

Studie en ontwerp van een automatische croque-monsieur-samensteller

Student: Moeyaert Bryan,

Promotoren: Hoornaert Dieter, Simon De Boever

In samenwerking met: Submentum

Academiejaar 2022- 2023

I. INLEIDING

A. *Submentum*

Submentum is een bedrijf opgericht in 2016. Origineel stond het bedrijf in voor het uittekenen en het engineeren van machines op maat. Ondertussen worden de machines ook gefabriceerd in het atelier van het bedrijf.

B. *Abramo*

Abramo maakt en verkoopt bereide gerechten. Een van deze gerechten zijn bereide croque-monsieurs.

C. *Croque-monsieur samensteller*

Het doel van deze masterproef is het ontwerpen van een croque-monsieur samensteller. Deze machine maakt een croque-monsieurs op een geautomatiseerde manier.

Bij de start van het proces wordt er een boterham op een transportband gepositioneerd. Op de boterham worden vervolgens een plak kaas en een plak hesp geplaatst. De hesp en de kaas worden gesneden met een automatische snijmachine. Uiteindelijk wordt een tweede boterham boven de hesp en de kaas geplaatst. Vooraleer de croque-monsieur in de oven gaat wordt er nog boter aangebracht aan de bovenzijde. Hierdoor komt de croque monsieur met een mooie bruine kleur uit de oven.

Het proces is op dit moment al gedeeltelijk geautomatiseerd. De transportband om de boterhammen doorheen het proces te vervoeren is reeds aanwezig, net als de twee snijmachines die het vlees en de kaas zullen snijden. Ook de

installatie voor het spuiten van de boter is reeds voorzien. Om het automatiseringsproces te voltooien moet er nog een manier gevonden worden om de boterhammen te positioneren op de transportband en de bruine kleur op de croque monsieur te krijgen.

Momenteel worden de twee handelingen manueel uitgevoerd: het plaatsen van de boterhammen op de transportband en het plaatsen van de boterhammen in de grill om de bruine kleur te bekomen.

Het doel was om het volledig proces te bestuderen en te automatiseren. Helaas hebben de financiële en energie crisis ervoor gezorgd dat Abramo deze investering niet langer kon maken. Daarom is de focus gelegd op een gedeelte van het automatiseringsproces namelijk het plaatsen van de boterhammen op de transportband.

Het grillen van de boterhammen is echter eenvoudig te realiseren namelijk door de boterhammen door een grote grill te laten passeren.

II. DOELSTELLINGEN

Tijdens het productieproces is het de bedoeling om zo veel mogelijk afgewerkte producten op een zo kort mogelijke periode te verkrijgen.

Het doel is om op een zo kort mogelijke tijd zo veel mogelijk boterhammen op de transportband te positioneren.

Het proces moet op een veilige manier gebeuren, waardoor er rekening gehouden wordt met de performance levels.

Er wordt een methode gezocht om een voorraad boterhammen bij te vullen en deze te laten stijgen zodat een robot deze kan opnemen.

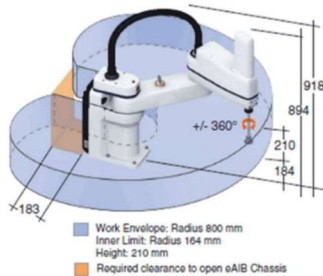
Er wordt gewerkt aan een proof of concept dat de werking van de eindmachine illustreert. Hierbij wordt niet aan al de veiligheidsmaatregelen voldaan. Enkel de noodstop is aanwezig.

Een extra doel van deze masterproef is om Abramo te overtuigen om dit proof of concept te laten uitwerken tot een volwaardige machine.

III. RESULTATEN

Om de boterhammen op de transportband te positioneren, wordt gebruik gemaakt van een robot en een grijper.

De gebruikte robot arm is een SCARA robot. Deze is geavanceerd, maar eenvoudig qua werking. Deze robot heeft een cilindervormige actieradius zoals zichtbaar op Figuur 1. De geselecteerde robotarm is het type T3-B401S van Epson.



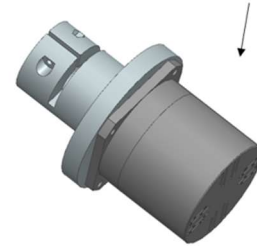
Figuur 1: Actieradius SCARA Robot

Op de robotarm moet een grijper gemonteerd worden. Er zijn vele verschillende mogelijke grippers, onder andere de vacuüm-grijper en de naaldgrijper. Het werd snel duidelijk dat de vacuüm-grijper niet zou volstaan in deze applicatie: de zuigkracht is te groot waardoor de boterhammen kapot gaan. Er wordt gekozen voor een naaldgrijper, deze steekt naalden uit onder een hoek van 45 graden als de robot een signaal geeft. De naalden zijn sterk genoeg om de boterhammen op te tillen. De gekozen grijper van Zimmer type ST40-B en is zichtbaar op Figuur 2.



