

Werkschakelaars en LoTo(To)

Correct uit is het nieuwe in - II

In dit vervolgartikel komt de regelgeving voor het in- of uitschakelen aan de orde. De 'stand der techniek' die in de betreffende normen verder is uitgewerkt is een invulling van de regelgeving. Tevens wordt in dit artikel ingegaan op de werking van de schakeling en de bijbehorende principe schema's getoond. Desondanks zijn er nog details die niet zijn vermeld, maar wel relevant zijn voor de veiligheid.

Daarom nogmaals de nadruk op de waarschuwing

(onderaan de pagina) uit deel I.

Doel van de werkschakelaar

Paul Hoogerkamp en
Pouw Jongbloed

Een (nood)stop, hek- of toerentalbewaking heeft als doel de machine te stoppen en in een niet gevaarlijke toestand te brengen. Een werkschakelaar zorgt er ook voor dat de machine in een niet gevaarlijke toestand komt. Toch is er verschil tussen deze manieren van 'stopzetting'. Hoewel dit enorm onderschat wordt is er wel degelijk een verschil tussen een veiligheidsfunctie die gebaseerd is op een *actieve* machine of *niet-actieve* machine. Het niet onderkennen van dit verschil is mede veroorzaakt doordat in het verleden in de NEN 1010-norm de werkschakelaar in de stroomkring ondanks zijn beperkingen, als voldoende werd geacht voor alle soorten mechanische werkzaamheden. Deze genomen maatregel was totaal niet gebaseerd op een gedegen risicobeoordeling; de werkelijkheid is anders.

De risico's van een actieve machine die (tijdelijk) is gestopt, verschilt van een machine die buitenbedrijf is gesteld. Het tussen de rotorbladen van pomp (afbeelding 1) kruipen om een verstopping te verhelpen of het uitvoeren van laswerkzaamheden op basis van slechts een ingedrukte noodstop, staat in geen verhouding tot een spanningsloos gemaakte machine die eventueel ook nog aanvullend mechanisch is geborgd. De norm over werkschakelaars (EN-ISO 14118) maakt dat door middel van een schema (afbeelding 2) duidelijk.

Vertrouwen op een veiligheids-PLC (SIL 3) met de signaalgever aan het begin van de installatie is altijd minder betrouwbaar dan het loskoppelen van het pompdeel ten opzichte van de aandrijfmotor. (Overigens is dat niet redundant, maar wel effectief!). Afhankelijk van het risico is er natuurlijk ook nog de



Afbeelding 1. Uitschakelen door stoppen of uit bedrijf nemen?



Waarschuwing

De auteurs willen er nadrukkelijk op wijzen dat het klakkeloos nabouwen zonder de noodzakelijke achtergrond informatie van de getoonde schema's of afbeeldingen leidt tot gevaarlijke situaties. Zelfs indien men over de nodige kennis op elektrisch gebied beschikt is dit geen garantie voor de in de schakeling verborgen veiligheidsmaatregelen correct worden toegepast. Voor mogelijke gevolgen indien deze waarschuwing wordt genegeerd wordt door de auteurs en MYbusinessmedia geen enkele aansprakelijkheid aanvaard.

mogelijkheid voor het uitschakelen van de voeding en daarmee het blokkeren van de energietoevoer. Minder bekend maar niet onbelangrijk is te vermelden dat dit ook in onze wetgeving is verankerd in het Arbobesluit artikel 7.5 lid 2.

