

# Programmeren van een WS550-750-1000 AGV

Student: Sam Leyn,

Promotoren: Jeroen Bridelance, Sander Lesage, Thibaut Demasure

In samenwerking met: NV Bekaert SA

Academie jaar 2022- 2023

## I. INLEIDING

### A. NV Bekaert SA

Bekaert is een wereldwijde markt- en technologieleider gespecialiseerd in staalraadtransformatie en coatingtechnologieën. De engineeringafdeling in Deerlijk ontwikkelt productielay-outs en apparatuur.

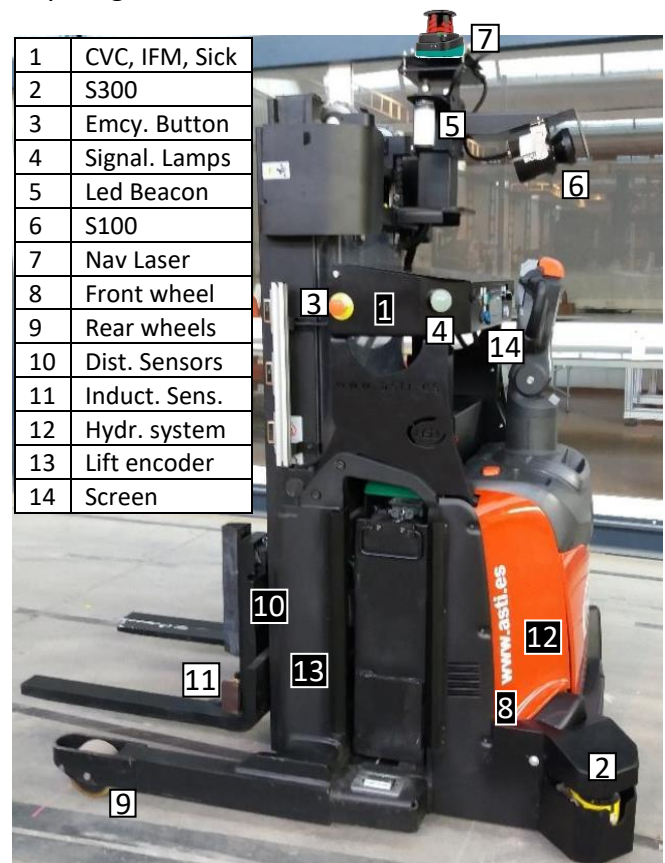
### B. AGV

Staalraadtransformatie vereist dat staal wordt getransporteerd van en naar de machine die het verwerkt. De staalraad wordt gesponnen tot spoelen die gemakkelijk op te pakken zijn door speciaal gebouwde vorkheftrucks. Een heftruck kan handmatig worden bediend, maar om het hele proces te automatiseren, moeten de heftrucks ook worden geautomatiseerd. De heftruck wordt een Automated Guided Vehicle (AGV). Automated betekent dat het voertuig zelfstandig rijdt met bij voorkeur geen tussenkomsten door operatoren. Guided betekent dat het niet zijn eigen pad kiest, in dit geval wordt het geleid door een vooraf bepaalde 'layout'.

### C. WS550-750-1000

Drie van die toepassingsgericht gebouwde AGV's zijn de WS550-750-1000's. Het getal staat voor het type spoel dat het draagt. In deze thesis is een WS1000 beschikbaar, het grootste type. De WS1000 heeft dezelfde vorken gemonteerd als een WS750. Het enige verschil is de locatie van de sensoren en de breedte-instelling van de vorken. De besturingssoftware blijft hetzelfde.

Kollmorgen is de naam van het bedrijf dat de automatiseringssoftware levert. Het NDC8-platform is een complete, algemene besturingsoplossing voor AGV's. Het is een automatiseringskit die bestaat uit software, hardware en navigatietechnologieën. Die kit wordt bovenop bestaande heftruck hardware van Toyota geïnstalleerd: de BT.



Figuur 1: WS550-750-1000 (zwarte rechthoek = binnenin/achter)

De locatie van de hardwarecomponenten in deze AGV wordt weergegeven in Figuur 1: WS550-750-1000. Ze zijn ook te vinden in Figuur 2: Over samen met de verbindingen. De belangrijkste controller en standaard onderdeel van het NDC-platform is de CVC (Compact Vehicle Controller), het centrum

van het geautomatiseerde voertuig. Het bevindt zich op het 'mainboard' [1].

