

Conceptstudie tot ombouw Cold Box

Student: Björn Hoornaert,

Promotoren: ing. Jelle Saesen, Wesley Cottegnie

In samenwerking met: Proferro

Academiejaar 2022- 2023

I. INLEIDING

A. Proferro

Proferro is een bedrijf gevestigd in Ieper, België, dat gespecialiseerd is in het vervaardigen van gietstukken en het aanbieden van machinale bewerking en assemblage van deze stukken. Het bedrijf beschikt over een breed scala aan CNC-machines en heeft een goed doordachte logistieke keten, waardoor het kan voldoen aan diverse afwerkingsvereisten voor zowel prototypen als series. Proferro is een dochteronderneming van de Picanol Group.

B. Cold Box en zandkern: de perfecte combinatie voor complexe gietstukken

Een Hot Box en Cold Box zijn typen van kernschietmachines die ingezet worden bij het gietproces van metalen. Een kerndrager wordt gebruikt om een kern te creëren, die vervolgens in een gietvorm geplaatst wordt en omringd wordt door vloeibaar metaal. Het verschil tussen beide machines zit in de manier waarop de kerndrager behandeld wordt, namelijk al dan niet verwarmd. Afhankelijk van de specifieke vereisten van het gietproces wordt een keuze gemaakt tussen Hot Box en Cold Box.

Het gebruik van een kern is van cruciaal belang in de productie van een gietstuk, omdat het de vorm en complexiteit van het gietstuk mogelijk maakt. Een kern is een interne structuur die in de gietvorm wordt geplaatst en die de holte vormt waarin het vloeibare metaal gegoten wordt. Dit proces maakt het mogelijk om gietstukken te

produceren met complexe vormen, interne openingen en uitsparingen, en met hoge nauwkeurigheid en consistentie. Het gebruik van kernen is daarom essentieel in de productie van gietstukken voor vele sectoren, zoals de auto-industrie, de luchtvaart, de machinebouw en bouw.

Een Cold Box kernschietmachine maakt gebruik van een chemisch proces om een zandkern te vormen. Het proces begint met het mengen van een zandmengsel met een speciale bindmiddeloplossing en een katalysator, waardoor het mengsel uithardt tot een solide kern.

Het zandmengsel dat wordt gebruikt in een Cold Box kernschietstelsel bestaat uit zand en een speciaal bindmiddel, dat vaak bestaat uit fenolhars en isocyanaten. De rol van het bindmiddel is om het zand te laten agglomereren en uitharden tot een solide kern. De katalysator wordt aan het bindmiddel toegevoegd om het uithardingsproces te versnellen en te zorgen voor een snelle uithardingstijd van de kern. Dit resulteert in een korte doorlooptijd van de productie kernen en bijkomend ook gietstukken.

Amine wordt als katalysator gebruikt om het uithardingsproces van het zandmengsel te versnellen. Het wordt onder vloeibare vorm verdampt in een amine vergasser en onder lage druk door het geschoten zandstuk geblazen. Hierdoor behoudt het zand de definitieve vorm van de matrix en wordt het kernstuk gevormd.

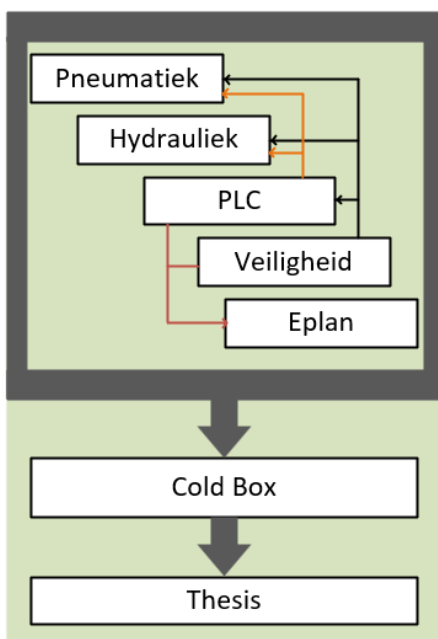
Na het uitharden wordt het kernstuk onder hoge druk met warme lucht doorblazen om een teveel aan amine te verwijderen en zo slechte gietstukken te voorkomen. Amine kan tot schade leiden voor het net gegoten gietstuk, omdat het opnieuw kan verdampen vanuit het gietstuk en

vervolgens ontploffen. Daarom wordt het kernstuk na uitharding nog onder hoge druk met warme lucht doorblazen om een teveel aan amines te verwijderen.