In de hiërarchie van veiligheidsmaatregelen is de volgorde anders dan - weerbarstig genoeg - door menigeen wordt toegepast. De correcte volgorde in aflopende belangrijkheid, is:

1. Werkschakelaar
2. Veiligheidsfunctie(s)
3. Noodstop

De wettelijk geldende veiligheidseisen

De wetgeving die altijd van toepassing is op machines en/of installaties oftewel 'arbeidsmiddelen' is de Arbowetgeving (zie kader). Er wordt in deze wetgeving geen onderscheid gemaakt tussen oude machines en nieuwe machines volgens de Europese productregelgeving (onder andere Machinerichtlijn):

2. Onderhouds-, reparatie- en reinigingswerkzaamheden aan een arbeidsmiddel worden slechts uitgevoerd indien het arbeidsmiddel is uitgeschakeld en drukloos of spanningsloos is gemaakt¹. Indien dit niet mogelijk is worden doeltreffende maatregelen genomen om die werkzaamheden veilig te kunnen uitvoeren.
3. Het tweede lid is van overeenkomstige toepassing op productie- en afstelwerkzaamheden met of aan een arbeidsmiddel.

Uit hoofdstuk 7. Arbeidsmiddelen en specifieke werkzaamheden – Afdeling 2. Algemene voorschriften – Artikel 7.5. Montage, demontage, onderhoud, reparatie en reiniging van arbeidsmiddelen

Er is een ook aantal eisen in de Machinerichtlijn (kader) geformuleerd die met de werkschakelaar samenhangt, zoals onder andere de bedieningslocatie, vorm en uiterlijk van de bedieningstoestellen en de technische veiligheidseisen:

- (1) De machine moet zijn voorzien van inrichtingen waarmee zij van elk van haar krachtbronnen kan worden afgesloten.
- (2) Deze inrichtingen moeten duidelijk herkenbaar zijn.
- (3) Zij moeten vergrendeld kunnen worden indien het opnieuw aansluiten een gevaar voor personen zou kunnen opleveren.
- (4) Deze inrichtingen moeten ook kunnen worden vergrendeld indien de bediener niet vanaf alle plaatsen die hij kan bereiken, kan controleren of de krachtbron nog altijd ontkoppeld is.
- (5) Bij machines die via een stekerverbinding van elektrische energie kunnen worden voorzien, volstaat het de stekker uit te trekken, mits de bediener vanaf alle plaatsen die hij kan bereiken, kan controleren of de stekker nog steeds uitgetrokken is.
- (6) Nadat de krachtbron is afgesloten, moet het mogelijk zijn de in de stroomkringen van de machine overblijvende of opgeslagen energie zonder gevaar voor personen af te voeren.
- (7) In afwijking van het voorschrift in de vorige alinea's is toegestaan dat bepaalde circuits verbonden blijven met hun krachtbronnen, teneinde bijvoorbeeld bepaalde delen op hun plaats te houden, bepaalde informatie te behouden, het inwendige te verlichten enz.

Machinerichtlijn Bijlage I, punt 1.6.3 Afsluiten van de krachtbronnen

Al deze wettelijke eisen geven aan dat het gaat om een fysieke scheiding van de krachtbronnen en één of meer inrichtingen die daarvoor geschikt zijn, zoals een vergrendelbare scheider. Deze eisen zijn gericht op het voorkomen van het zich onverwacht in werking stellen van de machine, ongeacht of dit het gevolg is van defecten aan de machine, of van handelingen van andere personen.

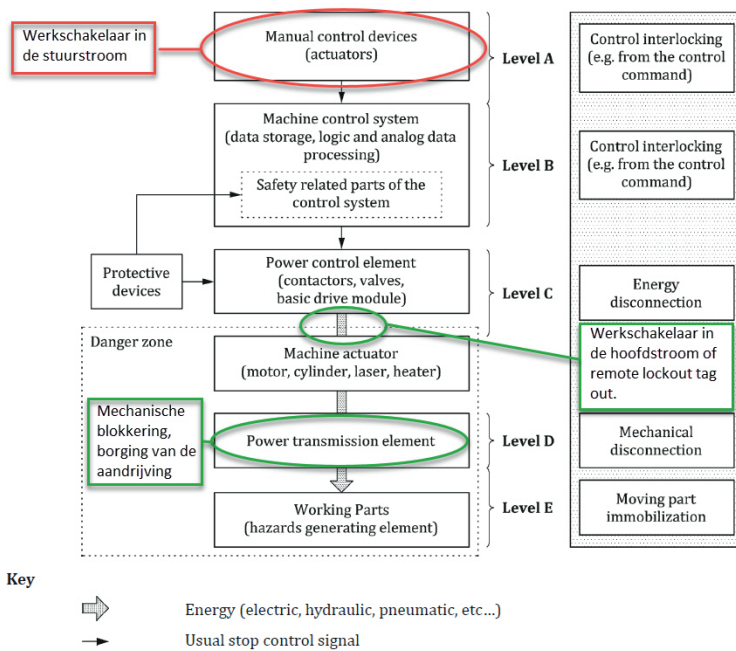
In de normen² wordt hier ook op ingegaan zoals EN-ISO 14118 (EN 1037) paragraaf 5.1.1 Scheiden van krachtbronnen door:

