

Smart Industry

Smart Projects verslag

ICR③ATE
getting things prototyped



Bas Waters
Ryan Susana
Thomas de Vries
Jibbe Kelderman
Hogeschool Arnhem Nijmegen (HAN)
Nijmegen, 17 April 2020

Smart Industry

Smart Projects verslag

Algemene gegevens		
Naam + studentnummer	:	Bas Waters 585097 Ryan Susana 577684 Thomas de Vries 648004 Jibbe Kelderman 561401
Onderwijsinstelling	:	Hogeschool Arnhem Nijmegen
Opleiding	:	Minor Smart industry
Module	:	G-cluster
Versie	:	Eerste versie
Datum publicatie	:	5 juni 2020

Begrippenlijst

In tabel 1 zijn een aantal begrippen weergegeven, die gedurende dit document gebruikt worden.

Begrip en/of afkorting	Definitie/ toelichting
RPI	Volledige naam: Raspberry Pi Een RPI is een kleine computer met een aantal I/O porten. Een RPI kan met de I/O porten elektronische componenten aansturen en uitlezen.
PLC	Volledige naam: Programmable logic controller. Een PLC is een elektrisch apparaat dat op basis van I/O diverse porten aanstuurt of uitleest.
I/O	Volledige naam: Input / Output Een input is informatie dat meestal afkomstig is van een ander apparaat of component. Een output is informatie die meestal gebruikt wordt om andere apparaten aan te sturen. Informatie is meestal een elektrisch signaal als er over computers of controllers gesproken wordt.
IoT	Volledige naam: Internet of Things IoT is een situatie waarbij elk elektrisch apparaat verbonden is met het internet.
Node-RED	Node-RED is een programmeer tool die gebruikt kan worden om apparaten aan te sturen. Node-Red hanteert het principe “visueel programmeren” om apparaten aan te sturen.
Edge-device	Een “edge-device” is een apparaat dat toegang biedt tot de kernnetwerken van ondernemingen of serviceprovider. Denk bijvoorbeeld aan je router in je huis.
Protocol	Een protocol is een afspraak over hoe twee of meerdere apparaten binnen een systeem met elkaar communiceren.
Omsteltijd	De omsteltijd is de tijd in de productie-industrie die nodig is om van de ene productie naar de andere productie om te zetten.

Tabel 1: Begrippenlijst

Inhoudsopgave

MANAGEMENT SAMENVATTING	6
HOOFDSTUK 1: INLEIDING	8
HOOFDSTUK 2: PROBLEEMSTELLING	9
2.1 PROBLEEM ACHTERGROND	9
2.2 PROBLEEM BESCHRIJVING	10
HOOFDSTUK 3: ONDERZOEK AANPAK	11
3.1 ONDERZOEKSDOELSTELLINGEN	11
3.2 TERMINOLOGIE	11
3.3 METHODES VAN ONDERZOEK	13
HOOFDSTUK 4: DEELVRAGEN	14
4.1 DEELVRAAG: OP WELKE WIJZE KAN EEN RPI IN COMBINATIE MET IOT WORDEN INGEZET BIJ SMART INDUSTRY?	14
4.1.1 Industry 4.0	14
4.1.2 Internet of Things (Iot)	15
4.1.3 Raspberry Pi	17
4.1.4 conclusie	17
4.2 DEELVRAAG: HOE VERHOUDT DE PLC ZICH TEN OPZICHTE VAN EEN RPI WERKEND OP NODE-RED OP HET GEBIED VAN FUNCTIONALITEIT (SOFTWARE MATIG).	18
4.2.1 Uitwerking	19
4.2.2 Conclusie	21
4.3 DEELVRAAG: HOE VERHOUDT DE PLC ZICH TEN OPZICHTE VAN EEN RPI OP HET GEBIED VAN FUNCTIONALITEIT (HARDWARE MATIG)?	21
4.3.1 Onderzoek	21
4.3.2 Hardware vergelijking	23
4.3.3 Conclusie	24
4.4 DEELVRAAG: OP WELKE WIJZE KAN EEN RPI AANGESTUURD WORDEN VANUIT DE CLOUD WERKEND OP NODE-RED?	25
4.4.1 Wat is Node-Red?	25
4.4.2 Wat is de cloud?	25
4.4.3 Hoe installeer je Node-Red op de cloud en op de Raspberry Pi?	25
4.4.4 Hoe kun je data synchroniseren tussen Node-Red op de Cloud en Node-Red op een Raspberry Pi?	26
4.4.5 Welke cloud provider kiezen wij?	26
4.4.6 Hoe installeer ik Node-Red op een Cloud Provider?	27
4.4.7 Conclusie	27
4.5 : DEELVRAGEN 5,6 & 7: ENQUÊTE DEELVRAGEN	28
4.5.1 Deelvragen die betrekking hebben tot de enquête.	28
4.5.2 Criteria enquête	28
4.5.3 Uitvoering van de enquête	28
4.5.4 Resultaten van de enquête	29
HOOFDSTUK 5: CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	32
5.1 CONCLUSIE	32
5.2 AANBEVELING	33
5.2.1 Kwalitatief onderzoek naar communicatieprotocollen en een aanvullend marktonderzoek.	33
5.2.2 Prototype testen binnen een bedrijfsprocessen	33
5.2.3 Prototype verder door ontwikkelen op het gebied van Two-way communicatie	33
5.2.4 Marketingstrategie ontwikkelen voor prototype concept Icr3ate	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
BIBLIOGRAFIE	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.
BIJLAGE 1: PROJECT MONITOR	37

BIJLAGE 2: ENQUÊTERESULTATEN	38
BIJLAGE 3: ENQUÊTE VOORBEELD (PERSPECTIEF VAN DE RESPONDENT)	42

Management samenvatting

Dit document presenteert het eindproduct dat gedurende de minor voor Icr3ate gemaakt is.

Icr3ate is een bedrijf die in 2015 is opgericht door Manfred van der Voort. Icr3ate helpt bedrijven bij het omzetten van een goed idee, naar een levensvatbaar prototype. Icr3ate kan deze dienst leveren doordat zij bestaan uit een multidisciplinair team. Bij de ontwikkeling van een prototype verzorgen zij de elektronica, software en mechanica. Icr3ate wil inspelen op een probleem die zich voordoet in de maak industrie.

Voor de aansturing van een machine in de maak industrie worden momenteel vaak programmable logic controllers (PLC's) gebruikt. Wanneer een fabriek een vernieuwd (geüpdatet) product wil produceren, dan zal de code op de PLC van de machine (die het vernieuwde product produceert) aangepast moeten worden. Het vernieuwen van de software van een PLC vraagt enig wat tijd en arbeid. Daarnaast zijn PLC's relatief erg duur indien ze gebruikt moeten worden voor simpele operaties, zoals het aan- en uitzetten van een LED (IJETR, 2015). Hierdoor wil Icr3ate een alternatief aanbieden op de PLC's met een industriële Raspberry Pi (RPI). Een RPI is een kleine computer die goedkoper dan een PLC is.

Een RPI kan in theorie alle functies van een PLC volledig overnemen. Daarnaast zou Icr3ate graag willen zien dat de RPI vanuit de cloud aangestuurd wordt. Icr3ate weet dat het theoretisch mogelijk is om een PLC te vervangen door een RPI met cloud aansturing. Echter is dit praktisch nog niet getest. Dit probleem pakt de projectgroep op. De hoofdvraag die voor dit probleem/project geformuleerd is, is het volgende: *“Hoe kunnen de studenten van de minor Smart Industry bij Icr3ate voor 9 juni 2020 een RPI aansturen vanuit de cloud werkend op Node-RED, waarbij de RPI een PLC-protocol ondersteund en een alternatief biedt voor een conventionele PLC.”*

Om de hoofdvraag te beantwoorden hebben de studenten de hoofdvraag onderverdeeld in zeven deelvragen. Door de zeven deelvragen te onderzoeken en te beantwoorden wordt gezamenlijk de hoofdvraag beantwoord.

De studenten van de minor Smart Industry hebben aan de hoofdvraag voldaan door allereerst Node-Red op een RPI en een Cloud instantie te installeren. Nadat dit gelukt is, zal er een script op een RPI geïnstalleerd moeten worden. Deze zorgt ervoor dat via “one-way” synchronisatie de Node-Red cloud configuratie overgenomen wordt en vervolgens op de Node-Red RPI configuratie geplaatst wordt. Doordat het script op elk apparaat kan werken die bestaat uit een Raspberry Pi architectuur, kan naast een RPI ook bijvoorbeeld een UniPi (industriële RPI) vanuit de Cloud aangestuurd worden.

Uit onderzoek is gebleken dat de communicatieprotocollen die de industrie gebruikt veelal Modbus TCP/IP, Profinet en EtherNet/IP zijn. Deze communicatieprotocollen kunnen worden ondersteund door Node-Red. De communicatie over de Modbus bij een RPI is mogelijk door “uitbreiding nodes” te installeren op Node-Red. Uit de enquête is gebleken dat de meerderheid van de respondenten wel openstaat voor de RPI mits de dezelfde functionaliteiten, levensduur en een lagere kostprijs gegarandeerd wordt. Hier zou Icr3ate een rol in kunnen spelen om dit mogelijk te maken.

De projectgroep geven de volgende 4 aanbevelingen voor lcr3ate:

- Kwalitatief onderzoek naar communicatieprotocollen en een aanvullend marktonderzoek;
- Prototype testen binnen een bedrijfsprocessen;
- Prototype verder door ontwikkelen op het gebied van Two-way communicatie;
- Marketingstrategie ontwikkelen voor prototype concept lcr3ate.

Hoofdstuk 1: Inleiding

Icr3ate is een bedrijf die in 2015 is opgericht door Manfred van der Voort. Icr3ate helpt bedrijven bij het omzetten van een goed idee, naar een levensvatbaar prototype. Icr3ate kan deze dienst leveren doordat zij bestaan uit een multidisciplinair team. Bij de ontwikkeling van een prototype verzorgen zij de elektronica, software en mechanica. Icr3ate heeft vier vaste werknemers in dienst. Daarnaast worden vijf of zes freelancers frequent ingehuurd.

Naast dat Icr3ate prototypes voor bedrijven ontwikkelt, biedt Icr3ate ook de gelegenheid aan om producten (kleine series) te produceren in hun machine lab. Daarnaast geeft Icr3ate ook workshops over bijvoorbeeld Internet of Things (IoT).

Het verslag is opgebouwd uit vijf hoofdstukken. Als eerst zal de probleemstelling worden behandeld, wat onze aanleiding was voor het onderzoek van Icr3ate. Daarna zal een toelichting komen over de onderzoeksmethode van de projectgroep, hierin zijn ook de hoofd- en deelvragen opgenomen (terminologie). Vervolgens zijn alle deelvragen uitgewerkt in het hoofdstuk 'resultaten'. Tot slot, zal de hoofdvraag beantwoord worden in de conclusie. Vanuit deze conclusie zullen ook enkele aanbevelingen voorgelegd worden aan het bedrijf Icr3ate.

Hoofdstuk 2: Probleemstelling

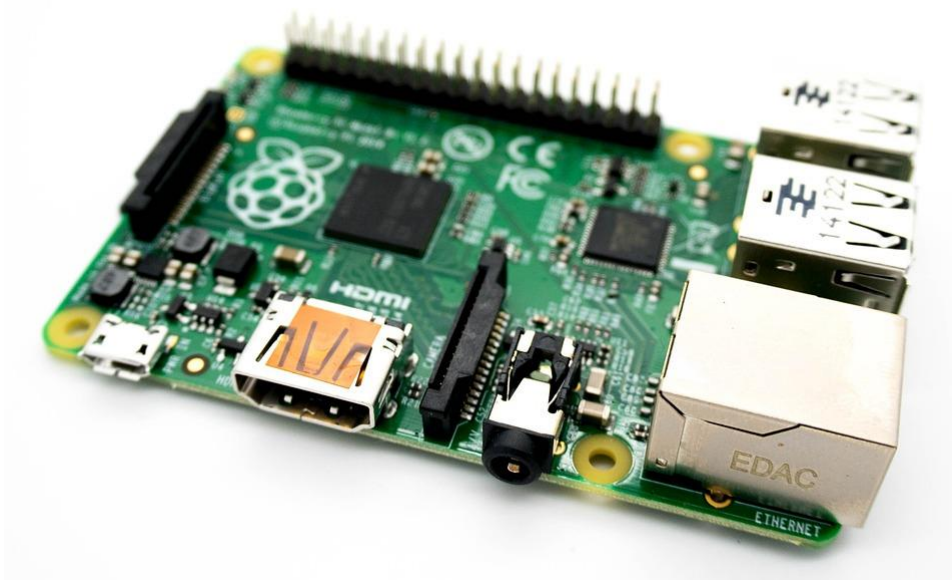
2.1 Probleem achtergrond

Een machine in een fabriek wordt meestal aangestuurd door een programmable logic controller (PLC). Wanneer een fabriek een vernieuwd (geüpdatet) product gaat produceren, dan zal meestal ook het productieproces (van dat product) veranderd worden. Om het productieproces van een product te veranderen, zal de software van de PLC van de desbetreffende machine aangepast moeten worden.

