01-06SA en 2 reed switchen type D-A93L

World leading
experts in pneumatics



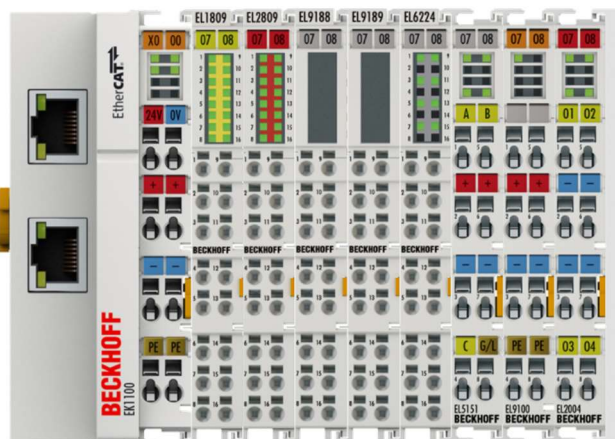
7.4 Automatisatie

Alle componenten die deel uitmaken van het automatische proces voor station 3 zijn aangesloten op het IO-eiland van Beckhoff (I/O 3 figuur hiernaast). Elk jaargang heeft immers een lokaal IO-eiland; dit eiland is gekoppeld aan het IO-eiland vanuit station 2 dat op zijn beurt gekoppeld is aan het IO-eiland van station 1 en zijn data ontvangt en verstuurt naar de IPC in de kast, het brein van de TSI4.0.



De opbouw van het IO-eiland is als volgt

- EtherCat coupler voor E-bus type EK1100
- Inputkaart voor 16 digitale inputs type EL1809
- Outputkaart voor 16 digitale outputs type EL2809
- IO-linkkaart voor 4 deelnemers type EL6224
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 24V type EL9188
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 0V type EL9189
- Encoder kaart type EL5151
- Potentiaal scheidingskaart voor veilige uitgangen type EL9100
- Outputkaart voor 4 digitale outputs type EL2004



Het kopstation EK1100 wordt gevoed vanuit de centrale kast.

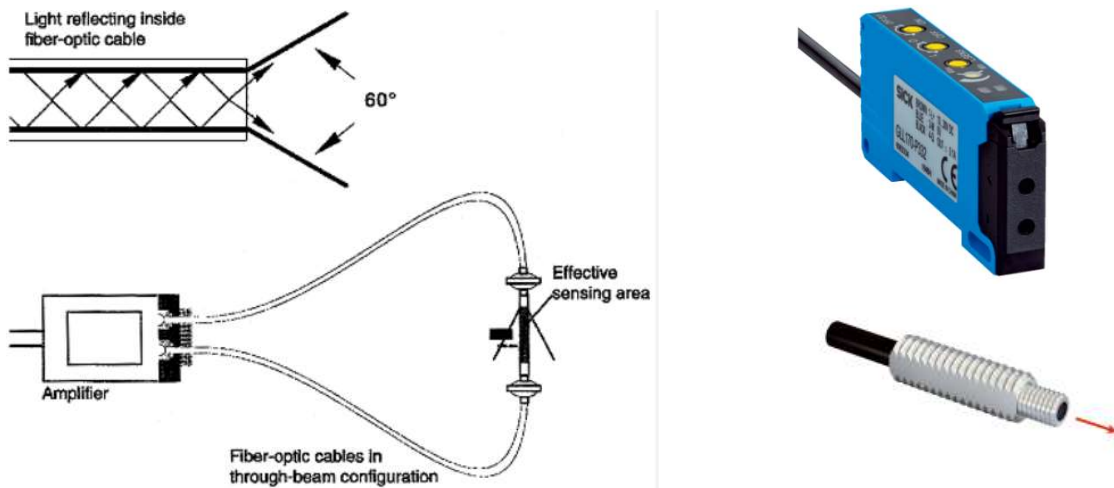
Het voorlaatste station EL9100 wordt gevoed vanuit de safety relais. De laatste module EL2004 ontvangt zijn spanning rechtstreeks vanuit EL9100 en zal dus uitvallen na duwen op eender welke noodstop van de 4 stations.

World leading
experts in pneumatics



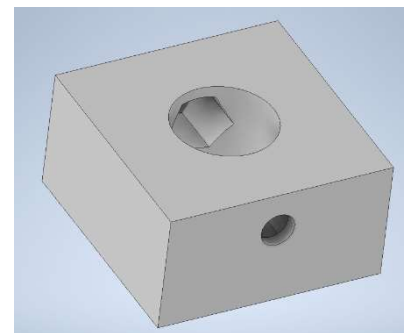
7.4.1 Lichtgeleidersensor

Ter controle van de aanwezigheid van een as in de ashouder van de transportcilinder moest een compacte sensor gekozen worden. Dit werd de lichtgeleidersensor van SICK type LL3-TB01 die aangestuurd wordt door versterkermodule GLL170-P332.



De lichtgeleidersensor is van het type zender-ontvanger : de zenderdraad stuurt dankzij de versterkermodule zichtbaar rood licht uit dat aan de andere zijde al dan niet opgevangen wordt door de ontvanger. Deze lichtstraal wordt dan ontvangen in de versterkermodule die dan een signaal kan doorsturen naar een digitale input van de PLC.

Beide kabels (zender en ontvanger) zijn aan de uiteinden voorzien van een metalen huls met buitenschroefdraad M4. Tevens zijn er 4 moeren M4 bijgeleverd ter bevestiging. De flexibiliteit van 3D printen komt hier opnieuw van pas : in de asopvanger zijn aan de binnenzijde zeskanten niet geprint zodat hier de moeren in kunnen geperst worden. Op deze manier kunnen de kabels makkelijk gemonteerd worden.

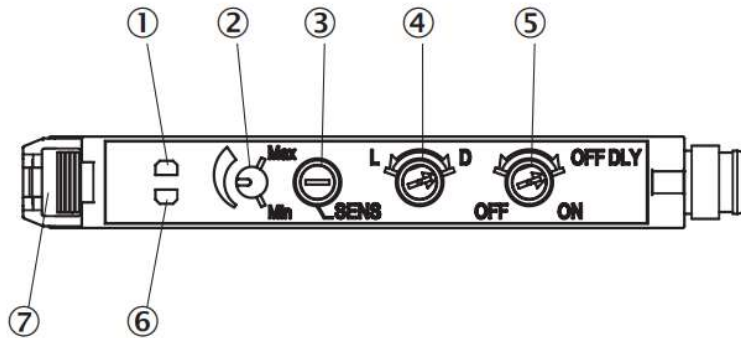


De versterkermodule bevat nog een aantal extra knoppen/schakelaars :

- Potentiometer : hiermee kan de gevoeligheid van de sensor bijgesteld worden
- Schakelaar Helder/Donker : hiermee kan de modus van de uitgang naar de PLC omgekeerd worden