1. Garanderen van een betrouwbare isolatie (scheiden, onderbreken).

¹ Deze zin kan zich ook laten lezen als: ...een arbeidsmiddel is uitgeschakeld en drukloos is gemaakt of spanningsloos is gemaakt. of...een arbeidsmiddel is uitgeschakeld en naar keuze drukloos of spanningsloos is gemaakt. Ook het woord spanningsloos kan dubbelzinnig worden opgevat als niet duidelijk is of de mechanica (veerspanning) of de elektrotechniek (voedingspanning) wordt bedoeld. Als het gaat om de energievormen te benoemen dan ontbreekt bijvoorbeeld de thermische energie; echter door de tweede toevoeging [Indien ... uitvoeren] wordt dit impliciet verondersteld. Een andere mogelijkheid is de Booleaanse vergelijking: UITGESCHAKELD . (DRUKLOOS + SPANNINGSLOOS) = UITGESCHAKELD .

DRUKLOOS + UITGESCHAKELD . SPANNINGSLOOS. Wanneer de factor 'druk' er niet toe doet blijft 'stroom- en spanningsloos' als combinatie over.

² Ook in Noord-Amerika zijn deze regels van toepassing. Er is zelfs een norm gemaakt voor dergelijke schakelaars (UL 6240). Helaas worden dergelijke systemen nog niet door de OSHA erkend. Ondanks dat worden gebouwde systemen volgens UL 6240 in bepaalde gevallen toegelaten, waarbij de verantwoordelijkheid voor het systeem en het gebruik bij de gebruiker liggen.



Afbeelding 2. Hiërarchie van maatregelen conform EN-ISO 14118 (CD versie 2016).

2. Betrouwbare mechanische verbinding tussen de schakelaar en de scheidende elementen.
3. Visuele en ondubbelzinnige aanduiding van toestand van de scheider in relatie tot stand van de schakelaar.

Kleur van de werkschakelaar: geelzwart

De elektrische scheiding moet gewaarborgd zijn bijvoorbeeld door het toepassen van een werkschakelaar in de hoofdstroom. Ook aan de andere eerdergenoemde voorwaarden (punt 2 en 3) wordt hierdoor voldaan. Helaas is dit (achteraf) niet altijd mogelijk voor grotere motoren in verband met de vereiste uitschakelstroom. In de praktijk werd in het verleden vaak de grens gelegd bij 5,5 kW. Daarboven werd en helaas wordt daarvoor vaak de toevlucht gezocht in een oplossing in de stuurstroom. Zelfs door het inzetten van de zogenoemde 'Safe Torque Off' (STO) van 'drives'. Dit is echter wel voor veiligheidsfuncties toegelaten maar niet op het niveau van werkschakelaars. Zie hiervoor de nieuwe IEC 60204-1 bepaling 5.4 (zie ook in afbeelding 2 'Level C'). In de praktijk komen werkschakelaars voor die oneigenlijk worden gebruikt, bijvoorbeeld een rij met pompen met elk voorzien van een rood/gele werkschakelaar. Om misverstanden te voorkomen is dit onder andere in de USA opgelost door onderscheid te maken door de speciale werkschakelaar uit te voeren in de kleurstelling zwart/geel. Dergelijke (intrinsiek veilige) werkschakelaars worden ook in Nederland toegepast. Werkschakelaars in