Figuur 2: Zimmer Naald grijper

Om de grijper te monteren aan de robot is er nood aan een tussenstuk. Dit tussenstuk zal aan de staaf van de robot klemmen en de grijper aan de onderkant vasthouden. Dit onderdeel werd in 3D-geprint en is zichtbaar op Figuur 3

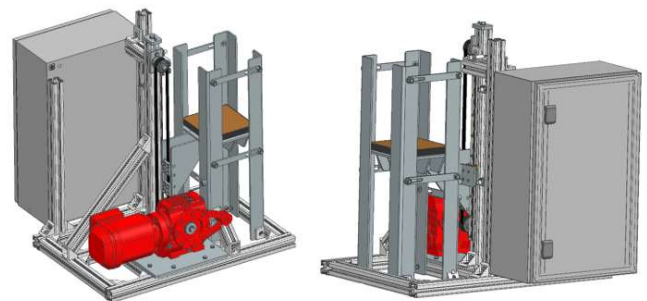


Figuur 3: Grijper met tussenstuk

Naast de robot en de grijper is er nood aan een controller. Deze controller zal de dynamische berekeningen uitvoeren voor het bewegen van de robotarm en zal de volledige sturing van de machine regelen. Deze controller zal inputs binnen nemen en de outputs uitsturen.

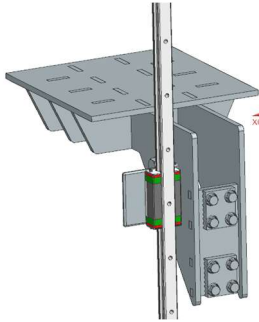
De robot zorgt voor het grootste deel van de bewegingen maar is echter beperkt in hoogtebereik. Het is dus noodzakelijk dat de boterhammen dicht genoeg bij de robot gebracht worden anders kunnen deze niet opgenomen worden.

Om de opstelling uit te testen en te demonstreren kan een proof of concept gemaakt worden. Het proof of concept is modulair en kan makkelijk opgebouwd en verplaatst worden en bestaat uit een motor, een lift, een spanner en een elektrische kast. De opstelling wordt afgebeeld op Figuur 4. De bruine vierhoeken zijn de boterhammen.



Figuur 4: Proof of concept

De lift wordt verhoogd door middel van een HIWIN geleider en een rail. Dit wordt afgebeeld op Figuur 5.



Figuur 5: HIWIN geleider en rail

De motor zal een riemschijf aandrijven die de lift doet dalen of stijgen. Een tweede riemschijf zorgt voor de verticale beweging van de lift. Deze tweede riemschijf kan verticaal bewegen waardoor de riem gespannen wordt. Dit is de riemschijf spanner en wordt afgebeeld op Figuur 6.



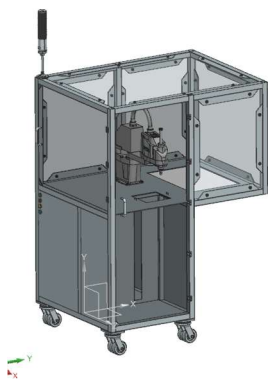
Figuur 6: riemschijf spanner

De motor wordt gedimensioneerd volgens de noden van de applicatie. De berekeningen worden afgebeeld op Figuur 7

| Productfamilie | Typos aanduiding | Classificatie | P_1 [kW] | n_0 [1/min] | M_0 [Nm] | n_p | Flensdi- omotor |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------|---------------|--------------------------|-------|--------------------|
| Universal- wormwielreductor | SK 1S131-IEC63-63SP/4 | IE2 | 0.12 | 110 | 7.9 | 3 | - |
| | | Reductor-overbrengingsverhouding | 12.5 | | Max. radiale kracht [kN] | 1.4 | |
| | | Basiseengewicht [kg] | op aanvraag | | Max. axiale kracht [kN] | 2.3 | |

Figuur 7: Dimensioneren van de motor

Een uitgewerkte machine is afgebeeld op Figuur 8. Deze is een completere machine dan de proof of concept want deze bezit ook een deurcontact, een noodstop, een omheining en een lichtgordijn.



Figuur 8: Uitgewerkte machine

Om alle nodige elektronische schakelingen in kaart te brengen, wordt een elektrisch schema ontworpen. Aan de hand van dit elektrische schema wordt een elektrische kast opgebouwd die verschillende onderdelen bevat zoals de automaten, de frequentiesturing, de omvormer, de klemmen en het veiligheidsrelais. De elektrische kast wordt afgebeeld op Figuur 9.



Figuur 9: Elektrische kast

De robot van EPSON wordt geprogrammeerd met de SPEL-programmeertaal waarbij verschillende programma's tegelijk uitgevoerd worden. De 'while' lussen worden geactiveerd door aan bepaalde voorwaarden te voldoen. Deze 'while' lussen zullen op hun beurt verschillende programma's starten of stoppen. In het totaal zijn twee knoppen, een schakelaar en een lampentoren met vier lampen aanwezig.

IV. BESLUIT

Er is een liftstelsel ontworpen om de boterhammen naar boven te transporteren. Dit stelsel is opgebouwd uit een riem, 2x een riemschijf en een motor.

De robot stuurt de motor aan en zorgt ervoor dat de boterhammen kunnen bijgevuld worden en dat de boterhammen stijgen wanneer er één weggenomen wordt.

De robot zal op een snelle en efficiënte manier de boterhammen positioneren en de volledige machine aansturen.

De verschillende veiligheidsfuncties hebben allen een goede veiligheidsscore. Deze hebben allen een PLd of een PLe wat voldoende hoog is.

Het proof of concept zal de verschillende functionaliteiten uitvoeren die gevraagd werden.