World leading
experts in pneumatics





- ① Indicatie-LED oranje: brandt, als schakeloutput actief
- ② Gevoeligheidsschaal 230°
- ③ Gevoeligheidsinsteller, potentiometer, 8 omwentelingen
- ④ Keuzeschakelaar: "L.ON" (helder schakelend) / "D.ON" (donker schakelend)
- ⑤ Keuzeschakelaar uitschakelvertraging: "ON" (aan) / "OFF" (uit), 40ms fix
- ⑥ Ontvangstindicatie-LED groen: brandt als lichtontvangst <0,9 of > 1,1 (schakeldrempel = 1)
- ⑦ Vergrendeling van lichtgeleiders

7.4.2 Kleurensensor

De magazijnen zijn gevuld met gekleurde assen. Aan de gebruiker om te kiezen welke kleuren geprint worden. Desalniettemin zal de gekozen kleur gecontroleerd moeten worden. Indien de gebruiker kiest voor een zwarte as, heb je een kleurensensor nodig die zal verifiëren of de juiste kleur wordt aangeboden in het desbetreffende magazijn. Er zijn dus 2 kleurensensoren van het merk SICK type CSM-WP117A1P geleverd : één voor elk magazijn. Deze zijn via een 3D printstuk gemonteerd voor het magazijn.



Er zijn verschillende manieren om deze kleurensensor te calibreren op een bepaalde kleur. Het is perfect mogelijk om deze sensor aan te sluiten op een digitale inputkaart en door een teaching procedure met het gele knopje op de sensor deze in te stellen (teachen) op een bepaalde kleur. De bedoeling bij dit project is om deze aan te sluiten op een IO-Link kaart, vandaar de IO-link functionaliteit. Hierdoor kan je op verschillende manieren deze sensor gaan gebruiken via het bitpatroon dat deze sensor gebruikt. .

Manier A : te bereiken via een instelling met PLC en is de default setting

In bits 6 tot en met 15 zit de RGB waarde van het te detecteren object. Je zal eerst nog een shift instructie 6 plaatsen naar rechts moeten uitvoeren om deze waarde te kunnen lezen. Tevens heb je nog 2 digitale schakelsignalen op bit 0 en bit 1 hetgeen zou volstaan voor 2 kleuren. Deze setting is handig als je hier en daar kleurafwijking hebt in het productieproces of een verandering van belichting ondervindt. Dan kan je een goed te keuren kleur van een product tussen 2 grenzen van een RGB waarde leggen.

Record²: 2 Byte
 Condition: ISDU: Configuration process data content, Index: 120, Subindex: 0, Value: 0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------|----|----|----|----|----|--------------------|---|---|---------|---|---------|---|---------|---|
| Bitoffset | | | | | | | | | | | | | | | |
| Byte 0 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | | | | | | | |
| Subindex | Unsigned Integer 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| Bitoffset | | | | | | | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | |
| Byte 1 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | |
| Subindex | Unsigned Integer 10 | | | | | 5 | Unsigned Integer 3 | | 4 | Boolean | 3 | Boolean | 2 | Boolean | 1 |

Manier B : te bereiken via een instelling met PLC

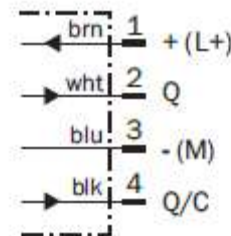
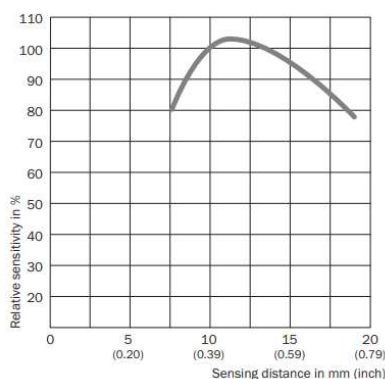
Met deze setting heb je de mogelijkheid om 8 afzonderlijke kleuren te teachen via een procedure met de PLC. Bits 0 tot en met 8 zijn dan elk afzonderlijk geteachd op een andere kleur.

Record²: 2 Byte
 Condition: ISDU: Configuration process data content, Index: 120, Subindex: 0, Value: 16

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|
| Bitoffset | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Byte 0 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | | | | | | | | |
| Subindex | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bitoffset | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | |
| Byte 1 | BDC8 | BDC7 | BDC6 | BDC5 | BDC4 | BDC3 | BDC2 | BDC1 | | | | | | | | |
| Subindex | Boolean | 8 | Boolean | 7 | Boolean | 6 | Boolean | 5 | Boolean | 4 | Boolean | 3 | Boolean | 2 | Boolean | 1 |

Belangrijk is echter de afstand van de sensor tot het te detecteren object. Onderstaande grafiek toont het beste resultaat bij een afstand van om en bij de 12 mm.

Tastwijdte



World leading
 experts in pneumatics



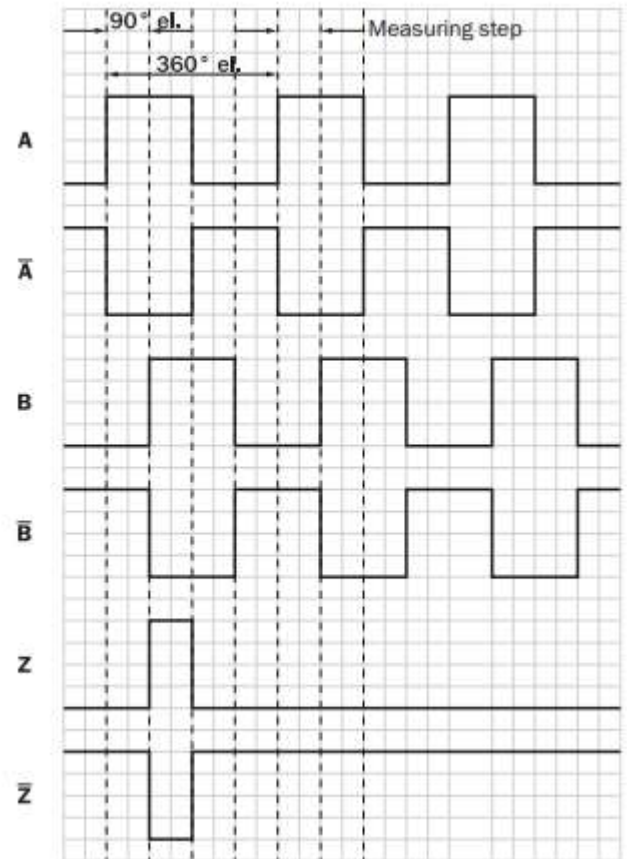
7.4.3 Incrementele encoder

De motor van de transportband is uitgevoerd met een incrementele encoder. Deze is in staat om per toer 1024 pulsen naar de besturing te sturen. In dit geval is dit geen klassieke digitale inputkaart maar een encoder kaart. Een digitale inputkaart is niet in staat om deze snelle pulsen accuraat te verwerken.