In de hedendaagse tijd vernieuwen fabrieken hun producten regelmatig. Dit doen zij door mee te kunnen blijven concurreren in de markt. Het regelmatig vernieuwen van een product, resulteert dat de software van de PLC's regelmatig veranderd moet worden. Het vernieuwen van de software van een PLC vraagt enig wat tijd en arbeid. Daarnaast zijn PLC's relatief erg duur indien ze gebruikt worden voor simpele operaties, zoals het aan- en uitzetten van een LED (IJETR, 2015).

Op dit fenomeen wil Icr3ate inspelen. Icr3ate ziet dat het vernieuwen van de software van een PLC in deze tijd veel vaker gebeurt en dat dit enig wat tijd en arbeid kost. Ook ziet Icr3ate dat PLC's relatief duur zijn voor simpele operaties.

Hierdoor wil Icr3ate in de industrie PLC's vervangen met industriële Raspberry Pi's (RPI's). Een RPI is een kleine computer die goedkoper dan een PLC is. Een RPI kan in theorie alle functies van een PLC volledig overnemen. Daarnaast is het principe van een RPI, dat het geschikt is voor prototypes bouwen (IJETR, 2015). Icr3ate focust zich voornamelijk op de "maak industrie". Dit doordat in deze sector veel PLC's gebruikt worden. In figuur 1 is een basis module van een Raspberry Pi te zien.



Figuur 1 Raspberry Pi

2.2 Probleem beschrijving

Icr3ate heeft het vernomen dat PLC's in de "maak industrie", vervangen kunnen worden met industriële Raspberry Pi's (RPI's). Het voordeel van dit alternatief zit hem in twee dingen. De aanschafprijs en de uitgebreide mogelijkheden aangezien dit een microcomputer is. Op het moment zijn al verschillende bedrijven in de wereld bezig met dit idee. Icr3ate wil graag hier ook een rol in gaan spelen op deze markt.

Een PLC kan aangeschaft worden vanaf ca. €376,03 ex. BTW (Siemens 6ES7214 (Conrad, sd)) echter kan een RPI van Kunbus aangeschaft worden vanaf €102,06 (Conrad, sd). Een RPI is een microcomputer dat door het Raspberry Pi foundation is opgezet om mensen makkelijker met programmeren te laten leren op een goedkope manier. Doordat de Raspberry Pi foundation een laagdrempelige opzet heeft gemaakt zijn er verschillende thuisprojecten gemaakt en is zelfs voor industriële toepassingen gebruikt. (opensource.com, 2020)

De PLC heeft het nadeel dat het niet om kan gaan met het omstellen van verschillende software. De microcomputer (RPI) kan dit wel omdat het een computer is waarbij meerdere programma's tegelijkertijd kunnen draaien omdat dit systeem op Linux draait. De RPI kan een connectie leggen met het internet en kan hierdoor ook verbinden met een Cloud. Voor het programmeren van een RPI kan gebruik worden gemaakt van Node-Red. Node-Red is een op flow gebaseerde programmeerprogramma dat opensource is (Node-RED, sd). Dit betekent dat er met nodes een flow (stroming) gecreëerd kan worden. Met een flow kunnen verschillende programma's gemaakt worden. Icr3ate wil graag de programma's met dit systeem gaan schrijven en dat op afstand via de Cloud inladen.

De PLC communiceert met andere PLC's en andere hardware via verschillende communicatiesystemen een voorbeeld is de Mod-bus en de CAN-bus. Deze communicatiesystemen hebben ook protocollen. Wanneer een PLC vervangen wordt met een RPI dan is het belangrijk dat de RPI de oude communicatiesystemen ondersteunt. Het is daarom van belang om te onderzoeken welke communicatiesystemen veel gebruikt worden in de markt en om te onderzoeken of deze systemen op een RPI kunnen werken.

De volgende twee problemen komen naar voren bij het aanbieden van een alternatief van een PLC met een RPI:

- Icr3ate weet dat het theoretisch mogelijk is om een PLC te vervangen door een RPI. Echter is dit praktisch nog niet getest.
Icr3ate heeft geen "proof of concept" tot hun beschikking om klanten te bewijzen dat het vervangen van een PLC met een RPI beter en goedkoper is voor de klant.
- Welke protocollen worden gebruikt bij PLC's en welke van deze communicatiesystemen kunnen samenwerken met een RPI.
- Hoe verhoudt een RPI zich ten opzichte van een PLC op het gebied van Hardware en Software?

Hoofdstuk 3: Onderzoek aanpak

3.1 Onderzoeksdoelstellingen

Het doel van dit project is om een prototype te gaan ontwerpen voor Icr3ate. De belangrijkste eisen van de opdrachtgever zijn voornamelijk dat er aan bepaalde kaders gehouden worden. De drie gedefinieerde kaders zijn:

- Kader 1: Node-red, vanuit de cloud, laten samen werken met de Raspberry PI's (RPI). Deze RPI zijn fysiek bevestigd op machines. Oftewel, Hoe kunnen we voor Icr3ate een gedistribueerd Node-Red model maken.
- Kader 2: PLC – protocollen onderzoeken die de RPI moet kunnen ondersteunen om binnen de maak industrie met "oudere" hardware te kunnen communiceren.
- Kader 3: Icr3ate's RPI-board operationeel laten samen werken met industriële IO.

Door de omstandigheden met het coronavirus heeft dit ook invloed gehad op de opdrachtvorming. Momenteel wordt vanuit de overheid en het college van bestuur hogescholen geadviseerd om zoveel mogelijk contact te beperken. De projectgroep mag nog langsgaan bij de opdrachtgever, alleen binnen het projectteam is ook diversiteit deze handeling. De projectgroep heeft, gedurende de hele minor, de opdracht volledig uitgevoerd vanuit thuis quarantaine, oftewel van 14 maart tot 5 juni.

Van de originele opdracht mag worden afgeweken, zolang de kaders-richtlijnen worden gehanteerd. Door de omstandigheden i.v.m. het coronavirus zal er werk efficiëntie verlies ontstaan, daarom mogen bepaalde aspecten veranderd worden tijdens de uitvoer van het project. Dit echter alleen met instelling van de opdrachtgever en docentbegeleider.

3.2 Terminologie

Het doel is om een prototype te ontwerpen voor Icr3ate. Hierdoor zijn hoofd- en deelvragen geformuleerd voor ons onderzoek.

De hoofdvraag geeft aan wat onderzocht moet worden om het doel te bereiken. De hoofdvraag luidt:

"Hoe kunnen de studenten van de minor Smart Industry bij Icr3ate voor 9 juni 2020 een RPI aansturen vanuit de cloud werkend op Node-RED, waarbij de RPI een PLC-protocol ondersteund en een alternatief biedt voor een conventionele PLC."

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn verschillende deelvragen opgesteld. Hierbij is onderscheid gemaakt in de deelvragen, namelijk: theoretische-, empirische en analytische.

Theoretische vragen:

Centrale vraagstelling met betrekking tot het theoretische aspect, met bijbehorende deelvragen:

- **Deelvraag 1:** Op welke wijze kan een RPI in combinatie met IoT worden ingezet bij smart industry?
- **Deelvraag 2:** Hoe verhoudt de PLC zich ten opzichte van een RPI werkend op Node-Red op het gebied van functionaliteit (software matig).

Empirische vragen:

Centrale vraagstelling met betrekking tot het empirische aspect, met bijbehorende deelvragen:

- **Deelvraag 3** Hoe verhoudt de PLC zich ten opzichte van een RPI op het gebied van functionaliteit (Hardware matig)?
- **Deelvraag 4:** Op welke wijze kan een RPI aangestuurd worden vanuit de Cloud werkend op Node-RED?
- **Deelvraag 5:** Welke communicatieprotocollen worden gebruikt voor een PLC in de industriële automatisering branche?
- **Deelvraag 6:** Welke communicatieprotocollen kunnen worden toegepast op een RPI?
- **Deelvraag 7:** Hoeveel belangstellingen is er vanuit de maak-industrie om een PLC te vervangen door een RPI?

Analytische vragen:

Centrale vraagstelling met betrekking tot het analytische aspect, met bijbehorende deelvragen:

- ~~**Deelvraag 8:** Welke kansen bieden de onderzoeksresultaten voor de maak-industrie en Icr3ate?~~

** Wijziging deelvraag 8. Achteraf gezien was deze analytische deelvraag meer een conclusie en/of aanbeveling. Deze uitwerking kunt u verder inzien in hoofdstuk 5 (Conclusie en aanbeveling)

3.3 Methodes van onderzoek

In paragraaf 3.2 zijn de deelvragen geformuleerd, die gezamenlijk antwoord geven op de hoofdvraag. Om de geformuleerde deelvragen te beantwoorden, zal gebruik gemaakt moeten worden van een onderzoeksmethodiek. Per deelvraag wordt de gehanteerde methodiek in tabel 2 weergegeven.

Deelvraag nr.	Deelvraag	Onderzoeksmethodiek	Toelichting
1	Op welke wijze kan een RPI in combinatie met IoT worden ingezet bij smart industry?	Literatuuronderzoek	Via enkel literatuuronderzoek zal dit onderzoek goed uitgevoerd kunnen worden, doordat naar inschatting hier genoeg informatie te vinden is op het internet.
2	Hoe verhoudt de PLC zich ten opzichte van een RPI werkend op Node-Red op het gebied van functionaliteit (software matig).	Literatuuronderzoek, (mogelijk) interviews	Als er te weinig literatuuronderzoek beschikbaar is om het onderzoek uit te voeren, zullen er interviews met specialisten georganiseerd worden om het onderzoek af te ronden
3	Hoe verhoudt de PLC zich ten opzichte van een RPI op het gebied van functionaliteit (Hardware matig)?	Literatuuronderzoek	Via enkel literatuuronderzoek zal dit onderzoek goed uitgevoerd kunnen worden.
4	Op welke wijze kan een RPI aangestuurd worden vanuit de Cloud werkend op Node-RED?	Literatuuronderzoek	Via de documentatie van Node-RED (beschikbaar gesteld via hun website) zal dit onderzoek uitvoerbaar zijn.
5	Welke communicatieprotocollen worden gebruikt voor een PLC in de maak industrie?	Surveyonderzoek, Literatuuronderzoek (mogelijk) interviews	Via een email survey zal voornamelijk dit onderzoek uitgevoerd worden. Als hieruit summiere resultaten komen, dan zal er literatuuronderzoek en interviews plaatsvinden.
6	Welke communicatieprotocollen kunnen worden toegepast op een RPI?	Literatuuronderzoek	Via enkel literatuuronderzoek zal dit onderzoek goed uitgevoerd kunnen worden. Ook zal YouTube (wat niet als bron gebruikt zal worden) mogelijk de groep helpen om progressie te maken in het onderzoek.
7	Hoeveel belangstellingen is er vanuit de maak-industrie om een PLC te vervangen door een RPI?	Surveyonderzoek, (mogelijk) interviews	Via een email survey zal voornamelijk dit onderzoek uitgevoerd worden. Als hieruit summiere resultaten komen, dan zal er een interviews georganiseerd worden met specialisten.
Tabel 2: Deelvragen met bijbehorende onderzoeksmethodiek			

Bij het gebruik van een bron tijdens een onderzoek wordt er altijd gekeken of de bron betrouwbaar en courant genoeg is om te gebruiken voor het onderzoek.

Hoofdstuk 4: Deelvragen

In dit hoofdstuk worden alle deelvragen behandeld en beantwoordt. Aan het eind van iedere deelvraag komt een conclusie te zitten. Wanneer alle deelvragen zijn beantwoordt komt in hoofdstuk 5 de aanbevelingen en de conclusie te zitten.

4.1 Deelvraag: Op welke wijze kan een RPI in combinatie met IoT worden ingezet bij smart industry?

In deze paragraaf worden meerdere aspecten verkend om antwoord te kunnen geven op de eerste theoretische deelvraag. De eerste deelvraag luidt: Op welke wijze kan een RPI in combinatie met IoT worden ingezet bij industry 4.0? In deze paragraaf wordt eerst de literatuur weergegeven over Industry 4.0 in de breedste zin van de term, vervolgens is een focus aangebracht op literatuur over Internet of Things (IoT) en een hardware en/of softwaretechniek van een Raspberry Pi.

4.1.1 Industry 4.0

In meerdere bronnen wordt gesproken over de nieuwe huidige trend 'industry 4.0', maar wat houdt de term in? Inmiddels bevindt de industrie zich in de vierde fase, maar welke fase was hiervoor ter sprake? In de jaren zeventig bracht elektronica en informatietechnologieën een nieuwe wending om op hoog niveau te kunnen automatiseren in de productie.