In de kern van de veiligheid maakt de Sick FlexiSoft veiligheids-PLC [1] verbinding met verschillende veiligheidsvoorzieningen met behulp van XTIO-modules. De S300 [2] is een veiligheidslaserscanner die het voertuig stopt of vertraagt wanneer een object of persoon het veld van de scanner betreedt. Er zijn twee S300's, één voor voorwaartse en één voor achterwaartse detectie. Handmatige noodstop kan worden gedaan door noodstopknoppen [3].

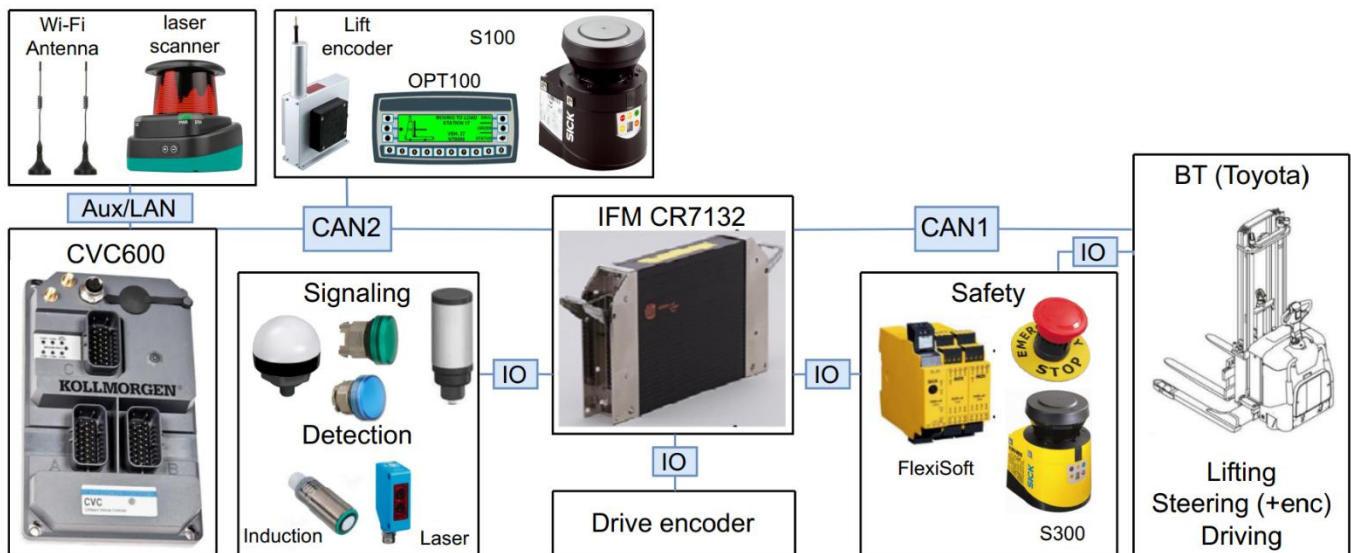
De S100 [6] is een 2D LiDAR-sensor en in tegenstelling tot de S300 is het geen echte veiligheidscomponent. Het wordt gebruikt om botsingen met uitstekende obstakels op bepaalde hoogten te voorkomen. De belangrijkste navigatiesensor is een laserscanner, de LS2000 [7]. Deze 2D LiDAR sensor heeft nauwkeurige metingen, korte responstijd en 360° rondom zicht. Het navigeert met behulp van reflectoren en communiceert met de CVC via LAN. Wanneer locatie en doel bekend is, gebruikt de AGV één voorwiel [8] dat wordt aangedreven en bestuurd door elektromotoren. De achterste twee wielen

hoogte wordt gemeten door een absolute encoder [13].

De status van de AGV wordt weergegeven op het OPT100-scherm [14], met twee signaallichten 'nav' (positie is bekend) en 'on-track' (AGV wordt in de 'layout' ingevoegd) [14]. De veiligheidsstatus wordt weergegeven door twee 'signaling lamp' [4], de 'led beacon' [5], en de 'buzzer' [1].

## II. DOELSTELLINGEN

Bekaert AutoPilot (BAP) is een programmastructuur en basis voor elk autonoom voertuig in Bekaert. Op basis daarvan wordt functionaliteit toegevoegd voor een specifiek voertuig. De palletiseermachine (PLT) draait op een aangepaste versie van BAP die lijkt op de BAP die nodig is voor de WS1000. Uitgaande van die versie is het hoofddoel de praktische realisatie van de transformatie naar de WS500-750-1000 BAP, maar met behoud van alle functionaliteit die een WS500-750-1000 doorgaans heeft. Dat betekent het wijzigen en updaten van de software van de verschillende controllers, inclusief de veiligheidssturing aan boord van de AGV.



