

CUSTOMER CASE
UPDATEN OP GROTE SCHAAL
MET MMN



**MANAGED
MACHINE
NETWORK**

Inleiding

Deze customer case beschrijft de situatie waarin meer dan 200 Schneider Electric PLC's tegelijkertijd van nieuwe software moeten worden voorzien. We gaan in op de uitdagingen die komen kijken bij zo een update op grote schaal en uiteraard beschrijven we hoe MMN hiervoor de oplossing biedt.

Het updaten van een PLC kan op dit moment alleen handmatig en één site tegelijk. De software moet hiervoor handmatig worden ingeladen door contact op te bouwen via VPN of direct op locatie. Hierna wordt een controle uitgevoerd of de PLC weer draait en alle systemen weer werken. Dit proces duurt gemiddeld 15 tot 20 minuten per PLC en wordt meestal door de PLC programmeur/engineer uitgevoerd.

Als we dit op grote schaal willen doen dan lopen we tegen een aantal uitdagingen aan:

- Beperkte capaciteit van ervaren engineers en programmeurs. Bij een update op 200+ PLC's kost dit snel al 50 tot 70 uur.
- Kans op fouten bij implementatie.
- Toegang tot alle PLC's.

Om de bovenstaande uitdagingen op te lossen moeten we het gehele proces automatiseren.

Het proces

Het proces bestaat uit de volgende onderdelen:

1. **De verbinding**
2. **Updatescript**
3. **Upload met FTP**
4. **Vorbereiden PLC**
5. **Even geduld aub...**
6. **Status van de update**