Afbeelding 3. Prototype 100 kW basis- en remote-unit met intrinsiek veilige werkschakelaar.

de hoofdstroom kunnen ook op deze wijze worden uitgevoerd. Is een werkschakelaar zwart (of grijs) dan mag die dus niet voor *alle* werkzaamheden als 'veilig' worden beschouwd. De kleur rood/geel is praktisch nooit toegelaten voor werkschakelaars wanneer er meerdere aandrijvingen in een machine actief zijn. Dit omdat daarmee de verwarring kan ontstaan dat deze als een soort 'noodstop' de hele machine stilzet zoals bij de eerder vermelde 'rij met pompen' met een individuele werkschakelaar rood/geel.

Het toepassen van een werkschakelaar in de stuurstroom alleen op basis van safety (SIL 3) is geen

Tekst norm IEC 60204-1 clause 5.4

Devices that do not fulfil the isolation function (for example a contactor switched off by a control circuit, or Power Drive System (PDS) with a Safe Torque Off (STO) function in accordance with IEC 61800-5-2) may only be used for prevention of unexpected start-up during tasks such as:

- inspections;
- adjustments;
- work on the electrical equipment where:
 - there is no hazard arising from electric shock (see Clause 6) and burn;
 - the switching off means remains effective throughout the work;
 - the work is of a minor nature (for example, replacement of plug-in devices without disturbing existing wiring).

N.B.: Dus niet voor zaken als onderhoud, reiniging, opheffen blokkades, beladen en ontladen van machines enz.

³ Volgens opgave van de fabrikant afhankelijk van type tot circa 3000 meter kabellengte.

Schema

Stap

Werking

Normaal bedrijf

- De gebruiker ingeschakeld (1).
- De nulspanningsdetectie (3) zal constateren dat er spanning op de fasen staat.
- De werkschakelaar op de remote-unit bevindt zich in de stand I.
- Bedrijfslamp (wit) brandt.

Het uitschakelen via de werkschakelaar

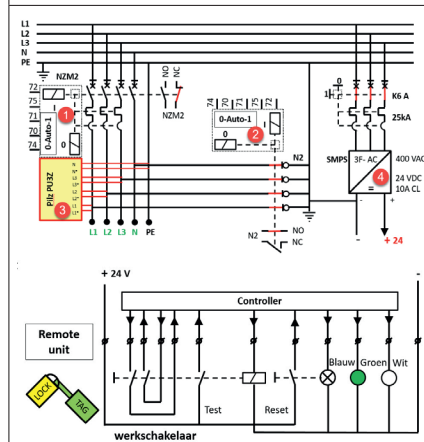
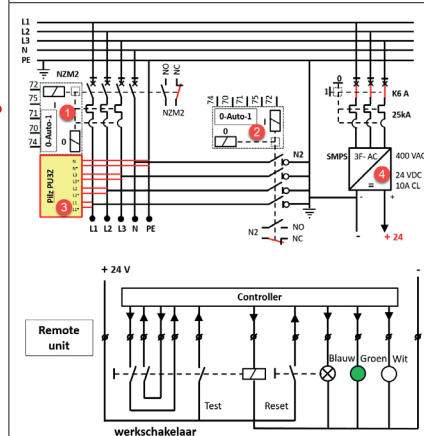
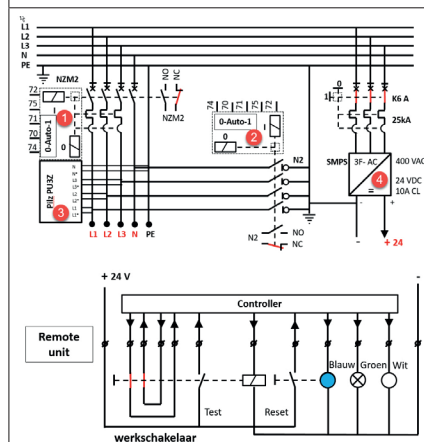
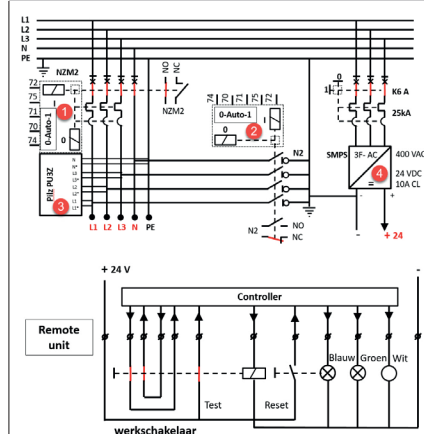
- Bij draaien van de werkschakelaar wordt eerst het verbreekcontact 'test' onderbroken, waarbij de besturing van de basisunit een stopopdracht krijgt.
- De blauwe lamp op de remote-unit gaat knipperen als teken dat de basisunit in actie komt en de netspanning door NZM2 (1) wordt onderbroken.
- Bedrijfslamp (wit) blijft branden.