De encoder gebruikt 2 kanalen om de pulsen door te sturen : A en B. Deze zijn in fase verschoven zodat je een onderscheid kan maken tussen vooruit en achteruit bewegen. Je kan er voor kiezen om het B signaal niet aan te sluiten maar dan kan je dus geen onderscheid maken tussen vooruit en achteruit.

De encoder zelf kan single ended en differential ended aangesloten worden. Bij single ended wordt de spanning vergeleken met de massa, bij differential ended wordt telkens het spanningsverschil gemeten tussen het signaal en zijn geïnverteerde signaal (bijvoorbeeld A en Aniet). Bij single ended wordt de tweede draad van elk signaal (hiernaast afgebeeld door Aniet, Bniet en Zniet) naar de 0V aangesloten. Bij differential ended worden alle kabels aangesloten op een aparte ingang van de aangepaste encoder kaart.



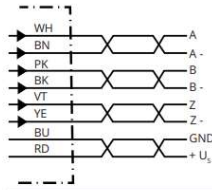
Als er veel ruis is rond het signaal, kunnen sommige pulsen bij single ended onderdrukt en dus niet gemeten worden. Bij een differential ended signaal onderhevig aan ruis komt de ruis even hard binnen bij A en Aniet zodat het verschil altijd hetzelfde blijft en dus wel gemeten wordt. Voor differential ended heb je wel een aangepaste encoder kaart nodig. In het TSI project is een single ended encoder kaart geleverd.

World leading
experts in pneumatics



Raadpleeg het elektrisch schema voor de aansluitingen van de multikabel met verschillende kleuren. Hieronder alvast de pinbelegging en betekenis van de verschillende draden.

PIN assignment



| Wire colors (cable connection) | Male connector M12, 8-pin | Male connector M23, 12-pin | TTL/HTL 6-channel signal | Explanation |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Brown | 1 | 6 | A- | Signal wire |
| White | 2 | 5 | A | Signal wire |
| Black | 3 | 1 | B- | Signal wire |
| Pink | 4 | 8 | B | Signal wire |
| Yellow | 5 | 4 | Z- | Signal wire |
| Purple | 6 | 3 | Z | Signal wire |
| Blue | 7 | 10 | GND | Ground connection |
| Red | 8 | 12 | +U _s | Supply voltage |

World leading
experts in pneumatics



7.4.4 IO-lijst

Onderstaande lijsten tonen de inputs en outputs die aangesloten zijn op de besturing. De kolommen tonen :

- het aansluitnummer van de betreffende kaart
- de benaming van de component
- de naam van de variabele in het PLC programma
- de code uit het elektrisch of pneumatisch schema

Digitale Inputkaart Beckhoff EL1809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|--------------------------------------|------------------------|----------------|
| 1 | Horizontale cilinder manipulator in | bM3CylHorMan_SBinnen | BG1 |
| 2 | Horizontale cilinder manipulator uit | bM3CylHorMan_SBuiten | BG2 |
| 3 | Verticale cilinder manipulator in | bM3CylVerMan_SBinnen | BG3 |
| 4 | Verticale cilinder manipulator uit | bM3CylVerMan_SBuiten | BG4 |
| 5 | Transportcilinder links manipulator | bM3CylTransp_Slinks | BG5 |
| 6 | Transportcilinder midden kleur 1 | bM3CylTransp_Skleur1 | BG6 |
| 7 | Transportcilinder rechts kleur 2 | bM3CylTransp_Skleur2 | BG7 |
| 8 | Grijper open | bM3Grijper_SOpen | BG8 |
| 9 | Grijper dicht | bM3Grijper_SDicht | BG9 |
| 10 | Stoppercilinder in | bM3CylStopper_SBinnen | BG10 |
| 11 | Stoppercilinder uit | bM3CylStopper_SBuiten | BG11 |
| 12 | Glasvezelsensor | bM3AsInHouder_OK | BG12 |
| 13 | Refl sensor transportband St 3 | bM3Refl_STransportband | BG13 |
| 14 | Druksensor | bM3Druk_OK | BP1 |
| 15 | | | |
| 16 | | | |

World leading
experts in pneumatics



Digitale outputkaart Beckhoff EL2809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbol schema |
|-------------|------------------------------------|---------------------------|---------------|
| 1 | Ventiel_ManipulatorHor_buiten_mono | bM3CylHorMan_Buiten_V52m | MB1 |
| 2 | Ventiel_ManipulatorVer_buiten_mono | bM1CylVertMan_Buiten_V52m | MB2 |
| 3 | Ventiel_Transporcilinder_Links | bM3CylTransp_Links_V53 | MB3 |
| 4 | Ventiel_Transporcilinder_rechts | bM3CylTransp_Rechts_V53 | MB4 |
| 5 | Ventiel_Magazijn1_Uitstoot | bM3CylMag1_uitstoot_V52m | MB5 |
| 6 | Ventiel_Magazijn2_Uitstoot | bM3CylMag2_uitstoot_V52m | MB6 |
| 7 | Ventiel_grijper_open_mono | bM3Grijper_Open_V52m | MB7 |
| 8 | Ventiel_Stopper_Buiten | bM3CylStopper_Buiten_V52m | MB8 |

IO-linkkaart Beckhoff EL6224

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbol schema |
|-------------|---------------------------------------|-----------------|---------------|
| 1 | Kleurensensor magazijn links signaal | bM3_Kleur_Wit | BG14 |
| 2 | Kleurensensor magazijn links 24V | | |
| 3 | Kleurensensor magazijn rechts signaal | bM3_Kleur_Zwart | BG15 |
| 4 | Kleurensensor magazijn rechts 24V | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | RFId_lezen_zwart_signaal | BM3_RFID_lezen | AG1 |
| 8 | RFId_lezen_24V | | |
| 9 | | | |
| 10 | Kleurensensor magazijn links 0V | | |
| 11 | | | |
| 12 | Kleurensensor magazijn rechts 0V | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | RFId_lezen_0V | | |

World leading
experts in pneumatics



Encoder kaart single ended Beckhoff EL5151

| Poortnummer | Component |
|-------------|----------------------------|
| 1 | Encoder witte draad A+ |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | Encoder paarse draad Z+ |
| 5 | Encoder roze draad B+ |
| 6 | 24V encoder rode draad Us+ |
| 7 | Encoder blauwe draad GND |
| 8 | |

Digitale outputkaart safety related Beckhoff EL2004

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|------------------------|--------------------|----------------|
| 1 | Afblaasventiel_plus | bM3_Afblaasventiel | MB9 |
| 2 | Afblaasventiel_min | | |
| 3 | DC Motor S3 0V links | | |
| 4 | DC Motor S3 24V links | bM3_motor_links | KF3 |
| 5 | DC Motor S3 24V rechts | bM3_motor_rechts | KF4 |
| 6 | DC Motor S3 0V rechts | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |

World leading
experts in pneumatics



7.4.5 Grafcet diagram

Er zijn verschillende mogelijkheden om de bewegingen in de module op elkaar te laten volgen. Hieronder wordt een voorbeeld getoond volgens de Grafcet methode. De bedoeling is dat dit volgens een Case instructie in Structured text vertaald wordt in het PLC programma. In een bijlage wordt deze grafcet grafisch weergegeven.