II. DOELSTELLINGEN

Deze scriptie behandelt vijf belangrijke aspecten van de modernisering van een verouderde kernmachine. Deze aspecten omvatten de herziening van het pneumatische en hydraulische systeem, het uitvoeren van een veiligheidsanalyse volgens de EN ISO 13849-1 en ISO 12100 norm, de herschrijving van het PLC programma naar een Tia Portal project voor een S1500 PLC en tot slot het opstellen van Eplan schema's.

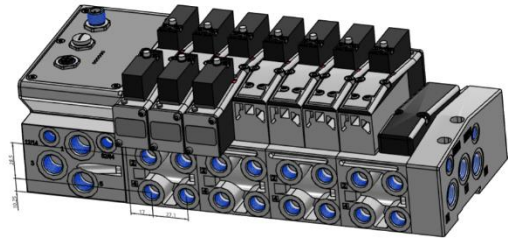
Een goede samenwerking tussen de verschillende systemen is van groot belang voor de modernisatie van de kernmachine. Het PLC-programma speelt hierbij een cruciale rol in de aansturing van de pneumatische en hydraulische componenten. Bovendien moet de veiligheid in elk systeem volgens de geldende normen geïmplementeerd zijn. Uit het PLC programma en de implementatie van de nodige safety volgt het opstellen van Eplan schema's.



Figuur 1 Samenhang aspecten Cold Box

III. RESULTATEN

Een verbeteringsvoorstel voor het pneumatische systeem van de kernmachine is onderzocht, waarbij is gekozen voor het gebruik van een Profinet ventieleiland (Figuur 2). Dit maakt het mogelijk om alle ventielen vanuit de PLC via Profinet aan te sturen.



Figuur 2 Profinet ventieleiland (Görtz, J., 2022)

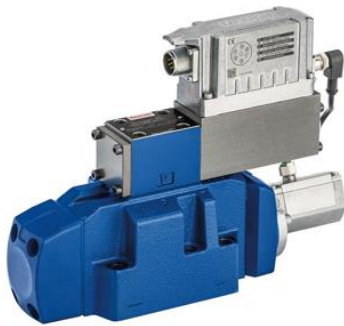
Verder zijn er enkele aanpassingen uitgevoerd op het gebied van veiligheid, waarbij het deurmechanisme voor het openen en sluiten van de kernmachine wordt aangestuurd door een standaard geremde cilinder. Dit voorkomt dat de deur door zwaartekracht kan vallen als de perslucht zou wegvallen.

Ook is de implementatie van een soft starter onderzocht als een mogelijke verbetering van het pneumatisch systeem. De soft starter kan het ontluchten van het pneumatisch systeem mogelijk maken in het geval van spanningsuitval en kan ook voorkomen dat cilinders terug in hun oorspronkelijke toestand schieten bij het opkomen van de spanning. Dit kan zorgen voor een veiligere werking van de kernmachine door het vermijden van plotselinge, gevaarlijke bewegingen.



Figuur 3 Pneumatische soft starter SCSQ10 (Norgren, 2020)

De hydraulische werking van de kernmachine is verbeterd door de implementatie van nieuwe hydraulische componenten met real-time-monitoring van de sturing en feedback van enkele van deze componenten. De focus ligt hierbij op de bewegingen van de tafel, en kernuitstoters uitgevoerd met hydraulische cilinders, die voortaan gestuurd worden door een proportioneel NG10 ventiel van Bosh Rexroth (Figuur 4). Om de nauwkeurigheid van de uitsturing te verbeteren, is ook het gebruik van lineaire encoders geïntegreerd voor feedback over de werkelijke positie van de hydraulische cilinders.