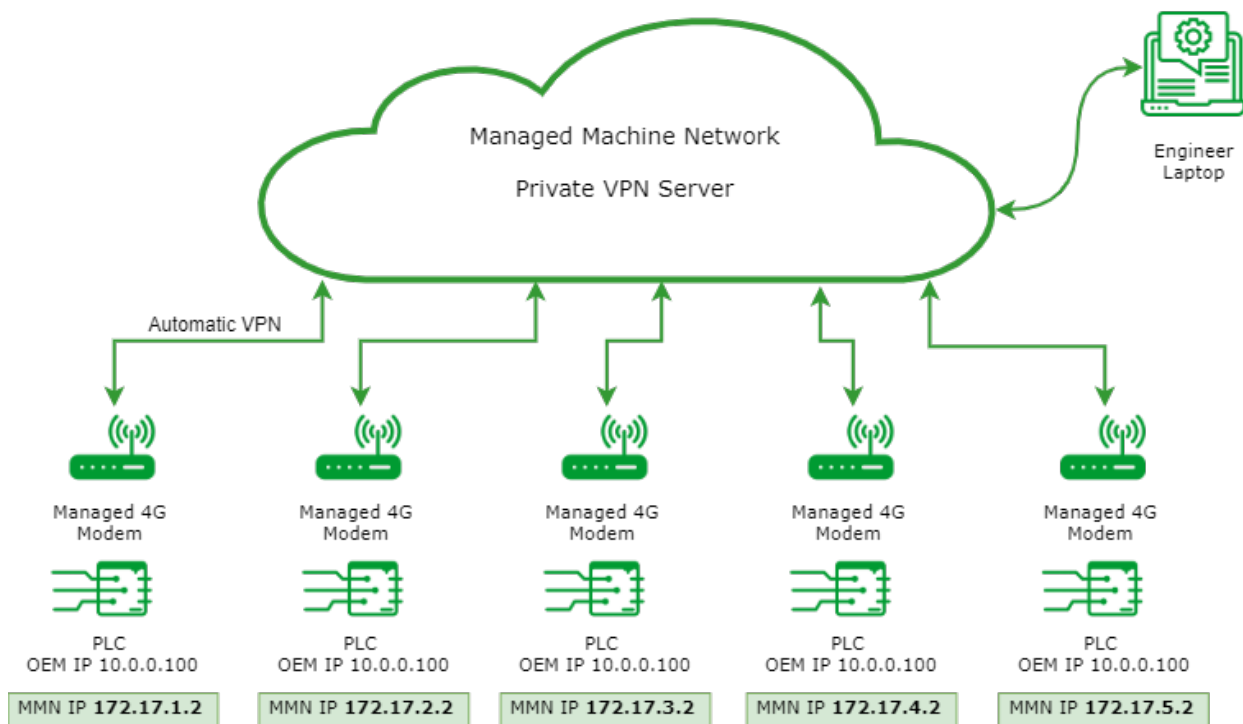
1. De verbinding

De eerste uitdaging is een netwerk van de PLC's te realiseren waarmee een update op deze schaal mogelijk wordt. Er moet immers een realtime bi-directionele verbinding zijn met alle PLC's tegelijk. Deze PLC's kunnen bovendien overal ter wereld staan.

Hiervoor maken we gebruik van modems van Managed Machine Network (MMN). Dit modem is een black-box en kan eenvoudig vanuit de doos op de machinelocatie met een netwerkkabel worden aangesloten op het machinenetwerk of direct op de PLC, hiervoor is geen IT-kennis vereist.

Het MMN-modem maakt automatisch een VPN-verbinding waarbij elk aangesloten apparaat zoals een PLC of HMI een uniek IP-adres krijgt. Hierbij maakt het niet uit dat er meer PLC's zijn met hetzelfde IP-adres zoals gebruikelijk is bij veel machine-installaties.

Na het aansluiten van het modem is de PLC een onderdeel geworden van een groot netwerk. Vanuit de laptop kan een VPN-verbinding worden opgebouwd met dit netwerk en kan het echte werk beginnen.



2. Updatescript

Om een PLC handmatig te updaten is vaak een programma geïnstalleerd op de computer of laptop van de engineer zoals SoMachine (Machine Expert). De engineer laadt de programmacode in en maakt een netwerkverbinding met de PLC. De engineer voert een upload uit vanuit de applicatie naar de PLC. Als de verbinding halverwege de upload onderbroken wordt dan is de uitkomst van deze update onbekend waardoor er mogelijk een factory reset nodig is.

Dit proces is niet schaalbaar en moet daarom geautomatiseerd worden. Hieronder vertellen we hoe we dit proces geautomatiseerd hebben met een script.

Voordat een script een PLC kan updaten moet de updatefile waarin de nieuwe programmacode zit voorbereid en klaargezet worden in de scriptfolder.