Echter gaat Industry 4.0 nog een stapje verder, namelijk het slim inrichten van fabrieken, het produceren van slimme producten en het introduceren van slimme services (IoT). Bovendien zijn nieuwe- en ontworpende bedrijfsmodellen geïntroduceerd, die een evoluerende boost geven aan de industry 4.0. Deze ontwikkeling naar industry 4.0 biedt kansen, zoals het duurzamer fabriceren door middel van de hedendaagse informatie- en communicatietechnologieën.

Hieronder staat een schema genoteerd over de huidige trends en verwachte ontwikkelingen van industry 4.0.

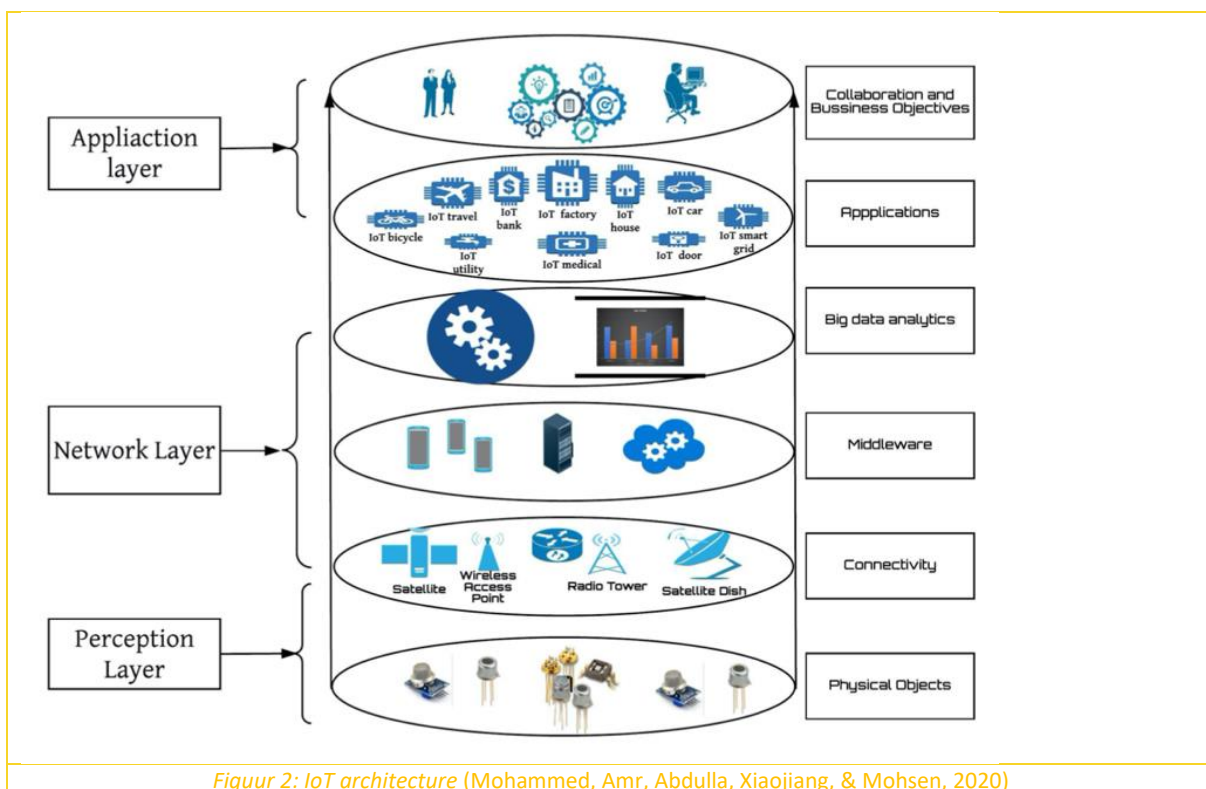
- **Processen:** Binnen diverse productieprocessen wordt de techniek '3D-printen' toegepast. Deze techniek wordt voornamelijk toegepast in waarde creatie processen, sinds de kosten van 3D-printen omlaag zijn gegaan tegelijkertijd met een hogere snelheid en precisie (Stock & Seliger, 2016). Hierdoor kan sterker, lichter en complexer geproduceerd worden in grotere hoeveelheden.
- **Product:** Producten kunnen nu geproduceerd worden in grote getallen met de individuele vereisten van de klant. Het afstemmen van de individuele maatwerk details, moet zo vroeg mogelijk gebeuren in de waardeketen. Producten kunnen worden aangeboden met een services die alleen toegang verleent tot de functionaliteiten van het product, in plaats van het volledig eigendom, zoals lease producten (Stock & Seliger, 2016).
- **Organisatie:** De complexiteit in een fabricage systeem kan vanaf een bepaald punt niet meer worden beheerd door een centraal systeem van het bedrijf. Hierdoor zal ook de besluitvorming verschoven worden van een centraal systeem naar een gedecentraliseerd systeem. De gedecentraliseerde instantie zal autonoom rekening houden met lokale informatie voor het maken van beslissingen. Bijvoorbeeld, lokaal beslissingen nemen voor arbeiders of voor apparatuur met behulp van methoden uit kunstmatige intelligentie.
- **Apparatuur:** Fabricage apparatuur zal gekenmerkt worden door werktuigmachines en robots. Deze apparatuur kan gemakkelijk omschakelen in andere waarde creatie factoren. Robots zullen nauw samenwerking met arbeiders op een gezamenlijke taak (Stock & Seliger, 2016).

- Human: Banen in de productie riskeren een hoog risico om geautomatiseerd te worden in grote mate. Het aantal werknemers zal dan ook vermoedelijk afnemen door verloop van tijd. De overgebleven banen zijn vooral gebaseerd op kennis evenals planningsvaardigheden (Stock & Seliger, 2016).

4.1.2 Internet of Things (IoT)

De recente vooruitgang op het gebied van communicatietechnologieën, zoals (IoT). Internet of Things heeft de traditionele waarneming van de omringende omgevingen opmerkelijk overstegen. IoT-technologieën kunnen modernisaties mogelijk maken die de levenskwaliteit verbeteren en de mogelijkheid hebben om de omringende data te verzamelen, kwantificeren en begrijpen.

IoT-technologieën spelen een cruciale rol bij het verbeteren van real-life slimme applicaties, zoals slimme gezondheidszorg, slimme huizen, slim transport en slim onderwijs. Alleen hoe ziet de architectuur van internet of things eruit. In figuur 2, staat een illustratie over alle lagen van een IoT-platform. Het figuur zal ook kort worden toegelicht:



Figuur 2: IoT architecture (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020)

Figuur 2 visualiseert de zes lagen binnen de technologie van Internet of Things (IoT). Elke laag wordt toegelicht, zodat de achterliggende gedachten van de technologie duidelijk overkomt voor de lezer en/of de gebruiker van deze technologie.

Fysieke objecten (Physical objects):

Deze fysieke IoT-sensoren spelen een belangrijke basis voor de IoT technologie. De belangrijkste functie van deze IoT-sensoren is het detecteren, verzamelen en het verwerken van informatie. Deze IoT-sensoren zijn bijvoorbeeld: temperatuur-, vochtigheids-, bewegings- en acceleratiesensoren om diverse functionaliteiten te implementeren. Een IoT-sensor legt ook een belangrijke verkrijgen van veel informatie, oftewel Big Data. Een effectieve analyse van Big data met behulp van IoT resulteren in verbeterde besluitvorming (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020).

Connectiviteit (connectivity):

De belangrijkste karaktereigenschap van Internet of Things (IoT) is het heterogeen verbinden van een heterogene sensoren, zodat vervolgens slimme diensten tot stand komen. Echter zijn deze IoT-sensoren toch aan de ene kant beperkt, omdat deze sensoren op batterijen werken en een beperkte reken- en opslagcapaciteit benutten. Hierdoor moeten de sensoren gebruik maken van bepaalde technologieën. De meest recente communicatietechnologieën die bij IoT worden gebruikt, zijn 6LoWPAN, Bluetooth, IEEE 802.15.4, Wifi, ultra brede bandbreedte, RFID en Near Field Communication (NFC) (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020).

Middleware:

Een Middleware weergeeft de complexiteit van een systeem of hardware effectief aan, waardoor ontwikkelaars zich alleen kunnen concentreren op het probleem, zonder onderbreking van het systeem of van de hardware. De belangrijkste functies van middle kunnen als volgt worden samengevat (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020).

Ten eerste kunnen heterogenen IoT-objecten met elkaar samenwerking, oftewel IoT-objecten moeiteloos met elkaar kunnen laten communiceren.

Ten tweede, kan middleware de schaalbaarheid bieden tussen verschillende apparaten, die waarschijnlijk met elkaar zullen interageren in het IoT-rijk. Apple Home Kit bijvoorbeeld, waar verschillende type merken op één platform met elkaar kunnen verbinden.

Ten derde, apparaat detectie en context bewustzijn, die geleverd moet worden door middleware om het bewustzijn van objecten van alle omringede IoT-objecten te ondersteunen.

De laatste functie is beveiliging en privacy bieden aan IoT-apparaten. Veiligheids- en privacy kwesties moeten in dergelijke omstandigheden aangepakt worden.

Big data-analyse:

Big data wordt gecreëerd door verschillende fysieke objecten, die gebruikt worden in verschillende IoT-toepassingen. Fysieke apparaten produceren realtime-data. Deze data moet op een bepaalde manier geanalyseerd worden, zodat nuttige kennis tot stand komt. Om duidelijke inzichten te krijgen hebben onderzoekers verschillende methodes besproken voor het integreren van Big Data analysemethodes in een IoT-ontwerp, zoals een beschrijvende analyse (huidige of eerdere gebeurtenissen) of een voorspellende analyse (gegevens in de toekomst voorspellen d.m.v. patronen) (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020).

Applicaties (applicaties)

IoT heeft verschillende toepassingen. De welbekende toepassing zijn onder meer smart Healthcare, smart transport, smart grid en smart homes. Om een duidelijk beeld te krijgen, zal smart home verder worden toegelicht. Een smart home-systeem kan omgevingsveranderingen begrijpen en erop reageren, zoals het automatisch inschakelen van airconditioners op basis van weersvoorspellingen en het openen van een deur op basis van gezichtsherkenning. Intelligente huizen moeten consistent samenwerken met hun interne en externe omgevingen. Bijvoorbeeld, koelkast, tv, deuren, lampen, airco, Cv-ketel, Apple Home Kit, etc. (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020)

Samenwerking en business doelstellingen

Op dit niveau komt voornamelijk menselijke interactie met alle niveaus van het IoT-model. De doelstelling is om op dit niveau de verzamelde, verzonden en geanalyseerde gegevens effectief toe te passen, zoals het verbeteren van een sociale en economische groei (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020).

Big data die is gegenereerd door IoT-apparaten kan in de bedrijfsdoelstellingen opgenomen worden. Hierdoor kunnen bepaalde factoren vastgesteld worden die de bedrijfsresultaten kunnen verbeteren en een optimale strategische en visie van het bedrijf kunnen creëren (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojiang, & Mohsen, 2020).

4.1.3 Raspberry Pi

De Raspberry Pi is een goedkope computer die kan worden aangesloten op een computermonitor of tv. Mits een muis of toetsenbord is aangesloten. Het is een geschikt klein apparaat waarmee mensen van alle leeftijden de computer kunnen verkennen en kunnen leren programmeren in talen als Scratch en Python. Het kan alles doen wat u van een desktopcomputer zou verwachten, van surfen op internet en het afspelen van high-definition video tot het maken van spreadsheets, tekstverwerking en het spelen van games (Raspberry, sd).

4.1.4 conclusie

Op welke wijze kan een RPI in combinatie met IoT worden ingezet bij smart industry?

Een Raspberry Pi laten in combinatie met een IoT toepassing kan op vele manieren worden toegepast. Op een RPI kunnen Individuele applicaties geprogrammeerd worden, bijvoorbeeld: Node-RED, Python of direct in C. Een Raspberry Pi kan voor vele IoT doelstellingen worden ingezet, alleen zal de gebruiker veel zelf moeten programmeren voor zijn/haar eigen toepassing binnen het bedrijf.

In paragraaf 1.1 werden de huidige en verwachte trends omschreven over industry 4.0. Een Raspberry Pi is voornamelijk een hardwarecomponent, die een belangrijke bijdrage levert aan industry 4.0 (processen, producten, organisatie, mensen, apparatuur, etc.). Uit enkele artikelen zijn voorbeelden gegeven hoe een Raspberry Pi een IoT toepassing tot stand brengt binnen een industry:

- Afstand bestuurbaar lab: afstand bestuurbare laboratoria bieden de gebruikers de flexibiliteit van het gebruik ervan en optimaliseren van middelen. Arduino en Raspberry zijn twee platforms, waarmee een universiteit veel kan experimenteren met Internet of Things (Atilano & Sergio, 2019)

- Node-Red in een industriële omgeving: Ferencz & Domokos laten zien dat Node-RED veel voordelen heeft op het gebied van datavisualisatie en dat het MQTT-protocol tot nu toe hoger is dan traditionele industriële oplossingen. Het gebruik van deze technologieën maakt snelle prototyping mogelijk, waardoor de industrie ondanks snelle ontwikkeling concurrerend kan blijven (Ferencz & Domokos, 2019).