De logica is in een normale cyclus als volgt :

- Stap 0 : Keuze maken via HMI/Smartphone/Laptop grijze of witte as
 - Als grijze assen in magazijn wit → Stap 41
 - Als witte assen in magazijn grijs → Stap 51
 - Als magazijn wit leeg → Stap 61
 - Als magazijn grijs leeg → Stap 71
 - Als Initial conditions niet OK zijn → Stap 31 : na duwen op reset zullen cilinders één voor één naar de juiste stand bewogen worden. Zie stappen 31 tot en met 36
- Stap 1 : keuze maken wit of grijs
- Duwen op start, check stand alle cilinders OK, magazijnen OK en keuze grijs of wit
 - Als alles OK en keuze grijs → Stap 2 /keuze wit → Stap 12
- Stap 2 : Transportcilinder rechts en stoppercilinder uit Stap 12 : Transportcilinder rechts
 - Als transportcilinder aangekomen en stoppercilinder in positie (keuze grijs)
- Stap 3 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen (timer)
- Stap 4 : Uitstootcilinder in
 - Als uitstootcilinder aangekomen (timer) en glasvezelsensor detecteert
- Stap 5 : Transportcilinder links
 - Transportcilinder is links
- Stap 6 : Verticale manipulator naar onder / grijper open
 - Als verticale manipulator onder & grijper is open
- Stap 7 : Grijper dicht
 - Als grijper dicht
- Stap 8 : Verticale manipulator naar boven
 - Als verticale manipulator boven
- Stap 9 : Horizontale manipulator naar voor
 - Als horizontale manipulator voor
- Stap 10 : Verticale manipulator naar onder
 - Als verticale manipulator onder
- Stap 11 : grijper open
 - Als grijper open & reflectieve sensor OK & keuze wit

- Stap 12 : horizontale manipulator naar achter / verticale manipulator naar boven / transportband naar links
 - Als witte as volledig links
- Terug naar Stap 0

Opmerking als in stap 11 gekozen was voor een grijze as → Stap 56

- Stap 56 : horizontale manipulator naar achter / verticale manipulator naar boven / transportband naar rechts
 - Als witte as volledig rechts
- Terug naar Stap 0

Opmerking als na stap 11 geen as gedetecteerd werd door de sensor → Stap 57

- Stap 57 : alarm HMI
 - Reset
- Terug naar Stap 0

grijze as in magazijn wit

- Stap 41 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 42 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen (timer)
- Stap 43 : Uitstootcilinder in
 - Als uitstootcilinder aangekomen (timer)
- Stap 44 : Melding handmatig ontladen
- Terug naar stap 0

witte as in magazijn grijs

- Stap 45 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 46 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen (timer)
- Stap 47 : Uitstootcilinder in
 - Als uitstootcilinder aangekomen (timer)
- Stap 48 : Melding handmatig ontladen
- Terug naar stap 0

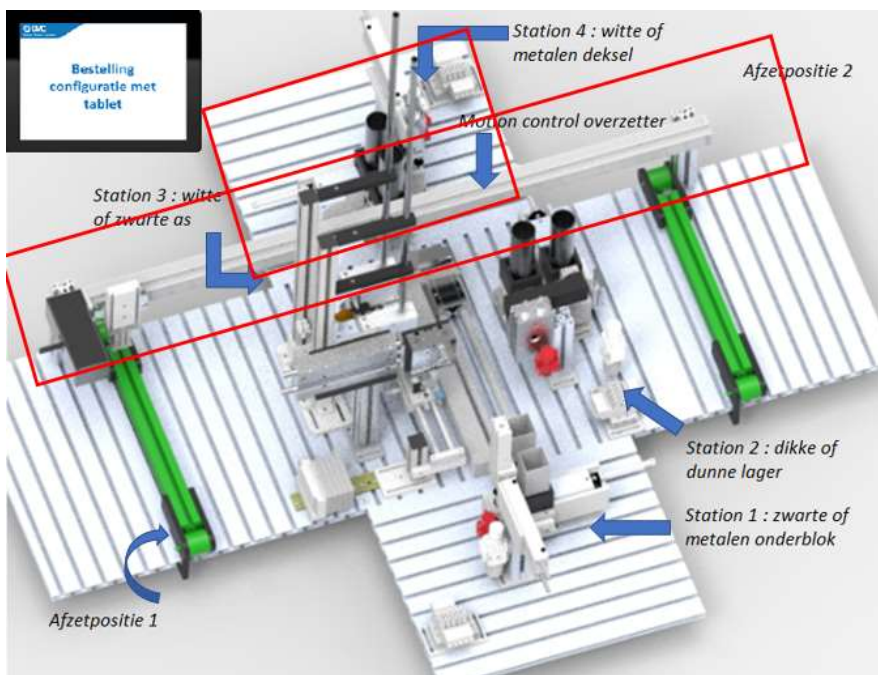
Lege magazijnen

- Stap 51 : alarmmelding HMI actief, na bevestiging op Reset HMI terug naar stap 0
- Stap 61 : alarmmelding HMI actief, na bevestiging op Reset HMI terug naar stap 0

8 Jaargang : Tafels 4 en 8

Zoals eerder vermeld bevat deze jaargang het station voor de deksels en een overzetter die de volledige afgewerkte assembly naar een afzetlocatie brengt. Op deze manier is de mini fabriek volledig en kunnen allerhande variaties met de 8 tafels ontstaan.

De overzetter bestaat uit een elektrische actuator met encoder aangestuurd door middel van motion control, een pneumatische verticale manipulator en een grijper. De overzetter overspant een groot stuk van de mini fabriek ; dankzij de motion control kan deze de assembly zeer nauwkeurig naar een willekeurige positie binnen het bereik gaan brengen.