File Transfer Protocol

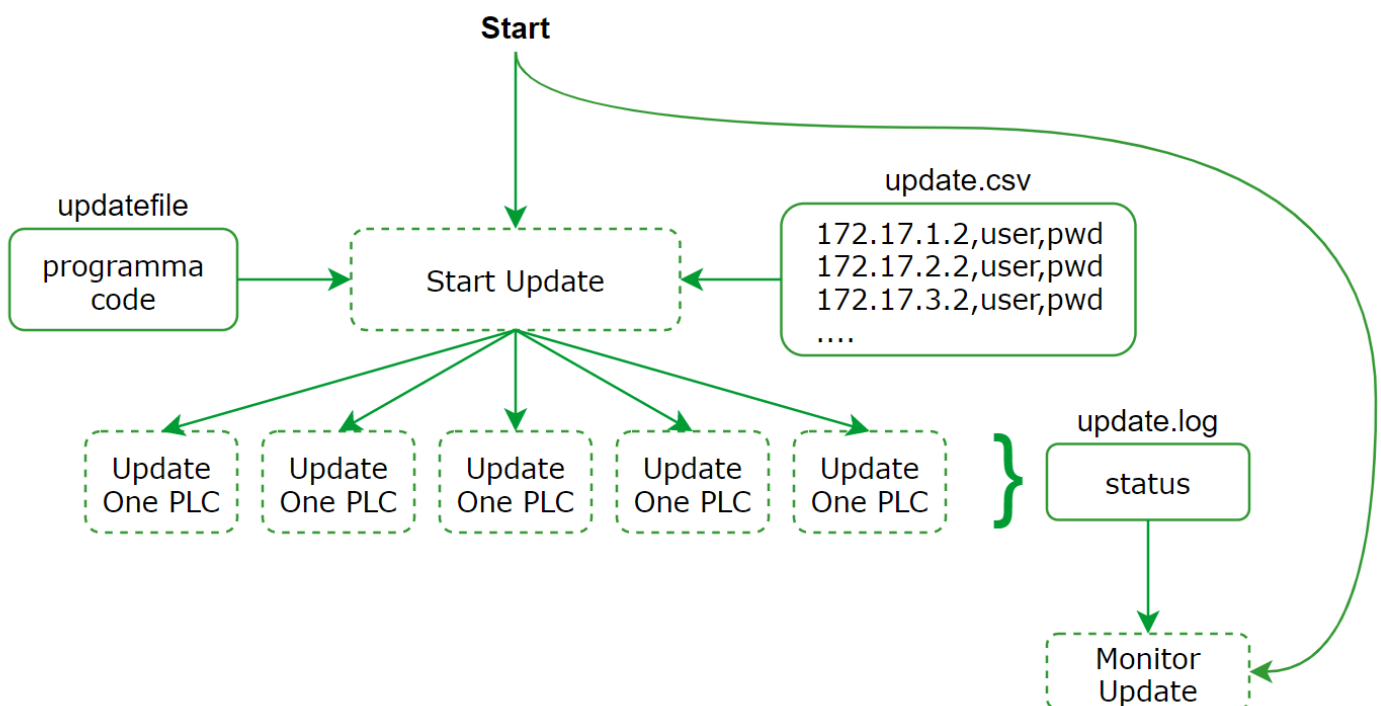
Voor het updaten op afstand is gekozen om een bestand klaar te zetten op de SD-kaart van de PLC via FTP. FTP staat voor File Transfer Protocol en is een Open Standaard. Het protocol wordt door bijna door elk apparaat ondersteund en daarom biedt dit script ook de mogelijkheid om dit met een paar kleine aanpassingen voor andere apparaten te gebruiken.

Goed om te weten

Dankzij het MMN-netwerk is de verbinding automatisch beveiligd en hoeven we ons niet druk te maken over S(ecure)FTP met beveiligingscertificaten. We kunnen gewoon FTP gebruiken.

Het proces

Het proces bestaat uit drie scripts en een configuratiebestand *update.csv*. In het configuratiebestand worden kommagescheiden per regel de gegevens die nodig zijn voor de verbinding opgeslagen. Denk hierbij aan het IP-adres van de PLC in het MMN-netwerk, de gebruikersnaam en het wachtwoord.



De scripts

startUpdate.bat [update.csv] [updatefile]

Dit script ontvangt als parameter een lijst met IP-adressen van de PLC's die de update gaan uitvoeren. Elke PLC heeft een eigen extra uniek IP-adres gekregen in het Manager Portal van MMN. Dit adres gebruiken we in het configuratie-bestand.

Het script start vervolgens een aantal keer (voor elke PLC die moet worden geüpdatet) een ander script genaamd *updateOnePLC.bat* en geeft als parameter de gegevens mee voor het updaten van een PLC. Deze gegevens haalt hij uit het configuratiebestand.

updateOnePLC.bat [ipadres] [user] [pwd] [updatefile]

Dit script kan één enkele PLC updaten en ontvangt een IP-adres, gebruiker, password en updatebestand als parameters.

Met dit script kan de upload naar één PLC ook worden getest voordat het startUpdate script wordt gestart en alle PLC's worden geüpdatet.

monitorUpdate.bat

Het derde en laatste script wordt in een apart venster gestart. Het controleert de status van alle uploads en geeft inzicht in het totale proces door de status van elke PLC overzichtelijk weer te geven in een tabel die continu verversst.

3. Upload met FTP

De PLC heeft een FTP-server waarvan de gebruikersnaam en wachtwoord bekend zijn in het updatescript.