Het uitschakelen via de werkschakelaar

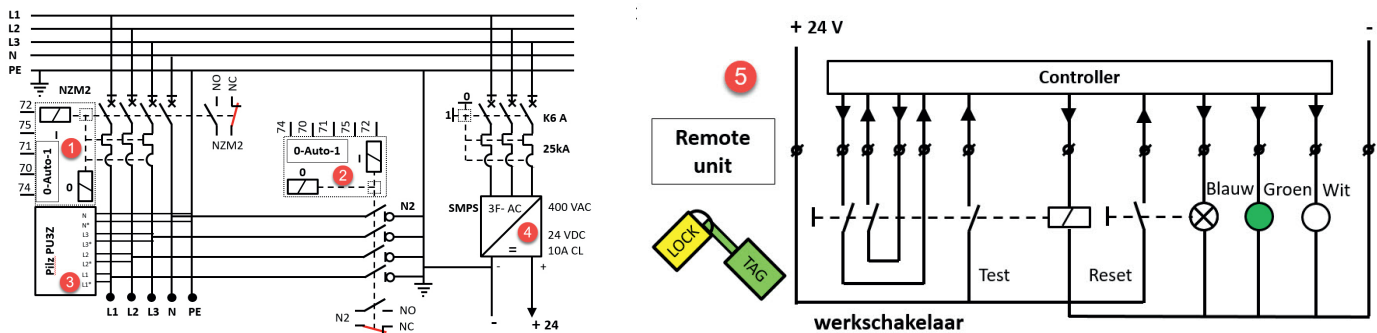
- Bij doordraaien van de werkschakelaar worden beide gecontroleerde hoofdcontacten verbroken. Daardoor wordt de spanning gecontroleerd onderbroken en vormt de inleiding tot de volgende door de besturing uit te voeren (veiligheids)stap
- De werkschakelaar op de remote-unit bevindt zich in de stand O.

Het vergrendelen van de uitgeschakelde werkschakelaar

- Wanneer de redundant uitgevoerde nulspanningsdetectie (3) geconstateerd heeft dat de spanning onder de 12 VAC gedaald is wordt vermogensschakelaar NZM2 (2) ingeschakeld.
 - Hierdoor worden de uitgaande fasen kortgesloten naar aarde en is hiermee dubbel geborgd (gescheiden en kortgesloten) dat de spanning naar eventuele toepassingen blijvend is afgeschakeld.
 - Wanneer dit gecontroleerd is uitgevoerd gaat de groene lamp branden en kan de werkschakelaar in de geopende stand worden voorzien van een slot en een label.
- N.B. gekozen is voor een driefasen voeding (4) om te zorgen dat het besturingscircuit zolang mogelijk intact blijft ondanks uitval of dip op een of twee fases.



Tabel 1. Het uitschakelen in detail.