Figuur 4 Bosh Rexroth NG10 proportioneel 4/3-ventiel (Bosch Rexroth South Africa Group of Companies, 2022)

In het kader van deze thesis is een nieuw PLC-programma ontwikkeld met Tia Portal, omdat Proferro is overgestapt op het gebruik van Siemens PLC's. Het programma is geschreven volgens de programmeernormen van het bedrijf, met behulp van de programmeertaal Function Block Diagram (FBD). Hierdoor was het mogelijk om een gestructureerd programma op te bouwen dat de verschillende stappen van het proces van de machine volgt. Een standaard PLC van de S7-1500 serie is gebruikt in het programma.

In het programma zijn de belangrijkste aspecten de implementatie van een database (DB) waarin alle types matrijzen voor kernen zijn opgeslagen en de specificaties van elk type kerndoos zijn gekoppeld. Het betreft specificaties zoals de tijdsduur voor het fumigeren met amine, de hoeveelheid te doseren amine, de tijdsduur voor het schieten van kernzand, het aantal keer schieten ... Dit is een aanzienlijke verbetering ten opzichte van het verleden, omdat het aantal handmatige instellingen dat door een operator moet worden uitgevoerd aanzienlijk is verminderd. In plaats daarvan hoeft een operator nu alleen het juiste type kern te selecteren.

Binnen het onderzoek werden verscheidene databases ontwikkeld om fouten te loggen van specifieke componenten die een verhoogde kans op falen vertoonden. Deze kans op falen werd bepaald door het onderhoudsbureau op basis van hun ervaringen. Zoals eerder aangegeven, worden de bewegingen van diverse hydraulische cilinders continu gemonitord en zal het PLC programma een waarschuwing genereren indien er afwijkingen optreden in de normale beweging.

In de studie is een risicoanalyse uitgevoerd, waarbij de vereiste Safety Functions (SF's) volgens de EN ISO 13849-1 norm werden onderzocht. Door het identificeren van de gevarenczones is bepaald welke SF's geïmplementeerd dienen te worden en voor elke SF is vastgesteld welk Performance Level (PL) minimaal vereist is. Daarna is bepaald of de gebruikte componenten voldoen aan het vereiste PL-niveau. Om de SF's te realiseren is er gebruik gemaakt van een programmeerbaar veiligheidsrelais van Pilz.



Figuur 5 Programmeerbaar veiligheidsrelais PNOZ multi mm0.2p (Pilz GmbH & Co. KG., 2023)

Anderzijds betrof de risicoanalyse het in kaart brengen van alle directe en indirecte gevaren van de machine volgens de ISO 12100 norm. Alle gevaren werden per gevarenczone in kaart gebracht en beoordeeld met behulp van de methode van Fine & Kinney. Op basis van deze beoordeling werden bijkomende maatregelen bepaald om het risico tot een aanvaardbaar minimum te reduceren.

Tot slot zijn de nodige Eplan schema's opgesteld op basis van de nieuwe pneumatische en hydraulische schema's, het nieuwe PLC-programma en de implementatie van de vereiste veiligheidsmaatregelen.

IV. BESLUIT

In deze thesis wordt een grondig onderzoek gepresenteerd naar de noodzakelijke vernieuwingen en verbeteringen van een verouderde kernmachine. Naast de functionele werking werd er tevens aandacht besteed aan de veiligheidsaspecten van de machine, wat in het verleden niet het geval was. Bovendien werd er extra functionaliteit aan het programma van de kernmachine toegevoegd en werden bestaande functionaliteiten verbeterd op het gebied van werking, waarschuwingsfeedback en veiligheid. Dit werk biedt een waardevolle leidraad voor de modernisering van de kernmachine.

V. REFERENTIES

- [1] Görtz, J. (sd). *Profinet ventieleiland*. IMI Norgren.
- [2] Norgren, I. (sd). *Pneumatische soft starter SCSQ10*. IMI Norgren.
- [3] Pilz GmbH & Co., K. (sd). *Programmeerbaar veiligheidsrelais PNOZ multi mm0.2p*.