Functionaliteiten te implementeren. Een IoT-sensor legt ook een belangrijke verkrijgen van veel informatie, oftewel Big Data. Een effectieve analyse van Big data met behulp van IoT resulteren in verbeterde besluitvorming (Mohammed, Amr, Abdulla, Xiaojang, & Mohsen, 2020).

4.2 Deelvraag: Hoe verhoudt de PLC zich ten opzichte van een RPI werkend op Node-Red op het gebied van functionaliteit (softwarematig).

Functionaliteit heeft binnen het project de volgende betekenis: “De geschiktheid van een apparaat om bepaalde taken uit te voeren, waarbij het zich houdt aan bepaalde eisen”.

Aangezien RPI's als een alternatief voor een PLC aangeboden wil gaan worden, is het van belang om te onderzoeken hoe de functionaliteit van een RPI verschilt ten opzichte van een PLC. Het kan zijn dat een RPI elektrische componenten misschien sneller en preciezer aanstuurt dan een PLC. Of dat het omsteltijd verbetering biedt van een machine ten opzichte van een PLC. Het kan ook zijn dat dit allemaal niet het geval is. Middels dit onderzoek zal er aangetoond worden in hoeverre een PLC qua functionaliteit verschilt ten opzichte van een RPI.

Voor de uitwerking van dit onderzoek, is zoals beschreven in het PVA literatuuronderzoek geraadpleegd. In dit onderzoek is er uitgegaan van een industriële RPI zoals bijvoorbeeld een UniPi Neuron (Unipi Technology, sd), waarbij deze RPI werkt op Node-Red.

4.2.1 Uitwerking

Om de deelvraag te beantwoorden zal eerst een lijst opgesteld worden met de meest bekende PLC-fabrikanten die PLC's aanbieden met een ethernet aansluiting. Deze lijst is weergegeven in tabel 3 en is opgesteld op basis van (PLC Remote, sd) en (Interact Analysis, 2017). PLC's met Ethernet aansluiting zullen vergeleken worden met RPI's doordat in een RPI standaard een ethernet aansluiting zit. Met deze vergelijking komen de PLC's en RPI qua functionaliteit vrijwel overeen en kunnen de twee machines gelijkwaardig vergeleken worden.

Fabrikant	Ethernet aansluiting voor Remote communication	Bron
Siemens	Ja	(Siemens, 2020)
ABB	Ja	(ABB, sd)
Phoenix contact	Ja	(Phoenix contact, 2020)
Omron	Ja	(Omron)
Mitsubishi	Ja	(Mitsubishi)
Allen Bradley	Ja	(Allen Bradley, sd)
Schneider Electric	Ja	(Schneider Electric, sd)
Hitachi	Ja	(Hitachi, sd)
Wago	Ja	(Wago, 2020)
Delta PLC	Ja	(Delta PLC, sd)
Eaton	Ja	(Eaton, sd)
Weidmuller	Ja	(Weidmuller, 2020)
<i>Tabel 3 ethernet op PLC's</i>		

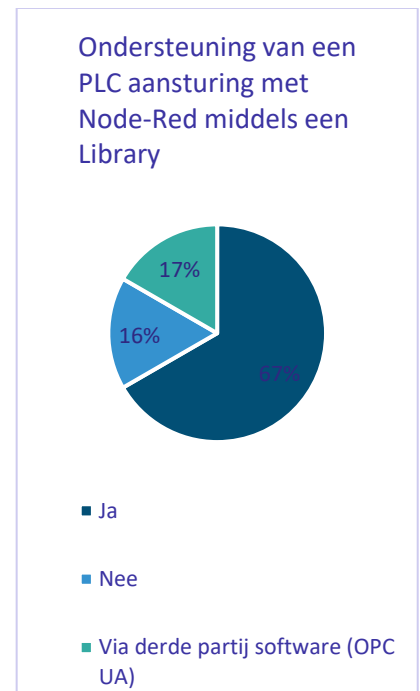
Nu duidelijk is welke fabrikanten PLC's fabriceren met een ethernet aansluiting zal er onderzocht worden of de PLC's kunnen communiceren met Node-Red middels een Node-Red Library. Een overzicht van de communicatiemogelijkheid met Node-Red middels een Library is weergegeven in tabel 3.

Fabrikant	Ondersteuning Node-Red Library	Library naam	Bron
Siemens	Ja	node-red-contrib-s7	(Node-RED, sd)
ABB	Nee	-	-
Phoenix contact	Via derde partij software (OPC UA)	node-red-contrib-opcua	(Node-RED, sd)
Omron	Via derde partij software (OPC UA)	node-red-contrib-opcua	(Node-RED, sd)
Mitsubishi	Ja	node-red-contrib-mcprotocol	(Node-RED, sd)
Allen Bradley	Ja	node-red-contrib-cip-ethernet-ip	(Node-RED, sd)
Schneider Electric	Ja	-	(Schneider Electric) (Node-RED, sd)
Hitachi	Nee	-	-
Wago	Ja	node-red-contrib-kbus	(Node-RED, sd)
Delta PLC	Ja	node-red-contrib-modbus	(Node-RED, sd)

Eaton	Ja	@eaton-easy-e4/node-red-contrib-eaton-easye4	(Node-RED, sd)
Weidmuller	Ja	depaula-contrib-ethip	(Node-RED, sd)

Tabel 3 Node-Red copibilities

Figuur 3 geeft het percentage weer van de ondersteuning van een PLC-aansturing met Node-Red middels een Library.



Figuur 3: Geeft het percentage weer van de ondersteuning van een PLC-aansturing met Node-Red middels een Library.

4.2.2 Conclusie

De deelvraag die in dit onderzoek onderzocht wordt is: “Hoe verhoudt de PLC zich ten opzichte van een RPI werkend op Node-Red op het gebied van functionaliteit (software matig)”.

Uit het onderzoek blijkt dat 67% van de bekendere PLC's (die wij onderzocht hebben), aangestuurd kunnen worden door Node-Red middels een Library. 17% ondersteund Node-Red via derde partij software (OPC UA) en 16% ondersteund niet Node-Red.

Doordat een PLC op dezelfde wijzen als een RPI aangestuurd kan worden, zal een RPI geen voordelen opleveren op het gebied van omsteltijd, precisie en snelheid. Hierdoor kan geconcludeerd worden dat een RPI dezelfde functionaliteit als een PLC.

4.3 Deelvraag: Hoe verhoudt de PLC zich ten opzichte van een RPI op het gebied van functionaliteit (Hardware matig)?

Om een beeld te krijgen hoe een RPI in zich verhoudt met een PLC, zal in dit onderzoek een RPI vergeleken worden met een PLC. Dit onderzoek heeft alleen betrekking op de hardware. De software (en dus ook protocollen) zal niet betrokken worden in dit onderzoek. Om een eerlijk resultaat te krijgen zal een RPI vergeleken worden met een gelijkwaardige PLC (op het gebied van specificaties). Echter zal eerst een gelijkwaardige PLC gekozen moeten worden. Dit onderzoek zal ook de UniPi (een industriële RPI) vergelijken met de PLC's. Dit doordat vanuit Icr3ate zowel een RPI als een UniPi is aangeleverd.

Volgens born (Statista, 2018) had Siemens in 2017 een wereldwijd marktaandeel van 31%. Om het onderzoek te versimpelen zal het onderzoek zich beperken tot het assortiment aanbod van Siemens. Dit besluit is genomen op basis van de volgende twee gegeven:

1. Siemens is de grootste speler binnen de PLC-branche;
2. Tussen PLC's van verschillende merken zit vrij weinig dan wel geen verschil op het gebied van functionaliteit.

4.3.1 Onderzoek

Oriëntatie Siemens PLC's

In dit paragraaf wordt er onderzocht welke PLC van Siemens het meest overeen komt met Raspberry Pi 4 model B.

Siemens biedt momenteel drie verschillende type controllers aan. Dit zijn:

- Basic controllers;
- Advanced controllers;
- Distributed controllers.

(Siemens, 2020)

In tabel 4 is worden de drie controller categorieën van Siemens nogmaals weergegeven, echter ditmaal met een omschrijving van de toepassing en de modellen binnen de categorie.

Controller	Basic controllers	Advanced controllers	Distributed controllers
Toepassing	Zijn de intelligente keuze voor compacte automatiseringsoplossingen met geïntegreerde communicatie- en technologiefuncties	Automatiseert niet alleen complete productie-installaties, maar ook applicaties die de beste prestaties, flexibiliteit en netwerkmogelijkheden vereisen	Worden gebruikt voor machines met een gedistribueerde architectuur en voor seriemachines met beperkte beschikbare ruimte.
Model	SIMATIC S7-1200 LOGO!	SIMATIC S7-1500 SIMATIC S7-300 SIMATIC S7-400	SIMATIC ET 200SP
Prijs range	Ca. €250,- tot €1000 (Conrad, sd)	Ca. €1000,- tot €10.000,- (Conrad, sd)	Ca. €3000,- tot €4.000,- (Conrad, sd)
<i>Tabel 4 controller categorieën</i>			





Sub conclusie:

Doordat een RPI en een UniPi een computer is die compact en relatief goed koop is , komt de SIMATIC S7-1200 en de LOGO! (Basic controller) het meest overeen met een RPI en de UniPi.

De SIMATIC S7-1200 en de LOGO! zal onderzocht en vergeleken worden in het onderzoek.

4.3.2 Hardware vergelijking

In tabel 5 wordt de Raspberry Pi 4 Model B vergeleken met de Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1214C en de LOGO!

Afbeelding				
Apparaat	Raspberry Pi 4 Model B (Megekko, sd)	UniPi Neuron S103	Siemens LOGO! (Conrad, sd)	Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1214C (Conrad, sd)
Aantal I/O pins	27 GPIO	4 Digital inputs 4 Digital outputs 1 Analoge input 1 Analoge output	8 digital inputs 4 digital outputs (relais)	14
Aantal Grounds	8	4 grounds	Onbekend	Onbekend
Voltage per I/O pin	3.3V	Max 24V	24V	24V
Extra power pins	3.3V (2 keer) of 5V (2 keer)	Nee	Nee	Nee
USB	2 keer USB 2.0 poort 2 keer USB 3.1 poort	Nee	Nee	Nee
Wifi	802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac	Nee	Nee	Nee
Ethernet	Ja	Ja	Ja	Ja
Bluetooth versie	5.0	Nee	Nee	Nee
Afmetingen B x H x D	85x49 mm	70x90x60mm	71.5x90x60	110x100x75mm
RAM-capaciteit	4096 MB (LPDDR4)	1 GB	Onbekend	2 MB
IP-protectie	Nee	IP20	IP20	IP20
Prijs	€ 62,90 (excl. btw)	€ 197,52 (excl. btw)	€ 149,- (excl. btw)	€ 751,24 (excl. btw)

Tabel 5: Hardware vergelijking

4.3.3 Conclusie

Wanneer een RPI en de UniPi met een PLC van Siemens vergeleken wordt, dan heeft een RPI en de UniPi zowel voordelen als nadelen. In tabel 6 worden de voordelen en nadelen van een RPI ten opzichte van een PLC weergegeven.

	Raspberry Pi 4 Model B		UniPi Neuron S103	
	Voordelen	Nadelen	Voordelen	Nadelen
Prijs	Een RPI is goedkoper (2 tot 12 keer dan een PLC)		Een UniPi is goedkoper (3,75 keer dan de SIMATIC)	Een UniPi is duurder dan een Siemens Logo!
I/O poorten	Een RPI heeft meer I/O pins dan de PLC's (2 tot 3,3 keer)			Een UniPi heeft minder I/O pins dan de PLC's
I/O voltage		Een RPI werkt met lagere I/O voltages dan de PLC's. Namelijk 3,3V en 5V	De UniPi werkt met hogere I/O voltages. Namelijk 24V. Dit is hetzelfde als de PLC's.	
Connectiviteit	Een RPI heeft meer connectiviteit mogelijkheden (USB, Wifi, Bluetooth)			Een UniPi heeft enkel een Ethernet aansluiting. Dit is hetzelfde als de PLC's.
Voormaat	Een RPI heeft het kleinste voormaat.			Een UniPi heeft vrijwel hetzelfde voormaat als de PLC's
IP-protectie		Een RPI heeft geen IP-certificering	De UniPi heeft een IP-20 certificering. Dit is hetzelfde als de PLC's.	
<i>Tabel 6: Voor- en nadelen RPI</i>				

4.4 Deelvraag: Op welke wijze kan een RPI aangestuurd worden vanuit de Cloud werkend op Node-RED?

4.4.1 Wat is Node-Red?

Node-Red is een programmeertools waarmee je hardware apparaten, API's en online services kunt verbinden. De userinterface (UI) bestaat uit een browser editor waarin zogenaamde “flows” gemaakt kunnen worden.