De technologieën die in deze jaargang naar voor komen zijn :

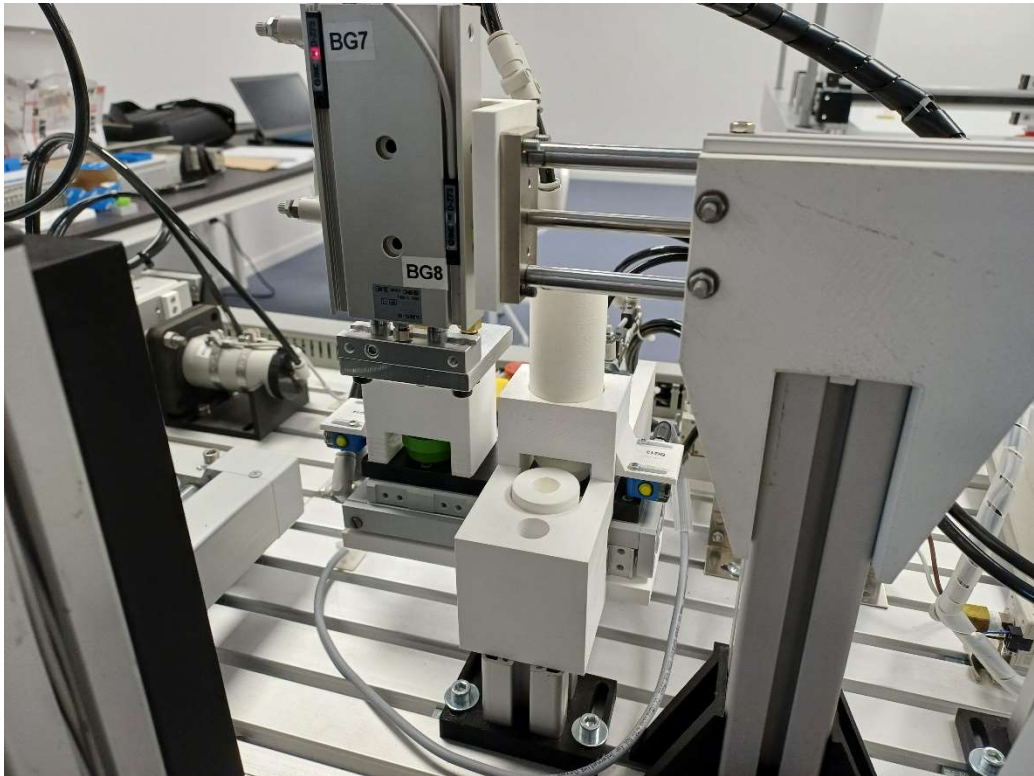
- RFID
- Veiligheid : flexi loop met IO link communicatie
- Diverse sensoren waaronder kleurensensoren met IO-link communicatie
- Motion Control

World leading
experts in pneumatics



8.1 Stand alone project voor jaargang 4

Op één aluminium plaat van 500 mm x 400 mm zullen alle componenten gemonteerd moeten worden. Zoals eerder vermeld wordt ook hier de data en de elektrische voeding geleverd vanuit de centrale kast.



Een stand alone project voor deze jaargang zou kunnen zijn : De gebruiker kiest via een HMI voor een witte of groen deksel. De selectiecilinder positioneert zich met het juiste magazijn voor de uitstootcilinder die op zijn beurt het deksel onder de manipulator duwt

De x-y manipulator zal met behulp van vacuüm dit deksel naar een afzetpositie brengen.

Elk magazijn bevat een IO-link kleursensor die de kleur van het deksel controleert.

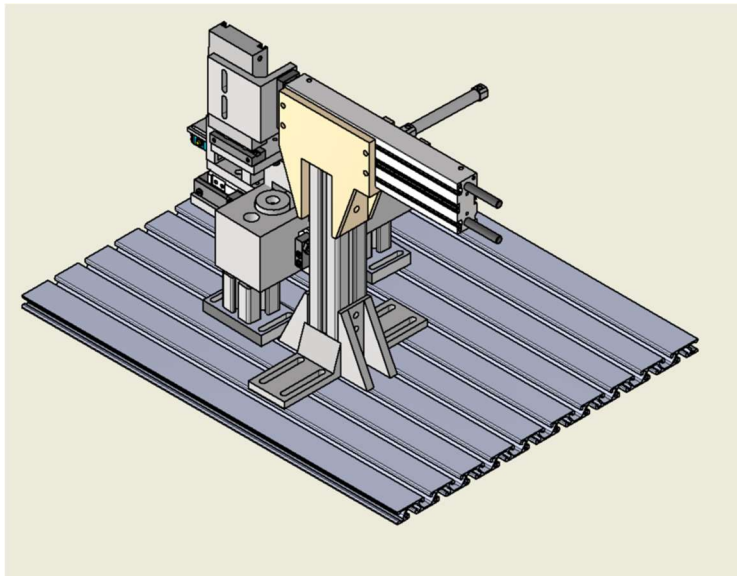
World leading
experts in pneumatics



8.2 Bespreking mechanische opbouw

8.2.1 Pick and place station 4

Onderstaande figuren tonen de samenstelling van de pick and place van jaargang 4 met hierop de verschillende onderdelen.

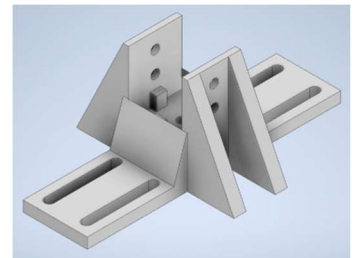


Naar analogie met de vorige stations is er ook hier sprake van een bewegend magazijn voor 2 deksels, een uitstootcilinder en een xy-manipulator met 3 zuignappen om het deksel naar een afzetpositie te verplaatsen.

Ook hier werd voor de onderdelen waar het mogelijk was, geopteerd voor een 3D geprinte variant. Aan de gebruiker dus om te kiezen voor 3D printen met PLA of een verspanende techniek met aluminium toe te passen.

Hieronder een aantal afbeeldingen en/of foto's met praktische voordelen met 3D printen

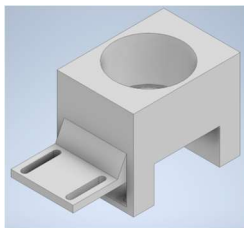
Houder voor Motix profiel : deze bevat sleufgaten om het positioneren van het profiel met de xy-manipulator te bevorderen.



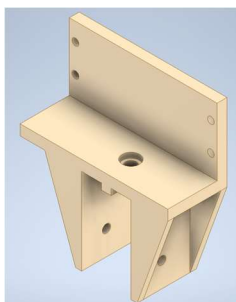
World leading
experts in pneumatics



Magazijn deksels : De magazijnen werden ontworpen met de montageplaatjes voor de kleurensensor.



Houder manipulator : De magazijnhouder werd uitgevoerd met driehoeken en aan de onderzijde voorzien van uitsteeksels die passen in de Motix profielen. Uiteraard ook met gaten voor de horizontale manipulator.



8.2.2 Overzetter station 8

Onderstaande figuren tonen de samenstelling van de overzetter van jaargang 4 met hierop de verschillende onderdelen. Deze overspant dus de mini fabriek en zal de afgewerkte assemblies nauwkeurig kunnen verplaatsen.

Het betreft dus een elektrische actuator met hierop een pneumatische verticale manipulator met grijper.



Ook voor de overzetter werd voor een aantal stukken geopteerd voor 3D printing. Deze zijn zichtbaar met een rode kleur op de tekening. Alle tekeningen voor het vervaardigen van de stukken zijn in een bijlage te vinden.