Figuur 2: Overzicht

[9] worden niet aangedreven, noch gestuurd. De snelheid en stuurhoek worden gemeten door incrementele encoders.

De afstand tot een spoel wordt gemeten door twee laser gebaseerde afstandssensoren [10] en de inductiesensoren [11] detecteren of de spoel succesvol op de AGV is geladen. De vorken worden opgetild door een hydraulisch systeem [12] en de

De functionaliteiten in de scope van de thesis die na de update moeten werken, zijn navigeren in een bekende omgeving met behulp van een 'layout' en het laden en lossen van een spoel. Functionaliteiten die buiten de scope vallen zijn alle overige functionaliteiten zoals: line-stacking, battery swapping en RFID-identificatie.

Vanaf het begin was het niet de bedoeling om te bepalen of een wijziging aan de AGV nodig was, maar om te onderzoeken hoe het hele systeem in het begin werkt en hoe de verandering naar het nieuwe systeem op de best mogelijke manier kan worden gedaan. Alle originele componenten worden nog steeds gebruikt omdat er een voorkeur is om geen hardware aanpassingen te doen. Hoewel de beslissing voor BAP een gegeven is, vat Tabel 1: Pros en cons van BAP samen en helpt het om de motivatie voor de overgang te begrijpen.

Een abstracter doel is om de meeste logica uit de IFM-controller [1] te verwijderen en alle logica in de CVC te centraliseren.

### III. RESULTATEN

De structuurwijziging wordt bereikt door de volgende wijzigingen door te voeren. De IFM wordt nu alleen gebruikt om CVC-instructies via CAN door te sturen naar de BT, aangesloten 'outputs' te beheren en 'input' informatie van aangesloten randapparatuur terug te sturen naar de CVC. De 'input' informatie bevat spoeldetectie (inductie en laser), 'drive' encoder en veiligheid gerelateerde signalen.

De CVC is geprogrammeerd volgens BAP. Verbindingen met de PLT waarvoor de BAP eerder was geprogrammeerd, worden nu gewijzigd in het huidige voertuig. Een voorbeeld van zo'n verandering is dat de PLT een andere veiligheidsscanner heeft. Functioneel blijven ze hetzelfde, maar de specificaties zijn anders, dus sommige voorwaarden en logica moeten enigszins worden aangepast.

De besturingssoftware van de BT is niet veranderd.

De veiligheid van een voertuig dat niet direct onder controle staat van een operator is van cruciaal belang. De AGV en de basisveiligheidsfuncties zoals veiligheidsscanners en knoppen worden eerst getest op blokken, zodat de wielen kunnen draaien, zonder dat de AGV daadwerkelijk beweegt.

De AGV kan nu zijn positie vinden, in een 'layout' invoegen en naar een spoel navigeren. Tijdens het

rijden selecteren de veiligheidsscanners het juiste veld en wanneer een persoon of object dat veld betreedt, stopt het voertuig. De spoel wordt op de gewenste locatie geladen en gelost.

Tabel 1: Pros en cons van BAP

Pros
<p>BAP is een gekend systeem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eerder getest op andere voertuigen</li> <li>- Werkt met de nieuwste 'fleet managing software'</li> <li>- Eenvoudig te veranderen en aan te passen delen van het programma</li> <li>- Eenvoudig toe te voegen/verwijderen functionaliteit aan specifieke AGV</li> </ul> <p>BAP prestaties</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Betrouwbaar systeem</li> <li>- Snellere cyclische tijden, nauwkeurigere werking</li> </ul>
Cons
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dezelfde functionaliteit als voorheen, maar de overgang vergt tijd en middelen</li> </ul>

### IV. BESLUIT

De structuur van de WS550-750-1000 komt nu overeen met hoe Bekaert voertuigen programmeert en de AGV kan basis functionaliteit uitvoeren, maar het voertuig is nog niet volledig operationeel. Daarom moet deze thesis een stevige basis vormen voor de start van mogelijk een nieuw eindwerkthema die deze AGV productie klaar maakt. Dit omvat het opnemen en testen van de functionaliteiten buiten de scope van deze thesis in het nieuwe systeem van deze AGV en het valideren van de veiligheid om te voldoen aan de strenge eisen van een productieomgeving.

### V. REFERENTIES

- [1] Asti, "Asti Electrical Scheme WS1000," 2016.
- [2] Bekaert, Asti and Sick, "Programs of CVC, IFM, and FlexiSoft".
- [3] Bekaert and Kollmorgen, "Training presentations Bekaert and Kollmorgen," 2016.