Zodra het **updateOnePLC.bat** script is gestart wordt gedurende het gehele updateproces de status bijgehouden in een *update.log* bestand per PLC. Hierin wordt de huidige status van de update vermeld.

Het **monitorUpdate.bat** script gebruikt deze inhoud om de totale status van alle updates overzichtelijk weer te geven.

Het **updateOnePLC.bat** script start de update door een FTP-verbinding op te bouwen en automatisch het updatebestand te uploaden naar de PLC. Het bestand wordt opgeslagen op een SD-kaart in de PLC.

Zodra dit is afgerond wordt hetzelfde bestand weer gedownload vanuit de PLC om deze te vergelijken met de updatefile. Als het bestand exact hetzelfde is dan is de upload gelukt en kan de update worden gestart op de PLC.

De update wordt gestart door een opdracht te geven aan de PLC via Modbus TCP. Een updaterroutine in de PLC herkent de Modbus-opdracht en plaatst het updatebestand in het flashgeheugen. Hierna wordt de PLC herstart en wordt het nieuwe programma ingeladen.

4. Voorbereiden PLC

Voordat een PLC kan worden voorzien van een update moet de PLC de werkzaamheden netjes afsluiten en alle variabelen opslaan zodat deze na de update weer geladen kunnen worden. Deze routine is onderdeel van het actieve programma. Dit betekent dat je niet zomaar elke PLC kan updaten. De PLC moet hiervoor zijn voorbereid en heeft een actieve rol in de update.

Updateroutine

De PLC kijkt regelmatig of hij een opdracht krijgt om zichzelf te herstarten. Zodra het updatebestand is gecontroleerd wordt er via Modbus een *reset* commando verstuurd naar de PLC.

De PLC ontvangt het commando via Modbus en gaat de herstartprocedure voorbereiden. Als eerste schrijft hij het updatebestand naar het flashgeheugen samen met twee andere configuratie bestanden.

De machine wordt gestopt en alle gegevens worden veilig weggeschreven voordat de herstart wordt uitgevoerd.

De PLC geeft aan dat de herstart is gestart door een bestand in de FTP-folder te zetten genaamd *rebooting.cmd*. Hiermee geeft de PLC aan dat het commando is ontvangen, de PLC veilig is afgesloten en de herstart wordt uitgevoerd.

Hoewel dit bestand niet leesbaar is terwijl de PLC aan het herstarten is wordt hiermee de status wel zichtbaar zodra de PLC weer online is.

5. Even geduld aub...

Het updatescript heeft het *reset* commando via Modbus verstuurd en wacht totdat de PLC is herstart.

Gedurende de herstart wordt het nieuwe programma ingeladen en is de PLC tijdelijk onbereikbaar. Het script heeft een directe verbinding en kan zien dat de PLC tijdelijk niet reageert. Zodra de PLC weer online komt zal het script opnieuw een FTP-verbinding opbouwen en controleren of de update is gelukt.

Hoe weten we of de procedure is gelukt?

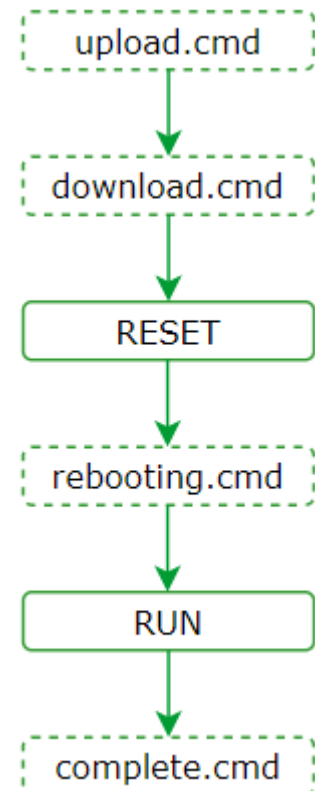
Dit is eenvoudiger dan je denkt. Als de updateprocedure is gelukt wordt het nieuwe programma ingeladen. In een procedure of functieblok dat automatisch wordt gestart wordt het bestand *rebooting.cmd* hernoemd naar *complete.cmd*.