De horizontale beweging van de overzetter gebeurt door middel van motion control. Dit stelt je vanuit de besturing in staat om volledige controle te hebben over deze beweging gedurende de volledige beweging tussen punt A en B. Onderweg kan dus veranderd worden van snelheid en/of acceleratie.

De motor (Siemens of Beckhoff) dient nog wel gemonteerd te worden op het mechanische gedeelte van de overzetter (SMC).

De motor bevat ook een ingebouwde encoder die de stand van de horizontale beweging kan terugkoppelen naar de besturing. Dit zijn dus eigenlijk de "ogen" van de besturing. Onderstaande foto toont de koppeling van de motor met de as. Je kan hier ook duidelijk de encoder onderscheiden. Er gaan dus 2 kabels naar de besturing : de motorkabel en de encoderkabel. Voor de besturing van de horizontale beweging zelf verwijzen we naar de info van de PLC leverancier.



World leading
experts in pneumatics



Er werd ook nog een 2D camera voorzien die de controle zal uitvoeren : indien onderweg een onderdeel niet correct geplaatst werd, zal de assembly afgekeurd moeten worden en dus naar een aparte afzetpositie verplaatst moeten worden.

Deze camera is echter niet in staat om ook kleuren te onderscheiden. Daarom werd er een extra kleursensor boven de assembly gemonteerd. Dit is dezelfde sensor als in jaargang 3. Op deze manier kunnen zowel vorm als kleur van de assen en deksels gecontroleerd worden.



Het is duidelijk dat er dankzij deze manipulator veel variaties kunnen gecreëerd worden wat betreft de mogelijke opstelling.

- Vaste afzetposities naar de 2 transportbanden
- Afkeurpositie ergens tussen de 2 transportband
- Wachtposities....
-

World leading
experts in pneumatics



8.3 Bespreking pneumatische componenten

8.3.1 Pneumatisch schema

Het pneumatisch schema in bijlage is gecodeerd volgens de norm EN 81346-2 met de 2 letter methode. De codes voor de cilinders zijn aangevuld met logische benamingen om de leesbaarheid ervan te bevorderen.

De luchtverzorging eindigt met een elektrisch bediend 3/2-ventiel (noodstopventiel). Na een noodstop zal alle lucht via dit ventiel uit de machine verwijderd worden. Een enkelwerkende grijper van de overzetter zal dankzij de inwendige veer de as nog kunnen vasthouden na een noodstop en het vacuüm kan via een externe pneumatische verbinding nog actief blijven indien het wegventiel voor het vacuüm reeds geschakeld is. Alle cilinders zijn voorzien van 2 reed switches, er is een mix voorzien van monostabiele en bistabiele 5/2-wegventielen

8.3.2 Luchtverzorging

De luchtverzorging bestaat uit :

- Manueel bediend 3/2-ventiel. Hiermee kan de perslucht naar de module geschakeld worden. In de andere stand kan de perslucht uit de module geëvacueerd worden.
- Filter regelaar type AW20-F01E-B. Filteren op niveau 5µm en de druk instellen.
- Elektrisch bediend 3/2-ventiel type VT307-5DZ1-01F-F-Q. Na induwen van de noodstop zal dit ventiel afschakelen zodat de perslucht uit de module verdwijnt. Na reset wordt het ventiel terug geschakeld en zal de perslucht terug de module binnenkomen

8.3.3 Ventielenblok

Het ventielenblok bestaat uit een centraal aluminium onderblok waarop de verschillende ventielen type SY3x20 gemonteerd zijn. De ventielen werken op 24 VDC en zijn aangesloten op de digitale outputkaart van het IO-eiland

8.3.4 Selectiecilinder MM1

Deze cilinder type MXS12-75P is een geleide cilinder met tafelleiding en is geschikt om het plateau te verplaatsen waarop de gravitiemagazijnen gemonteerd zijn. De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



De persluchtaansluitingen bevinden zich aan de achterzijde.

Op deze manier gaat er zo weinig mogelijk ruimte verloren aan de zijkanten en kan er compact ingebouwd worden.

8.3.5 Uitstootcilinder MM2

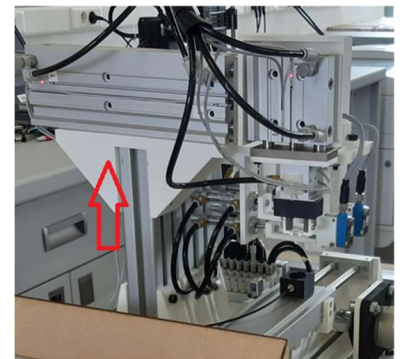
Deze cilinder type CDJ2B10-60Z-B is een klassieke dubbelwerkende cilinder. De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-C73L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



8.3.6 Horizontale manipulator MM3

Deze cilinder type MGPM20TF-175Z is een geleide cilinder met stanggeleiding. De ingebouwde glijlagers rond de buitenste assen zorgen voor ondersteuning tijdens de uitgaande slag. Hierdoor wordt de momentbelasting ten gevolge van bevestigde massa (verticale manipulator) en de krachtarm (175 mm) opgevangen.

De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



Om de juiste geleide cilinder te berekenen, kan net als voor de kinetische energie van geleide cilinders gebruik gemaakt worden van de software "Guide cylinder selection software" van SMC. De methode werd reeds toegelicht bij jaargang 1.

World leading
experts in pneumatics



8.3.7 Verticale manipulators MM4 en MM5

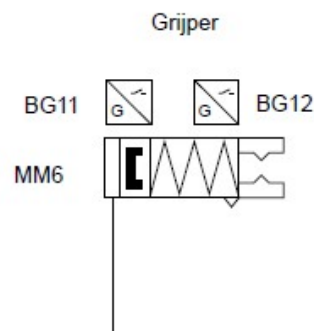
Deze cilinder type MGPM20TF-75Z is een geleide cilinder met stanggeleiding. De ingebouwde glijlagers rond de buitenste assen zorgen voor ondersteuning tijdens de uitgaande slag. De eindplaat is ideaal om andere componenten op te monteren via een koppelplaat, in dit geval de grijper.

De cilinder is uitgevoerd met 2 reed switchen type D-A93L, 2 snelheidsregelaars type AS1301F-M5-06 en heeft een klassieke rubber eindbuffering.



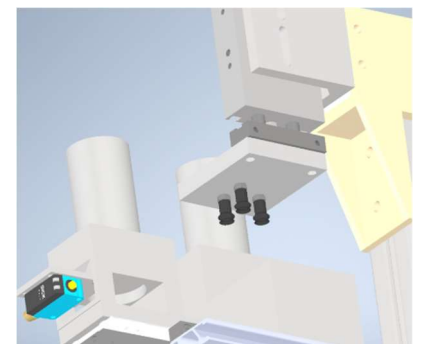
8.3.8 Grijper MM6

De gebruikte grijper type MHZ2-16C is een enkelwerkende cilinder die standaard (dus zonder druk) in de buitenste positie staat (stand grijpen). Deze is uitgevoerd met 2 stuks 3-draads solid state PNP switches. Belangrijk hierbij is dat hier GEEN reed switches gemonteerd worden, deze zullen niet altijd schakelen. Als er op een noodstop wordt gedruwd, zal de perslucht uitvallen en zal de inwendige veer de grijpvingers naar buiten duwen.