Node-Red bestaat uit een op Node.js gebaseerde runtime waarmee u naar een webbrowser verwijst om toegang te krijgen tot de flow editor. In de browser kan een applicatie gemaakt worden door “nodes” uit het palet naar het werkblad te slepen en ze vervolgens met elkaar te verbinden. Met één klik wordt de applicatie teruggezet naar de runtime waar deze wordt uitgevoerd. Het palet van nodes kan eenvoudig worden uitgebreid door nieuwe nodes te installeren die door de community zijn gemaakt. Daarnaast kunnen de stromen die de gebruiker zelf gemaakt heeft eenvoudig worden gedeeld via een JSON-bestand.

4.4.2 Wat is de cloud?

Cloud computing is de on-demand beschikbaarheid van computers zonder direct actief beheer door de gebruiker. Cloud computing wordt vaak gebruikt voor gegevensopslag en rekenkracht. De term wordt over het algemeen gebruikt om datacenters te beschrijven die beschikbaar zijn voor veel gebruikers via het internet.

4.4.3 Hoe installeer je Node-Red op de cloud en op de Raspberry Pi?

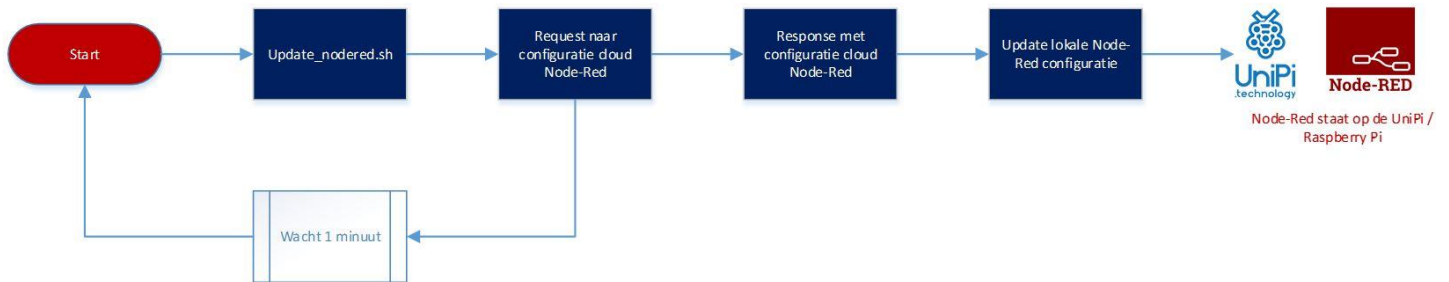
Er zijn verschillende manieren om Node-Red te installeren. Omdat Node-Red gebouwd is met JavaScript, kan Node-Red eenvoudig geïnstalleerd worden met de node package manager (npm). De terminal commando ziet er ongeveer zo uit: 'npm install -g --unsafe-perm node-red'. Dit commando hebben wij op de Raspberry Pi uitgevoerd.

Een andere manier om Node-Red te installeren is via Docker. Docker is een open-source raamwerk waarmee het mogelijk wordt een applicatie in een lichtgewicht, verplaatsbare container te verpakken.

Docker is een aantrekkelijke aanpak, omdat het een motto heeft: ‘Run Here, Run Anywhere’. Docker is ook de industriestandaard van containerisatie en virtualisatie geworden (Docker, sd). Wanneer Node-Red in een Docker container geplaatst wordt, dan zal dit het systeem ontlasten van consistentieproblemen tussen de besturingssystemen (e.g. Windows en Linux). Gelukkig heeft Node-Red een officiële Docker-container die beschikbaar is. De projectgroep heeft Docker gebruikt voor onze Cloud architectuur.

4.4.4 Hoe kun je data synchroniseren tussen Node-Red op de Cloud en Node-Red op een Raspberry Pi?

Er zijn twee primaire methodes van synchronisatie tussen twee devices: One-way en Two-way (ViceVersa, sd). De projectgroep heeft voor een One-way synchronisatie gekozen, omdat het geschikt genoeg lijkt voor ons probleem. Ons aanpak is als volgt: Eerst wordt er een script uitgevoerd op de Raspberry Pi die de configuratie uit de Cloud ophaalt. Vervolgens wordt deze configuratie gebruikt voor de lokale Raspberry Pi. Dit kan gedaan worden via de Node-Red API (Node-RED, sd). Het script wordt om de minuut uitgevoerd. Daarnaast wordt het script via het Linux 'cron' commando uitgevoerd. Een flowchart van het synchronisatie proces is in figuur 4 weergegeven.



Figuur 4 Flowchart synchronisatie proces

Het script dat gebruikt wordt voor de synchronisatie is hieronder weergegeven:

Sync script

```
#!/bin/bash

# Downloads node-red config from cloud
wget http://<IP\_SERVER>:1880/flows -O flows.json

# Updates RPI node-red config
curl -X POST \
  http://localhost:1880/flows \
  -H 'Content-type: application/json' \
  -H 'Node-RED-API-Version: v1' \
  -H 'Node-RED-Deployment-Type: full' \
  --data '@flows.json'

# Deletes the downloaded config
rm flows.json
```

4.4.5 Welke cloud provider kiezen wij?

Volgens (ParkMyCloud, sd) zijn de meest populaire Cloud Providers:

1. Amazon AWS;
2. Microsoft Azure;
3. IBM Cloud;
4. Google Cloud Platform;
5. Alibaba Cloud;
6. Digital Ocean.

Amazon is de grootste speler in de "Cloud markt". Zij hebben het grootste aandeel van de totale Cloud markt. In het algemeen zijn zij het 'go to' cloudplatform wanneer je een Cloud dienst nodig hebt. De projectgroep heeft gekozen voor Google Cloud i.v.m. groepskennis.

4.4.6 Hoe installeer ik Node-Red op een Cloud Provider?

Omdat ons exemplaar van Node-Red binnen een container bestaat, is het installatie proces minimalistisch en simpel. Alle populaire Cloud providers die in het vorige paragraaf zijn opgesomd, bieden een triviale manier aan om Docker-containers te implementeren op een Cloud instantie.

Voor onze use-case gebruiken we Google Cloud. Met Google Cloud ziet de installatie er als volgt uit:

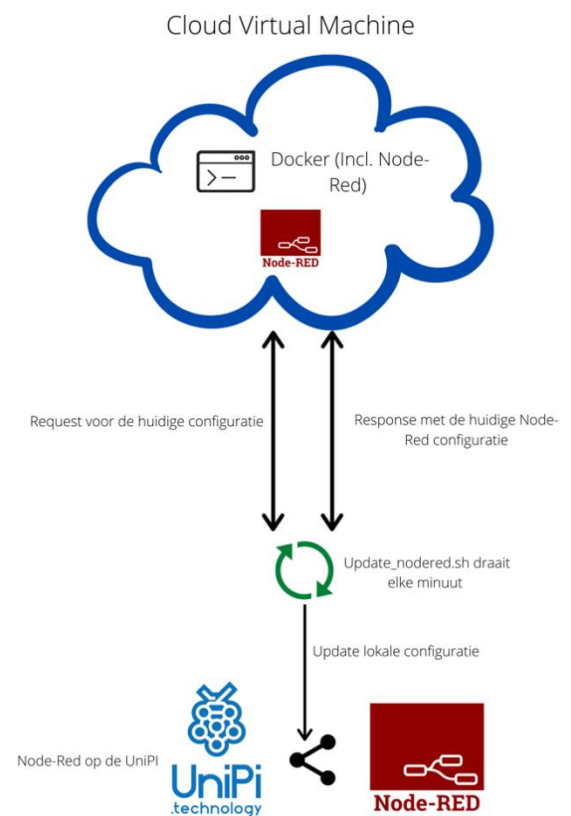
- **Stap 1:** Maak een project aan op het Google Cloud Platform;
- **Stap 2:** Navigeren naar de pagina van de virtuele machine-instantie;
- **Stap 3:** Selecteer een geschikte virtuele machine;
- **Stap 4:** Selecteer de Node-Red Docker container die u wilt uitvoeren;
- **Stap 5:** Start de virtuele machine op (dit zal ertoe leiden dat op de virtuele machine Node-Red geïnstalleerd wordt);
- **Stap 6:** Uw virtuele machine wordt blootgesteld aan een specifiek extern IP-adres die Google Cloud aangeeft;
- **Stap 7:** Navigeer naar het externe IP-adres op poort 1880. Vb. `http://EXAMPLE_IP:1880`;
- **Stap 8:** Mogelijk moet u ook firewallregels configureren om HTTP-verkeer naar de virtuele machine op die specifieke poort toe te staan;
- **Stap 9:** Als alles correct is uitgevoerd, dan zal Node-Red-UI zich op uw beeldscherm tonen.

4.4.7 Conclusie

De deelvraag van dit onderzoek was: *“Op welke wijze kan een RPI aangestuurd worden vanuit de Cloud werkend op Node-RED?”*.

Een RPI kan vanuit de Cloud aangestuurd worden (werkend op Node-Red) door als eerste de installatie stap van paragraaf 4.4.3 en 4.4.6 te volgen. Deze twee stappen installeren Node-Red op een RPI en een Cloud instantie. Nadat het installeren van Node-Red op de RPI en de Cloud gelukt is, dan kan de installatie stap van paragraaf 4.4.5 uitgevoerd worden. Dit installeert een script op de RPI die ervoor zorgt dat de RPI om de minuut met de Cloud synchroniseert en hierbij de Cloud configuratie overneemt.

Het antwoord op de deelvraag van dit onderzoek is in de vorm van een afbeelding in figuur 5 weergegeven.



Figuur 5 Software Architecturale Visie

4.5: Deelvragen 5,6 & 7: Enquête deelvragen

4.5.1 Deelvragen die betrekking hebben tot de enquête.

De enquête die door de projectgroep is verspreid, in samenwerking met RCT-Gelderland, heeft betrekking op het beantwoorden de volgende drie deelvragen:

- Deelvraag: Welke communicatieprotocollen worden gebruikt voor een PLC in de industriële automatisering branche?
- Deelvraag: Welke communicatieprotocollen kunnen worden toegepast op een RPI?
- Deelvraag: Hoeveel belangstellingen is er vanuit de maak-industrie om een PLC te vervangen door een RPI?

Als eerst zal de vooropgestelde criteria besproken worden, toen de enquête nog niet was verspreid. Vervolgens zal er een korte samenvatting komen over de uitvoering van de enquête. Ten slotte, zullen de deelvragen beantwoord worden aan de hand van de enquête.

4.5.2 Criteria enquête

Bedrijfsgrootte

Het onderzoek is gefocust op bedrijven in de maak-industrie. Waarom? Het onderzoek is gericht op het introduceren van een alternatief voor de bestaande PLC's (programmable logic board), namelijk een RPI (Raspberry Pi). De projectgroep wil onderzoeken of een RPI de volledige werking van een PLC kan overnemen, maar hiervoor moeten de communicatieprotocollen in kaart brengen worden gebracht in een bepaalde branches.

De projectgroep onderzoekt eerst de communicatieprotocollen bij kleine en middelgrote bedrijven, omdat een RPI's voornamelijk kostenbesparend zijn en makkelijker te programmeren zijn ten opzichte van een PLC-board. Daarnaast zullen grote bedrijven moeilijk informatie delen, vanwege gevoelige bedrijfsinformatie.

PLC-informatie

De gehele enquête is gebaseerd op het in kaart brengen van de huidige communicatieprotocollen. Hierdoor kunnen we onderzoeken welke protocollen gebruikt worden in een bepaalde industrie of verschillende Industries. Daarnaast vragen wij specificaties van de PLC van de respondent, voornamelijk het merk en communicatieprotocol van de PLC.