Hiermee bevestigt de PLC dat de updateprocedure is gelukt en het nieuwe programma succesvol is opgestart.

Als de PLC na de herstart bereikbaar is en het *rebooting.cmd* nog niet is aangepast in *complete.cmd* dan zal het script het programma automatisch starten door een *run* commando te sturen via Modbus. De PLC heeft systeem-Modbus-registers om een programma te starten en te stoppen.

Hiermee wordt het programma gestart en de procedure afgerond. Het *rebooting.cmd* wordt hernoemd naar *complete.cmd*

Het script zal nu de update- en statusfiles verwijderen van de PLC.



6. Status van de update

Het *checkUpdate.bat* script verzamelt alle statusbestanden en maakt een overzicht waarin per PLC duidelijk de status te zien is:

172.17.1.2	Update Complete (<i>complete.cmd</i>)
172.17.2.2	Waiting for reset to complete (<i>rebooting.cmd</i>)
172.17.3.2	Comparing upload vs download (verify)
172.17.4.2	FTP Update Downloading... (<i>download.cmd</i>)
172.17.5.2	FTP Update Uploading... (<i>upload.cmd</i>)

Het kan natuurlijk gebeuren dat een update mislukt. Het script kan dit detecteren doordat het bestand *rebooting.cmd* niet wordt hernoemd naar *complete.cmd* en het modbus *run* commando.

In dit uitzonderlijke geval kan via MMN eenvoudig een verbinding worden gemaakt terwijl de andere updates doorlopen. Het probleem kan dan geanalyseerd en opgelost worden.

Functionaliteit uitbreiden

De updatescripts in deze customer case zijn nog redelijk eenvoudig. Een updateprocedure kan nog worden uitgebreid met:

- Percentages van de upload en download
- Beheer van softwareversies
- Extra controles in het proces
- Opnieuw proberen als het mislukt

De systeem-Modbus-registers van de PLC hebben bovendien nog veel meer mogelijkheden om de status van een PLC inzichtelijk te maken in een dashboard.

Test-Driven Development

Denk ook eens aan Test-Driven Development voor PLC's. Hierbij wordt een test geschreven waarvan de uitkomst bekend is. De PLC start de test en als het resultaat afwijkt dan is er mogelijk in een van de afhankelijke functieblokken een fout ontstaan tijdens het programmeren van de update.

Hiermee voorkom je dat je per ongeluk een foute update naar meerdere PLC's stuurt. Het kan ook voorkomen dat een PLC na de update start met een foutief programma en netjes meldt dat de 'test' is mislukt en de machine niet wordt gestart totdat het probleem is opgelost.

Methodiek

We hebben de Schneider Electric PLC's succesvol op afstand kunnen updaten. Vijf PLC's waren in Amsterdam via vijf afzonderlijke modems aangesloten. Het gehele proces is getest en geverifieerd. Weliswaar hebben we in deze customer case geen 200+ PLC's van een update voorzien maar de test geeft alle vertrouwen dat met MMN en de beschreven werkwijze dit geen probleem is.

Het unieke netwerk van MMN waarbij alle aangesloten apparaten zoals PLC's simultaan geüpdatet worden, is ook uitgebreid getest. Het PLC-programma met de 'update functie' werd naar alle PLC's geüpload en het automatische proces kon getest worden. Uiteraard ging dit niet in één keer goed. Om het proces stabiel te krijgen is bijvoorbeeld de upload/ download combinatie bedacht om er zeker van te zijn dat het updatebestand betrouwbaar is.

Door het succes van deze test zijn we klaar voor de toekomst waarin de levenscyclus van een machine verlengd wordt. Wij zijn klaar voor Machine as a Service (MaaS).

Meer weten over dit proces en de mogelijkheden voor uw eigen organisatie? Neem contact op en wij helpen u graag met de implementatie.

Sources

Managed Machine Network <https://machinenetwork.io/>
Schneider Electric <https://www.se.com/nl/nl/>