8.3.9 Vacuüm

Het vacuüm dat nodig is om het deksel aan te zuigen wordt geleverd door een ejector type ZH07BS-06-06. Deze is met de vacuümaansluiting verbonden met 3 zuignappen. Deze aansluiting is tevens verbonden met een digitale vacuümdrukschakelaar type ZSE20-P-01-L. Deze zal aan de besturing bevestiging geven van de aanwezigheid van de vereiste vacuümdruk en dus van de aanwezigheid van een onderblok. De schakelwaarde kan vrij ingesteld worden. Raadpleeg hiervoor de technische documentatie van SMC.

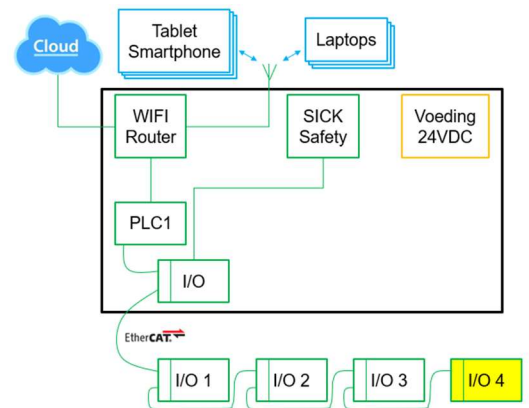


World leading
experts in pneumatics



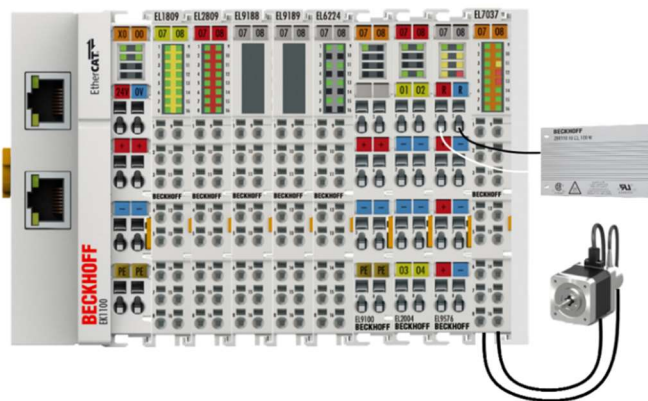
8.4 Automatisatie

Alle componenten die deel uitmaken van het automatische proces voor station 4 en de overzetter zijn aangesloten op het IO-eiland van Beckhoff. Elk jaargang heeft immers een lokaal IO-eiland ; dit eiland is gekoppeld aan het IO-eiland vanuit station 3 dat op zijn beurt gekoppeld is aan het IO-eiland van station 2 en zijn data ontvangt en verstuurt naar de IPC in de kast, het brein van de TSI4.0.



De opbouw van het IO-eiland is als volgt

- EtherCat coupler voor E-bus type EK1100
- Inputkaart voor 16 digitale inputs type EL1809
- Outputkaart voor 16 digitale outputs type EL2809
- IO-linkkaart voor 4 deelnemers type EL6224
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 24V type EL9188
- Potentiaal distributie kaart voor 16 aansluitingen op 0V type EL9189
- Potentiaal scheidingskaart voor veilige uitgangen type EL9100
- Outputkaart voor 4 digitale outputs type EL2004
- Remchopper stabilisatiekaart voor de stappenmotor type EL9576
- Stappenmotor kaart voor motor en encoder type EL7037



Het kopstation EK1100 wordt gevoed vanuit de centrale kast.

Kaart EL9100 wordt gevoed vanuit de safety relais. De hierop volgende kaart EL2004 ontvangt zijn spanning rechtstreeks vanuit EL9100 en zal dus uitvallen na duwen op eender welke noodstop van de 4 stations.

World leading
experts in pneumatics



8.4.1 Kleurensensor

De 3 kleurensensoren (2 in de magazijnen en 1 voor de controle samen met de 2D camera) zijn van hetzelfde type als deze gebruikt voor station 3. Voor info verwijzen we dus graag naar hoofdstuk 7.4.2

8.4.2 2D camera

De SICK 2D-camera type PIM60 zal controleren of de gewenste assembly werkelijk juist werd samengesteld. Indien dit zo is, kan de assembly naar de juiste transportband getransporteerd worden. Zoniet, kan deze naar de “afval transportband” verplaatst worden. Deze camera kan echter enkel vormen detecteren en geen kleuren. Het is dus aangewezen om het toestel aan de zijkant van de assembly naast de electric actuator van jaargang 2 te zoals getoond op de figuur bij hoofdstuk 8.2.2. Wanneer de te keuren assembly op de juiste locatie voor de camera staat (in het demomodel gedetecteerd door de RFID), kunnen 2 verschillende assemblies onderscheiden worden :

- Assembly met dikke lager
- Assembly met dunne lager
- Elke andere vorm die niet beantwoordt aan één van deze twee configuraties, is een foute assembly

De PIM60 wordt gevoed met 24V DC – kleuren bruin en blauw van de multiconnector - en zal via Digital I/O communiceren met de PLC. Opgelet : hetgeen in de manual van SICK benoemd staat als een output, moet aangesloten worden als input op de PLC en omgekeerd. Via de SOPAS freeware ga je de 2 verschillende assemblies teachen en het gedrag de in- en outputs instellen.

De 2D camera heeft 4 digitale inputs en 3 digitale outputs. Het gedrag van deze inputs en outputs kan met behulp van de freeware SOPAS van SICK vrij geparametreerd worden en hebben een default setting. We verwijzen hiervoor naar de manuals van SICK of video's op het web om de instellingen via de SOPAS freeware te realiseren.



Aangewezen wordt om dit als volgt te gebruiken :

Inputs van de PIM60 aangesloten op de outputs van de PLC :

- In1 – kleur grijs op de multiconnector - gebruiken om de teaching van assembly met dikke lager op te roepen
- In2 – kleur roos op de multiconnector - gebruiken om de teaching van assembly met dunne lager op te roepen
- In3 – kleur wit op de multiconnector - image trigger. Bij 24V op deze ingang zal de camera geactiveerd worden om een foto te nemen.