4.5.3 Uitvoering van de enquête

Binnen het onderzoek van Icr3ate was de projectgroep op zoek naar respondenten. Eerst heeft onze projectgroep enkele bedrijven per mail benaderd om een enquête in te vullen, echter viel de hoeveelheid respondenten erg tegen. Vervolgens heeft onze opdrachtgever, Manfred van der Voort, een tip gegeven om iemand van zijn netwerk te benaderen, namelijk Sina Salim Via het netwerk van RCT Gelderland. Hierdoor kon de projectgroep meer relevante respondenten benaderen. Hierdoor kon de projectgroep

van enkele naar zestien respondenten stijgen. Eén respondent vertegenwoordigd één bedrijf. De projectgroep kreeg de mogelijkheid om van het volgende gebruik te maken, namelijk:

• Maillijst van relevante respondenten
• LinkedIn respondenten via sociale media post
• Mail kanaal van RCT-Gelderland

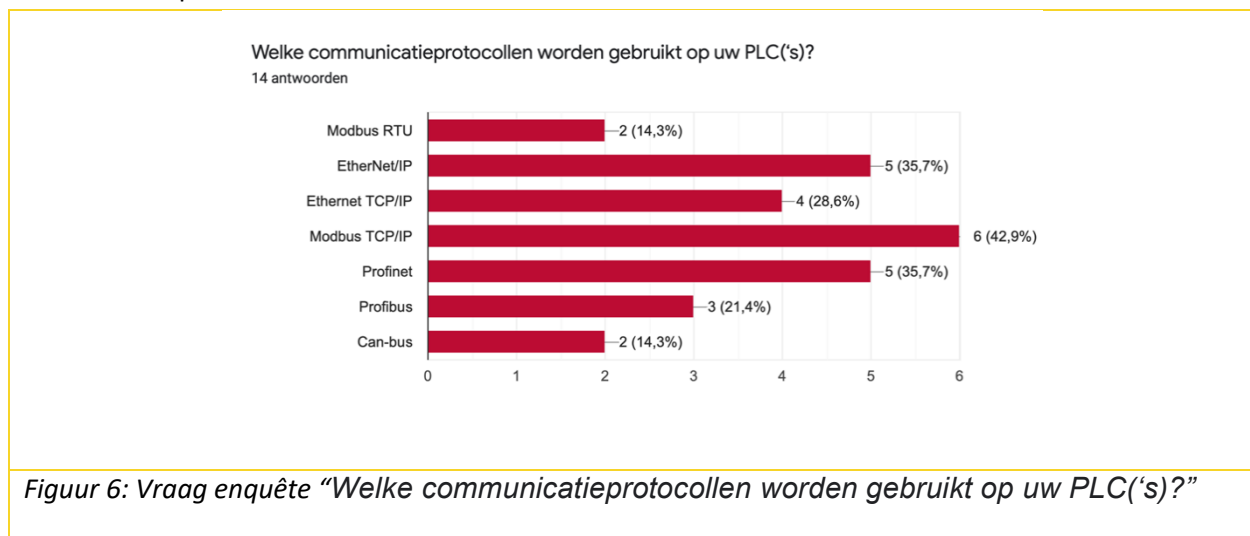
4.5.4 Resultaten van de enquête

De enquête heeft in totaal zestien respondenten kunnen werven. Eén respondent vertegenwoordigd één bedrijf. Vrijwel alle cruciale vragen zijn ingevuld door onze respondenten. Alle antwoorden zijn weergegeven door middel van een cirkel en/of stijfdiagram, zie bijlage 1. De afgelegde enquête, vanuit het perspectief van de respondent, is opgenomen in bijlage 2.

Door de ingezonden antwoorden van onze respondenten kunnen de drie empirische deelvragen beantwoord worden. Alle antwoorden zijn afkomstig uit bijlage 1.

4.5.4.1 Welke communicatieprotocollen worden gebruikt voor een PLC in de industriële automatisering branche?

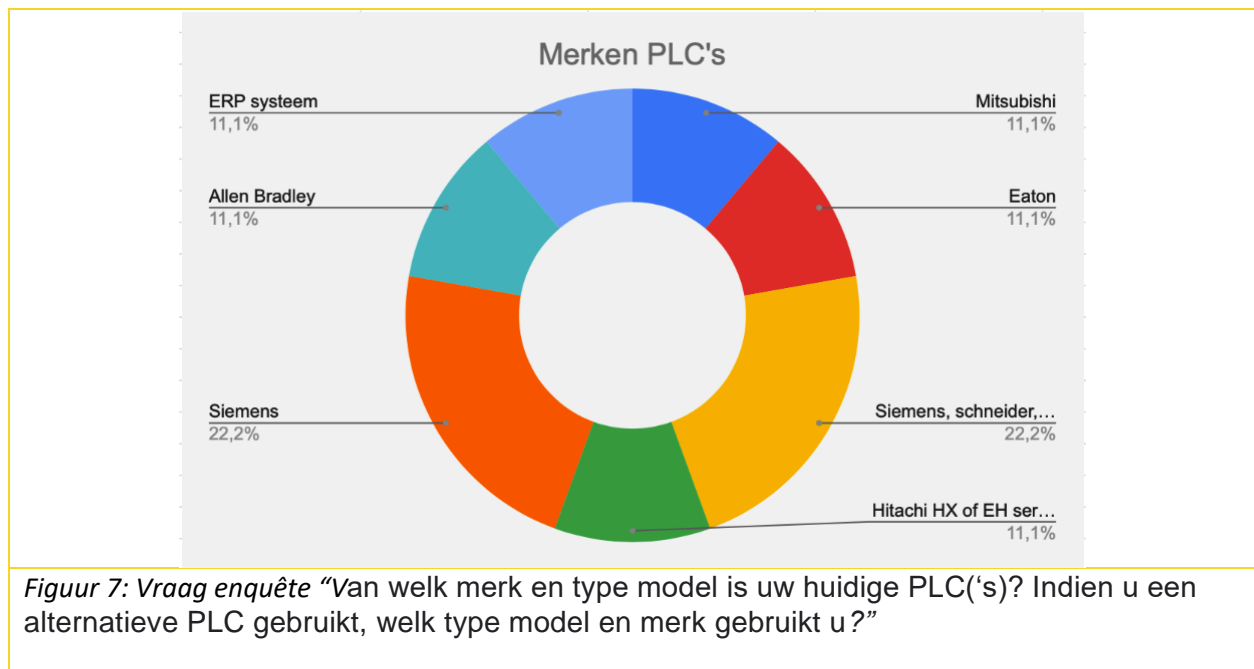
Vanuit ons netwerk hebben we meerdere bedrijven gevraagd welke communicatieprotocol(len) op hun huidige PLC wordt toegepast. Elke meerkeuze optie (communicatieprotocol) is door onze respondenten minimaal twee keer geselecteerd. In figuur 6, staat alle percentages van de gekozen communicatieprotocollen.



De meest gebruikte communicatieprotocol(len) die door de respondenten worden toegepast zijn:

- **Modbus TCP/IP:** Deze optie is gekozen door 42,9% door zes van de zestien respondenten.
- **Profinet:** Deze optie is gekozen door 35,7% door vijf van de zestien respondenten.
- **EtherNet/IP:** Deze optie is gekozen door 25,7% door vijf van de zestien respondenten.

Alle gekozen communicatieprotocollen zijn werkzaam op een bepaald type PLC, oftewel een PLC van een bepaald merk. Alleen de resultaten weergeven dat een bepaald type communicatieprotocol(len) niet hoeven te draaien op een bepaald type merk, omdat de variatie van merken heel erg varieert. De drie grootste merken die gebruikt worden van onze respondenten zijn: Siemens (22,2%), Allen Bradley (11,1%) en ABB (11,1%).



4.5.4.2 Welke communicatieprotocollen kunnen worden toegepast op een RPI?

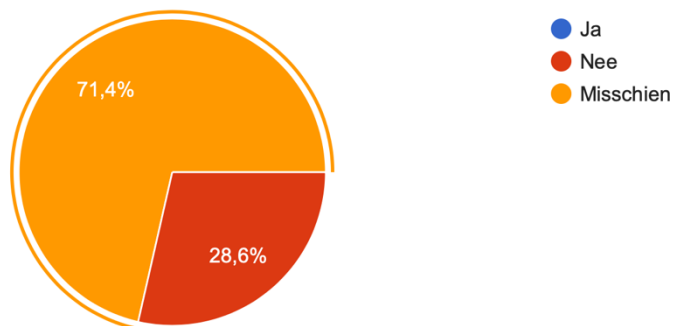
Uit literatuuronderzoek is gebleken dat alle communicatieprotocollen van een PLC, ook overgenomen kunnen worden door een RPI, zie deelvraag 4.2. De projectgroep heeft ook vraag verwerkt binnen de enquête, welke respondenten een PLC, een RPI of een ander systeem gebruiken. Hieruit bleek dat onze respondenten 87,5% in bezit is van een PLC en 12,5% in bezit is van een RPI, zie figuur 8. Deze Twee respondenten gebruiken dus een RPI in het productieproces, beide RPI's waren van de fabrikant 'RevPi'. Beide respondenten (twee respondenten) gebruikten een RevPi met op Ethernet TCP/IP-protocol.



4.5.4.3 Hoeveel belangstellingen is er vanuit de maak-industrie om een PLC te vervangen door een RPI?

Onze zestien respondenten hebben de enquête ingevuld, daarvan hebben viertien respondenten geantwoord op de onderstaande vraag in figuur 9. Hieruit blijkt dat merendeel het 'eventueel' wil overwegen om hun huidige PLC te vervangen voor een RPI, namelijk 71,4%. Daarnaast heeft 28,6% volmondig 'nee' gezegd, wellicht zien sommige bedrijven het voordeel er niet van in of hun huidige processen zijn al goed ingericht met hun huidige PLC. Kortom, merendeel staat er eventueel voor open, mits het dezelfde de functionaliteiten van de huidige PLC kan overnemen.

Stel, een Raspberry Pi (alternatief) zou de volledige functionaliteit van een PLC kunnen overnemen tegen een lagere kostprijs met dezelfde levensduur. Zou u dan een Raspberry Pi overwegen?
14 antwoorden



Figuur 9: Vraag enquête "Stel, een Raspberry Pi (alternatief) zou de volledige functionaliteit van een PLC kunnen overnemen tegen een lagere kostprijs met dezelfde levensduur. Zou u dan een Raspberry Pi overwegen?"

Hoofdstuk 5: conclusie en aanbevelingen

5.1 Conclusie

De hoofdvraag die door de projectgroep is opgesteld voor het project was:

“Hoe kunnen de studenten van de minor Smart Industry bij Icr3ate voor 9 juni 2020 een RPI aansturen vanuit de Cloud werkend op Node-RED, waarbij de RPI een PLC-protocol ondersteund en een alternatief biedt voor een conventionele PLC.”

De studenten van de minor Smart Industry hebben aan de hoofdvraag voldaan door allereerst Node-Red op een RPI en een cloud instantie te installeren. Nadat dit gelukt is, zal er een script op een RPI geïnstalleerd moeten worden. Deze zorgt ervoor dat via “one-way” synchronisatie de Node-Red cloud configuratie overgenomen wordt op de Node-Red RPI configuratie.

Doordat het script op elk apparaat kan werken die bestaat uit een Raspberry Pi architectuur, kan naast een RPI ook bijvoorbeeld een UniPi (industriële RPI) vanuit de cloud aangestuurd worden.

Uit onderzoek is gebleken dat de communicatieprotocollen die de industrie gebruikt veelal Modbus TCP/IP, Profinet en EtherNet/IP zijn. Deze communicatieprotocollen kunnen worden ondersteund door Node-red. De communicatie over de Modbus bij een RPI is mogelijk door de “uitbreiding nodes” te installeren op Node-Red. Uit de enquête is gebleken dat de meerderheid van de respondenten wel openstaat voor de RPI mits de dezelfde functionaliteiten, levensduur en een lagere kostprijs gegarandeerd wordt. Hier zou Icr3ate een rol in kunnen spelen om dit mogelijk te maken.

5.2 Aanbeveling

Volgens de resultaten en de conclusie van de hoofdvraag, kunnen de volgende aanbevelingen worden voorgelegd aan Ice3ate. Deze aanbevelingen hebben betrekking op de hoofdvraag ***“Hoe kunnen de studenten van de minor Smart Industry bij Icr3ate voor 9 juni 2020 een RPI aansturen vanuit de Cloud werkend op Node-RED, waarbij de RPI een PLC-protocol ondersteund en een alternatief biedt voor een conventionele PLC”***. In totaal zijn er vier aanbevelingen voorlegt aan Icr3ate, deze aanbevelingen kunnen worden gebruikt voor toekomstige project werkzaamheden.

5.2.1. Kwalitatief onderzoek naar communicatieprotocollen en een aanvullend marktonderzoek.

Uit onderzoek is naar voren gekomen (enquête) dat merendeel van de respondenten de aanschaf van een Raspberry Pi zou overwegen, mits alle functionaliteiten van een Programmable Logic Board overgenomen kunnen worden. Het advies is dat Icr3ate verder onderzoek verricht naar bedrijven die een Raspberry Pi willen overwegen en/of implementeren in haar bedrijfsprocessen. Daarnaast is het belangrijk om van een grotere groep de communicatieprotocollen in kaart te brengen. Een respondenten groep van zestien bedrijven vertegenwoordigd niet de gehele industrie.

5.2.2. Prototype testen binnen een bedrijfsprocessen

Momenteel is alleen een prototype ontwikkeld die gefocust is op de Cloud architectuur. In de Cloud wordt een applicatie gedraaid genaamd Docker. In Docker staat ook Node-Red geïnstalleerd, door middel van Drag & Drop kan een UniPi aangestuurd worden. Hierdoor is het eventueel mogelijk om machines aan te sturen vanuit de Cloud en door middel van een UniPi. Verder onderzoek is noodzakelijk om de betrouwbaarheid van het prototype te bepalen, oftewel het testen met machines vanuit de Cloud architectuur. Daarnaast kan het testen ook resultaten geven voor het kwantitatieve onderzoek, zodat het prototype nog betrouwbaarder ontwikkeld kan worden.

5.2.3 Prototype verder door ontwikkelen op het gebied van Two-way communicatie

Momenteel verloopt het synchronisatieproces van het eindproduct via One-way communicatie. Dit betekent dat de communicatie tussen de Cloud en de RPI via “één richtingsverkeer” loopt.

Wanneer een fabriek meerdere machines heeft en deze machines gemonitord moeten worden, dan kan het handig zijn dat de huidige status verzameld wordt van elke machine en weergegeven wordt op één userinterface (UI). Voor het verzenden van een machine status naar een UI is een two-way synchronisatie proces nodig.

5.2.4 Marketingstrategie ontwikkelen voor prototype concept Icr3ate

Als het prototype verder is doorontwikkeld tot een echt product, dan is het belangrijk om een marketing strategie te ontwikkelen. De volgende vragen zouden bijvoorbeeld betrekking hebben op de marketing strategie van Icr3ate:

- Marketing vraag 1: Hoe kan Icr3ate het product promoten bij bedrijven?
- Marketing vraag 2: Hoe kan Icr3ate het product eenvoudig implementeren bij bedrijven?
- Marketing vraag 3: Hoe wordt het product geïnstalleerd bij een bedrijf?
- Marketing vraag 4: Welke aftersales service kan Icr3ate aanbieden aan haar cliënten?

Deze vragen zouden potentieel belang kunnen hebben in het bepalen van een marketingstrategie. Voor marketing vraag 2 is een mogelijke oplossing bedacht, die de projectgroep graag wilt voorleggen aan Icr3ate.

Hoe kan Icr3ate het product eenvoudig implementeren bij bedrijven? Icr3ate kan mogelijk een idee plug-and-play aanleveren bij de client. Stel, Icr3ate levert de UniPi bij de Client, vervolgens kan de client het programma installeren aan de hand van een SD-kaart. Deze SD-kaart zorgt ervoor dat de architectuur op de UniPi's wordt geïnstalleerd. Of Icr3ate levert een voor geïnstalleerd UniPi aan met een gebruiksvriendelijke User interface (UI).

Het is geadviseerd om in een aankomend project de marketingstrategie verder uit te werken tot een uitvoerbaar plan.

Bibliografie

- ABB. (z.d.). *ABB*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van ABB: <http://drivecentre.ca/wp-content/uploads/2017/03/ABB-AC500-PLC-full-catalog.pdf>
- Allen Bradley. (z.d.). *Rockwell (Allen Bradley) Step by Step Guide*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Allen Bradley: <http://plcremote.net/category/rockwell-allen-bradley/>
- Atilano, F.-P., & Sergio, M. (2019). Implementation of an Arduino Remote Laboratory with Raspberry Pi. *Electrical & Computer Engineering Department*, 1-4.
- CIA. (z.d.). *CAN knowledge*. Opgeroepen op 28 maart 2020, van History of CAN technology: <https://www.can-cia.org/can-knowledge/can/can-history/>
- Conrad. (z.d.). *Conrad*. Opgeroepen op 30 maart 2020, van Kunbus RevPi: <https://www.conrad.com/search?search=RevPi>
- Delta PLC. (z.d.). *Delta DVP-SE Series*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van deltaacdrives: <https://www.deltaacdrives.com/delta-dvp-se-series/>
- Docker. (z.d.). *Why Docker*. Opgeroepen op 3 juni 2020, van Docker: <https://www.docker.com/why-docker>
- Eaton. (z.d.). *Stuurrelais easyRelais*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Eaton: <http://www.eaton.nl/nederland/Productenoplossingen/Electrical/ProductenServices/AutomatiseringBesturing/Automatiseringbesturingvisualisering/Stuurrelais/easyRelais/index.htm>
- Ferencz, K., & Domokos, J. (2019). Using Node-RED platform in an industrial environment. *Sapientia Hungarian University of Transylvania*, 1-5.
- Hitachi. (z.d.). *Industrial Controller: MICRO-EHV+ Series: Application*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Hitachi: https://www.hitachi-ies.co.jp/english/products/plc/micro_eh/application.htm
- IJETR. (2015). *Raspberry Pi Based Sequential Switching*. IJETR.
- Interact Analysis. (14 mei 2017,). *Who Were the Leading Vendors of Industrial Controls in 2017?* Opgeroepen op 20 mei 2020, van Interact Analysis: <https://www.interactanalysis.com/who-were-the-leading-vendors-of-industrial-controls-plcs-and-dcs-in-2017/>
- Megekko. (z.d.). *Megekko*. Opgeroepen op 6 april 2020, van Raspberry Pi 4 Model B 4GB: https://www.megekko.nl/product/0/264545/Raspberry-Pi-4-Model-B-4GB?r=googleshopping&gclid=CjwKCAjwpqv0BRABEiWA-TySwR1ewPMACgSZJBOb1d9QioVpJdw_3U3vYrmxGzBUoxgnN75KVx-RKHoCM8AQAvD_BwE
- Mitsubishi. (z.d.). *GX RemoteService-I Version2*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Mitsubishi: <https://dl.mitsubishielectric.com/dl/fa/document/manual/plc/sh080465eng/sh080465engf.pdf>
- Mohammed, A.-G. A., Amr, M., Abdulla, A.-A., Xiaojiang, D., & Mohsen, G. (2020). *A Survey of Machine and Deep Learning Methods for Internet of Things (IoT) Security*. Qatar: Qatar University.
- Node-RED. (z.d.). *Low-code programming for event-driven applications*. Opgeroepen op 14 april 2020, van Node-RED: <https://nodered.org/>
- Omron. (z.d.). *Remote Access Made Easy with eWON*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Omron: <https://assets.omron.com/m/489521a4394f9f42/original/eWON-Remote-access-to-NS-HMI-CJ-or-CP-PLCs-Guide.pdf>
- opensource.com. (2020). *What is a Raspberry Pi?* Opgeroepen op 15 mei 2020, van What is a Raspberry Pi?: <https://opensource.com/resources/raspberry-pi>
- ParkMyCloud. (z.d.). *AWS vs Azure vs Google Cloud Market Share 2020*. Opgeroepen op 3 juni 2020, van ParkMyCloud: <https://www.parkmycloud.com/blog/aws-vs-azure-vs-google-cloud-market-share/>

Phoenix contact. (2020). *Visualization*. Opgeroepen op 20 mei 2020, van Phoenix contact:
https://www.phoenixcontact.com/online/portal/us?1dmy&urile=wcm:path:/usen/web/main/products/subcategory_pages/Visualization_P-19-08/05c13d12-0908-4f64-8cdd-0f06ec173856

PLC Remote. (z.d.). *How to Access PLC's Remotely for Support Purposes*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van PLC Remote: <http://plcremote.net/>

Raspberry. (z.d.). *What is a Raspberry Pi?* Opgeroepen op 10 mei 2020, van
<https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/>

Schneider Electric. (14 mei 2020). *Magelis iPC runs Node-RED*. Opgehaald van Magelis iPC runs Node-RED: https://download.schneider-electric.com/files?p_File_Name=998-19900092_GMA-US_Final.pdf

Schneider Electric. (z.d.). *Schneider Electric*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Schneider Electric:
<https://www.se.com/uk/en/work/services/field-services/industrial-automation/maintenance-and-support/ecostruxure-secure-connect-advisor.jsp>

Siemens. (23 juni 2017). *Siemens*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Siemens:
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/64721753/getting-started-with-industrial-remote-communication?dti=0&lc=en-CN>

Siemens. (z.d.). *Siemens PLC's*. Opgeroepen op 6 april 2020, van Siemens PLC's:
<https://new.siemens.com/nl/nl/products/automation/systems/industrial/plc.html>

Sixsigma.nl. (z.d.). *Agile en Kanban*. Opgeroepen op 28 maart 2020, van Sixsigma:
<https://www.sixsigma.nl/artikelen/agile/agile-en-kanban-match-made-heaven/>

Statista. (12 augustus 2018). *Statista*. Opgeroepen op 20 mei 2020, van Programmable logic controllers: global manufacturer market share 2017: <https://www.statista.com/statistics/897201/global-plc-market-share-by-manufacturer/>

Stock, T., & Seliger, G. (2016). 4.0, Opportunities of sustainable manufacturing in industry. In T. Stock, & G. Seliger. Berlin: Elsevier.

Unipi Technology. (z.d.). *Unipi Technology*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Unipi Neuron:
<https://www.unipi.technology/unipi-neuron-s103-p93>

ViceVersa. (z.d.). *ViceVersa*. Opgeroepen op 3 juni 2020, van ViceVersa:
<https://www.tgrmn.com/web/kb/item34.htm>

Wago. (15 oktober 2015). *Wago*. Opgeroepen op 14 mei 2020, van Wago:
<https://www.wago.com/nl/plc-onderhoudopafstand>

Weidmuller. (14 mei 2020). *Weidmuller*. Opgehaald van Weidmuller:
<https://www.weidmuller.com/us/products/electronics-and-automation/controls--plc---u-control>

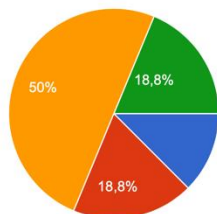
Bijlage 1: Project monitor

Hoofdstukken	In verslag verwerkt	Gecontroleerd			
		Bas	Ryan	Thomas	Jibbe
Samenvatting					
Inleiding					
Probleemstelling					
Onderzoek aanpak					
Deelvraag 1					
Deelvraag 2					
Deelvraag 3					
Deelvraag 4					
Deelvraag 5					
Deelvraag 6					
Deelvraag 7					
Conclusie en aanbeveling					
Bibliografie					
Bijlages					

Bijlage 2: Enquêteresultaten

Vraag: Hoe groot is uw bedrijf?

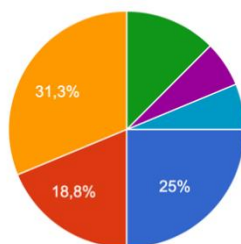
Hoe groot is uw bedrijf?
16 antwoorden



- Micro (1-2 werknemers)
- Klein (1-10 werknemers)
- Midden (10-250 werknemers)
- Groot (meer dan 250 werknemers)

Vraag: In welke industrie bent u momenteel actief? (Bijv. maak-industrie, productie, assemblage, etc.?)

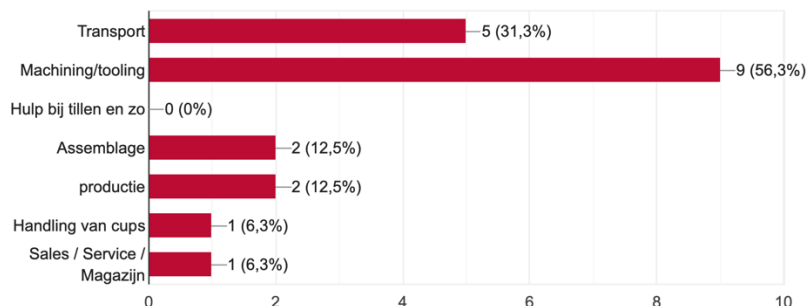
In welke industrie bent u momenteel actief? (Bijv. maak-industrie, productie, assemblage, etc. ?
16 antwoorden



- Productie
- Food en chemie
- Maak-industrie
- Installatie bedrijf
- Verkoop/advies, service en productie van efficiënte elektrische graafmachines
- verkoop

Vraag: Voor welke toepassingen heeft u een fysiek automatiseringssysteem?

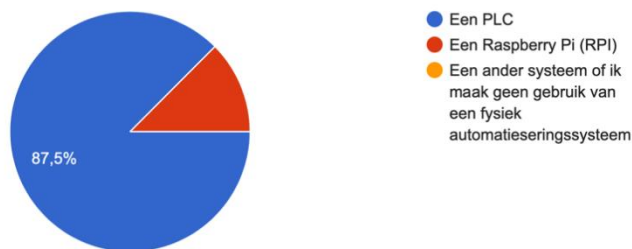
Voor welke toepassingen heeft u een fysiek automatiseringssysteem?
16 antwoorden



Vraag: Van welk automatiseringssysteem maakt u gebruik?

Van Welk automatiseringssysteem maakt u gebruik?

16 antwoorden

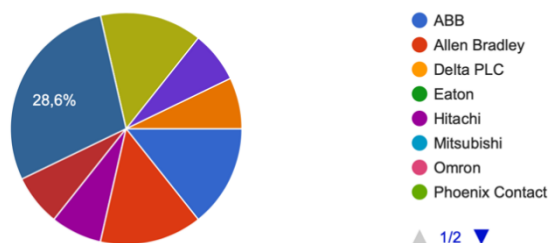


Vraag:

Van welk merk en type model is uw huidige PLC('s)? Indien u een alternatieve PLC gebruikt, welk type model en merk gebruikt u?

Van welk merk en type model is uw huidige PLC('s)? Indien u een alternatieve PLC gebruikt, welk type model en merk gebruikt u?