Outputs van de PIM60 aangesloten op de inputs van de PLC :

- Out 3 kleur zwart op de multiconnector : deze zal een bevestiging doorsturen als de assembly binnen tolerantiegrenzen overeenkomt met de geteachte assembly.
- Optioneel Out 1 kleur groen op de multiconnector : deze zal een bevestiging doorsturen als de assembly niet werd geplaatst of als een assembly “out of view” was
- Optioneel Out 2 kleur geel op de multiconnector : deze zal een bevestiging doorsturen als de assembly werd geplaatst maar minstens 1 detail ontbreekt

8.4.3 IO-Lijst

Onderstaande lijsten tonen de inputs en outputs die aangesloten zijn op de besturing. De kolommen tonen :

- het aansluitnummer van de betreffende kaart
- de benaming van de component
- de naam van de variabele in het PLC programma
- de code uit het elektrisch of pneumatisch schema

Digitale Inputkaart Beckhoff EL1809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbool schema |
|-------------|-----------------------------|------------------------|-----------------|
| 1 | Selectiecilinder in | bM4cylselectie_Sbinnen | BG1 |
| 2 | Selectiecilinder uit | bM4cylselectie_Sbuiten | BG2 |
| 3 | Uitstootcilinder in | bM4cyluitstoot_Sbinnen | BG3 |
| 4 | Uitstootcilinder uit | bM4cyluitstoot_Sbuiten | BG4 |
| 5 | Horizontale manipulator in | bM4cylhor_Sbinnen | BG5 |
| 6 | Horizontale manipulator uit | bM4cylhor_Sbuiten | BG6 |
| 7 | Verticale manipulator in | bM4cylver_Sbinnen | BG7 |
| 8 | Verticale manipulator uit | bM4cylver_Sbuiten | BG8 |
| 7 | Verticale manipulator in | bM8cylver_Sbinnen | BG9 |
| 8 | Verticale manipulator uit | bM8cylver_Sbuiten | BG10 |
| 11 | Grijper dicht | bM4Grijper_SDicht | BG11 |
| 12 | Grijper open | bM4Grijper_SOpen | BG12 |
| 13 | | | |
| 14 | VacuümOK | bM4vacuum_Saanwezig | BP1 |
| 15 | 2DCamera_Assembly_OK | bM4_2DCamera_Ass_OK | Out3PIM60_Black |
| 16 | | | |

World leading
experts in pneumatics



Digitale outputkaart Beckhoff EL2809

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbol schema |
|-------------|--|----------------------------|----------------|
| 1 | Ventiel_selectiecilinder_buiten_bi | bM4CylSelectie_Buiten_V52b | MB1 |
| 2 | Ventiel_selectiecilinder_binnen_bi | bM4CylSelectie_Binnen_V52b | MB2 |
| 3 | Ventiel_uitstootcilinder_buiten_bi | bM4Cyluitstoot_Buiten_V52b | MB3 |
| 4 | Ventiel_uitstootcilinder_binnen_bi | bM4Cyluitstoot_Binnen_V52b | MB4 |
| 5 | Ventiel_horizontalecilinder_buiten_bi | bM4CylHorMan_Buiten_V52b | MB5 |
| 6 | Ventiel_horizontalecilinder_binnen_bi | bM4CylHorMan_Binnen_V52b | MB6 |
| 7 | Ventiel_verticalecilinder_buiten_mono | bM4CylvertMan_Buiten_V52m | MB7 |
| 8 | Ventiel_overzetter_verticaal_buiten_mono | bM4CylvertOver_Buiten_V52m | MB8 |
| 9 | Ventiel_grijper_open_mono | bM4Grijper_Open_V52m | MB9 |
| 10 | Ventiel_Vacuüm_aan_mono | bM4CylVacuum_Aan_V52m | MB10 |
| 11 | 2DCamera_DikkeLager | bM4_2DCamera_DikkeLager | In1PIM60_Grey |
| 12 | 2DCamera_DunneLager | bM4_2DCamera_DunneLager | In2PIM60_Pink |
| 13 | 2DCamera_Trigger | bM4_2DCamera_Trigger | In3PIM60_White |

IO-linkkaart Beckhoff EL6224

| Poortnummer | Component | Code programma | Symbol schema |
|-------------|---------------------------------------|-----------------|---------------|
| 1 | Kleurensensor magazijn links signaal | bM4_Kleur_Wit | BG13 |
| 2 | Kleurensensor magazijn links 24V | | |
| 3 | Kleurensensor magazijn rechts signaal | bM4_Kleur_Groen | BG14 |
| 4 | Kleurensensor magazijn rechts 24V | | |
| 5 | Kleurensensor keuring | bM4_Keuring | BG15 |
| 6 | Kleurensensor keuring 24V | | |
| 7 | RFId_lezen_zwart_signaal | BM3_RFID_lezen | AG1 |
| 8 | RFId_lezen_24V | | |
| 9 | | | |
| 10 | Kleurensensor magazijn links 0V | | |
| 11 | | | |
| 12 | Kleurensensor magazijn rechts 0V | | |
| 13 | | | |
| 14 | Kleurensensor keuring 0V | | |
| 15 | | | |
| 16 | RFId_lezen_0V | | |

World leading
experts in pneumatics



Stap 3 : Verticale manipulator naar onder

- Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 4 : Vacuüm activeren
 - Als vacuüm actief
- Stap 5 : Verticale manipulator naar boven / Uitstootcilinder naar binnen
 - Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 6 : Horizontale manipulator naar voor
 - Als horizontale manipulator aangekomen
- Stap 7 : Verticale manipulator naar onder
 - Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 8 : Vacuüm deactiveren
 - Als Vacuüm inactief
- Stap 9 : Verticale manipulator naar boven
 - Als verticale manipulator aangekomen
- Stap 10 : horizontale manipulator naar voor / Stap 20 : elektrische actuator naar links als groen deksel / Stap 30 : elektrische actuator naar rechts als wit deksel
 - Als horizontale manipulator aangekomen en blokje aangekomen op einde van transportband
- Terug naar Stap 0

Lege magazijnen

- Stap 31 : Lamp/melding op HMI actief, na bevestiging op Reset HMI terug naar stap 0
- Stap 41 : Lamp/melding op HMI actief, na bevestiging op Reset HMI terug naar stap 0

Wit deksel in magazijn groen

- Stap 51 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 52 : Selectiecilinder uit
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 53 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 54 : Uitstootcilinder in
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 55 : Melding op HMI : Neem foute deksel weg
 - Als Reset op HMI
- Terug naar stap 0

Groen deksel in magazijn wit

- Stap 61 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 62 : Selectiecilinder in
 - Als selectiecilinder aangekomen
- Stap 63 : Uitstootcilinder uit
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 64 : Uitstootcilinder in
 - Als uitstootcilinder aangekomen
- Stap 65 : Melding op HMI : Neem foute deksel weg
 - Als Reset op HMI
- Terug naar stap 0

Cilinders niet in juiste positie tijdens stap 0

- Stap 21 : Lamp/melding op HMI actief
 - Als Reset op HMI
- Stap 22 : Selectiecilinder in / Uitstootcilinder in / Horizontal manipulator in
 - Als alle cilinders in juiste stand
- Terug naar stap 0