14 antwoorden

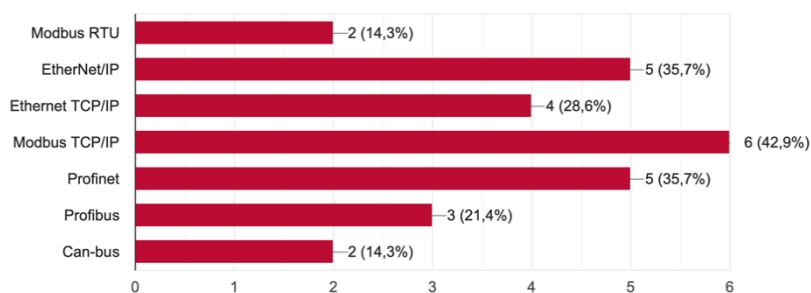


Vraag:

Welke communicatieprotocollen worden gebruikt op uw PLC('s)?

Welke communicatieprotocollen worden gebruikt op uw PLC('s)?

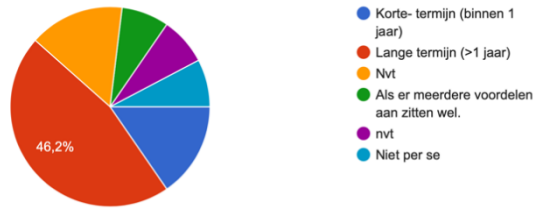
14 antwoorden



Vraag:

Zou u op de korte- of lange termijn een alternatief willen gebruiken ter vervanging van uw huidige PLC? (Bijv. Om sneller omsteltijden bereiken in een serieproductie)

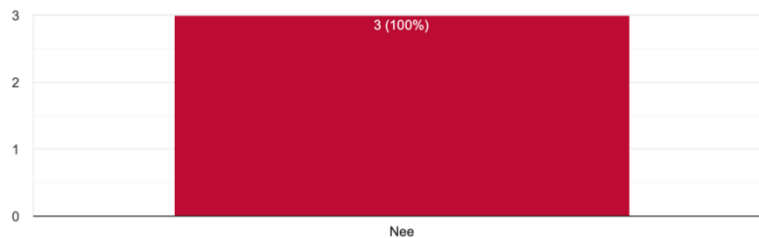
Zou u op de korte- of lange termijn een alternatief willen gebruiken ter vervanging van uw huidige PLC? (Bijv. Om sneller omsteltijden bereiken in een serieproductie)
13 antwoorden



Vraag:

Wordt uw proces gehinderd door het gebruik van een PLC? Zo 'ja', beschrijft uw probleem kort.

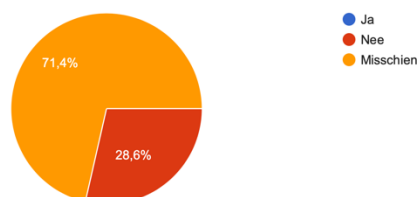
Wordt uw proces gehinderd door het gebruik van een PLC? Zo 'ja', beschrijft uw probleem kort.
3 antwoorden



Vraag:

Stel, een Raspberry Pi (alternatief) zou de volledige functionaliteit van een PLC kunnen overnemen tegen een lagere kostprijs met dezelfde levensduur. Zou u dan een Raspberry Pi overwegen?

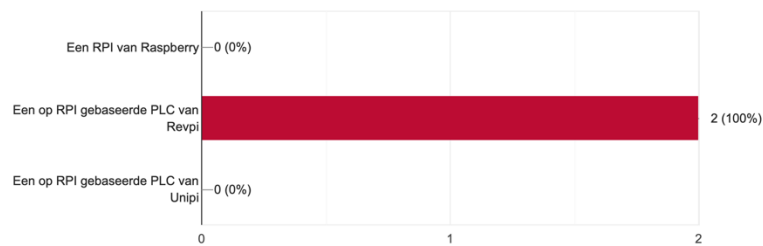
Stel, een Raspberry Pi (alternatief) zou de volledige functionaliteit van een PLC kunnen overnemen tegen een lagere kostprijs met dezelfde levensduur. Zou u dan een Raspberry Pi overwegen?
14 antwoorden



Vraag: Van Welke Raspberry-pi systemen maakt u dan gebruik?

Van Welke Raspberry-pi systemen maakt u dan gebruik?

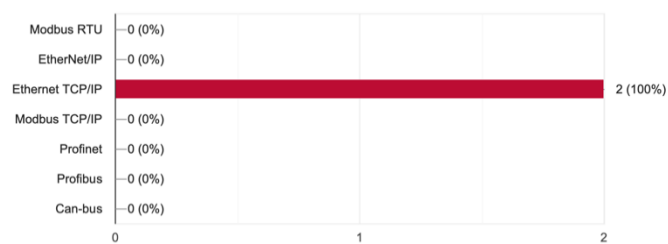
2 antwoorden



Vraag: Van welke communicatieprotocollen maakt u gebruik?

van welke communicatie protocollen maakt u gebruik?

2 antwoorden



Vraag: Van welk systeem maakt u dan gebruik?

Geen antwoorden (N.V.T.)

Vraag: Welke communicatieprotocollen maakt u gebruik om de systemen samen te laten werken?

Geen antwoorden (N.V.T.)

Vraag: Stel, een Raspberry Pi (alternatief) zou de volledige functionaliteit van een PLC kunnen overnemen tegen een lagere kostprijs met dezelfde levensduur. Zou u dan een Raspberry Pi overwegen?

Geen antwoorden (N.V.T.)

Bijlage 3: Enquête voorbeeld (perspectief van de respondent)

Sectie1: Algemene info

Enquête PLC communicatie protocollen



Geachte heer, mevrouw,

Wij zijn een projectgroep van de Minor Smart Industry aan de Hogeschool van Arnhem Nijmegen (HAN) en we willen graag meer weten over de communicatieprotocollen die gebruikt worden op een Programmable Logic Board (PLC)*. Wij sturen deze enquête naar meerdere bedrijven, zodat we een duidelijk beeld kunnen schetsen welke communicatieprotocollen gebruikt worden in het productieproces.

De projectgroep van de Hogeschool van Arnhem Nijmegen (HAN) heeft in samenwerking met RCT Gelderland een enquête opgesteld. Alle verkregen informatie zullen uitsluitend verwerkt worden voor onderwijsdoeleinde.

Wij zouden het erg waarderen als u onze enquête kan invullen! Het invullen van de enquête wordt geschat op 1-3 minuten. U kunt de enquête invullen deze desbetreffende mail en vervolgens retour sturen.

Alvast bedankt voor uw medewerking!

Klik hier om de enquête te starten: <https://forms.gle/akgUNU4m5kAyHi8o7>

Met vriendelijke groet,

Bas Waters, Jibbe Kelderman, Thomas de Vries en Ryan Susanna (Projectgroep HAN) & RCT Gelderland.

*Een programmable logic controller (PLC) is een elektronisch apparaat met een microprocessor, dat op basis van de informatie op zijn diverse ingangen zijn uitgangen aanstuurt. In de industrie worden machines vaak aangestuurd met PLC's en die zijn daarmee een belangrijk onderdeel in de automatisering. https://nl.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller

**Uitleg communicatieprotocol: De PLC communiceert met andere PLC's en andere hardware via verschillende communicatiesystemen een voorbeeld is de Mod-bus en de CAN-bus. Deze communicatiesystemen hebben ook protocollen.

*** Uitleg Raspberry Pi (RPI): Een Raspberry Pi is de naam van een serie microcomputers die ontwikkeld zijn door het Raspberry Pi Foundation. Deze microcomputers kunnen met extensies het zelfde als een PLC alleen de basis van een RPI lijkt meer op die van een normale personal computer (PC). Er zijn bedrijven die een PLC bouwen op basis van een RPI. De Uni-Pi en de RevPi zijn hier voorbeelden van.

Sectie 2: Bedrijfsinformatie

Algemene bedrijfsinformatie

Beschrijving (optioneel)

Hoe groot is uw bedrijf?

☐ Micro (1-2 werknemers)

☐ Klein (1-10 werknemers)

☐ Midden (10-250 werknemers)

☐ Groot (meer dan 250 werknemers)

In welke industrie bent u momenteel actief? (Bijv. maak-industrie, productie, assemblage, etc. ?)

☐ Productie

☐ Food en chemie

☐ Maak-industrie

☐ Anders...

Voor welke toepassingen heeft u een fysiek automatiseringssysteem?

☐ Transport

☐ Machining/tooling

☐ Hulp bij tillen en zo

Voor welke toepassingen heeft u een fysiek automatiseringssysteem?

☐ Transport

☐ Machining/tooling

☐ Hulp bij tillen en zo

☐ Assemblage

☐ Anders...

Van Welk automatiseringssysteem maakt u gebruik?

☐ Een PLC

☐ Een Raspberry Pi (RPI)

☐ Een ander systeem of ik maak geen gebruik van een fysiek automatiseringssysteem

Sectie 3: Automatisering systeem 'PLC'

PLC-informatie

Beschrijving (optioneel)

Van welk merk en type model is uw huidige PLC(s)? Indien u een alternatieve PLC gebruikt, welk type model en merk gebruikt u?

- ☐ ABB
- ☐ Allen Bradley
- ☐ Delta PLC
- ☐ Eaton
- ☐ Hitachi
- ☐ Mitsubishi
- ☐ Omron
- ☐ Phoenix Contact
- ☐ Schneider Electric
- ☐ Siemens
- ☐ Wago
- ☐ Weidmüller
- ☐ Anders...

Welke communicatieprotocollen worden gebruikt op uw PLC(s)?

- ☐ Modbus RTU
- ☐ EtherNet/IP
- ☐ Ethernet TCP/IP
- ☐ Modbus TCP/IP
- ☐ Profinet
- ☐ Profibus
- ☐ Can-bus
- ☐ Anders...

Zou u op de korte- of lange termijn een alternatief willen gebruiken ter vervanging van uw huidige PLC? (Bijv. Om sneller omsteltijden bereiken in een serieproductie)

- ☐ Korte termijn (binnen 1 jaar)
- ☐ Lange termijn (>1 jaar)
- ☐ Anders...

Wordt uw proces gehinderd door het gebruik van een PLC? Zo 'ja', beschrijft uw probleem kort.

Korte antwoordtekst

Stel, een Raspberry Pi (alternatief) zou de volledige functionaliteit van een PLC kunnen overnemen tegen een lagere kostprijs met dezelfde levensduur. Zou u dan een Raspberry Pi overwegen?

- ☐ Ja
- ☐ Nee
- ☐ Misschien

Sectie 4: Automatisering systeem 'RPI'

Sectie 4 van 6

RPI

Beschrijving (optioneel)

Van Welke Raspberry-pi systemen maakt u dan gebruik?

☐ Een RPI van Raspberry

☐ Een op RPI gebaseerde PLC van Revpi

☐ Een op RPI gebaseerde PLC van Unipi

☐ Anders...

van welke communicatie protocollen maakt u gebruik?

☐ Modbus RTU

☐ EtherNet/IP

☐ Ethernet TCP/IP

☐ Modbus TCP/IP

☐ Profinet

☐ Profibus

☐ Can-bus

☐ Anders...

Sectie 5: Automatisering systeem 'ander systeem'

een ander systeem

Wanneer u geen gebruik maakt van een fysiek automatiseringssysteem kunt u deze vragen overslaan

van welk systeem maakt u dan gebruik?

Korte antwoordtekst

Welke communicatie protocollen maakt u gebruik om de systemen samen te laten werken?

☐ Modbus RTU

☐ EtherNet/IP

☐ Ethernet TCP/IP

☐ Modbus TCP/IP

☐ Profinet

☐ Profibus

☐ Can-bus

☐ Anders...

Stel, een Raspberry Pi (alternatief) zou de volledige functionaliteit van een PLC kunnen overnemen tegen een lagere kostprijs met dezelfde levensduur. Zou u dan een Raspberry Pi overwegen?

☐ Ja

☐ Nee

☐ Misschien

Sectie 6: Afsluiting

Bedankt!



Wij willen graag de respondenten bedanken voor hun deelname, namens de projectgroep van de Hogeschool van Arnhem Nijmegen en RCT Gelderland. Hiervoor willen de studenten graag een infographic delen, wanneer het project definitief is afgerond. Een Infographic geeft een informatieve weergave van verschillende objecten met een combinatie van tekst en beeld. Met deze Infographic pitchen wij ons idee en kunt u onze opdrachtgever (lcr3ate) benaderen, mocht u geïnteresseerd in het idee van lcr3ate.

Wilt u een rapportage ontvangen van onze onderzoeksresultaten? Op welk e-mail adres kunnen we deze gegevens aan u toesturen? Indien er geen belangstelling is, dan hoeft u deze vraag niet in te vullen.

Tekst lang antwoord

Wij zijn benieuwd wie onze respondenten zijn. Vanuit welk bedrijf bent u actief? Indien u liever anoniem wilt blijven, graag het invul veld leeg laten. In ieder geval, bedankt voor het invullen van onze

Tekst lang antwoord