Afbeelding 4. Basisschema met remote-schakelaar.

echte oplossing. Er wordt immers niet voldaan aan de eis van scheiding en een betrouwbare mechanische koppeling. In zo'n geval moet een aanvullende beveiliging worden toegepast. Deze aanvulling die in de USA wordt toegepast (UL 6240) is gebaseerd op een scheiding op afstand en een borging tegen opnieuw inschakelen. Ook is de terugmelding noodzakelijk naar de werkplek om aan te geven dat de installatie daadwerkelijk veilig is om aan te werken.

Oplossing met veiligheidscomponenten

Om aan deze eerder genoemde eisen tegemoet te komen is een opstelling gebouwd met een basis- en een remote-unit (afbeelding 3). Voor demonstratiedoeleinden zijn de motorunit en de unit op een vrijdbaar platform gemonteerd en is de kabellengte beperkt (zie deel I, afbeelding 6). In de praktijk kan de kabellengte honderden meters³ lang zijn. De lengte wordt in feite begrensd door bijvoorbeeld de toelaatbare spanningsval of mogelijke interferentie van de zwakstroomsignalen over de kabel.

De werking van de schakeling nader beschouwd

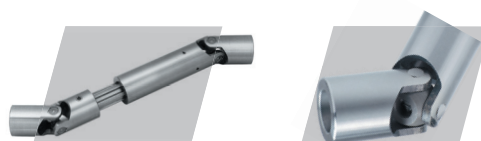
De basis wordt gevormd door twee zogenoemde motorbediende vermogensautomaten met een nulspanningdetectie (3). De eerste motorbediende vermogensautomaat (1) verzorgt de scheiding. De bediening is bistabiel. Dat betekent dat bij uitval en later het terug komen van de voedingsspanning de stand is gewaarborgd. Op zich is dat een voldoende veiligheid, maar als redundante/diverse aanvulling (borging) is een tweede motorbediende vermogensautomaat (2) ingezet die de uitgangen onderling kortsluit en doorverbindt naar aarde. Hiermee

wordt bereikt dat door een defect van de eerste afschakelweg de uitgang altijd spanningsloos blijft. Zelfs bij het uitvallen van de energie blijft deze door de bistabiele werking in de gesloten stand. Dit is wezenlijk anders dan bij een oplossing waarbij van een of meerdere relais gebruik wordt gemaakt. Omdat het uiteindelijke veiligstellen plaats vindt in meerdere stappen is voor de uitleg een tabelvorm gehanteerd. Hierbij is het schema voorzien van de schakelstanden en de desbetreffende stap in het lockout-tagout proces.

Om de gebruiker weer in te schakelen moet de drukknop met de blauwe knipperende lamp worden ingedrukt gedurende ongeveer 2 s. Het groene licht zal knipperen ter indicatie dat de verbinding met de aarde (schakelaar 2 in tabel 1) wordt onderbroken. Zodra de schakelaar 2 is geopend zal de groene lamp uit gaan. Indien er tussentijds een fout ontstaat zal de schakelaar (2) altijd worden geactiveerd, zodat verbinding met de aarde blijft geborgd. Mocht er dan nog iets fout gaan ten gevolge van een opeenstapeling van fouten en de inschakeling (1) toch plaatsvindt, resulteert dit in een directe kortsluiting en onderbreking van schakelaar (1). Op dat moment moet de fout worden opgespoord binnen de schakelkast (basisunit). Als de fasen voor de schakelaar (1) niet zijn afgeschakeld wordt door de interne vergrendeling het openen van de basisunit verhinderd.

In het vervolgartikel wordt ingegaan op de opbouw van de componenten in de schakelkast conform het schema en wordt de programmering van de veiligheids-PLC nader beschouwd. Verder wordt ingegaan op alternatieve mogelijkheden voor bestaande situaties en oplossingen voor STO bij drives.

**GRONEMAN,
OOK GROOT IN
KRUISKOPPELINGEN**



• DIN 808 • Glijlagers • Naaldlagers • Ook in RVS

GRONEMAN

BEZOEK ONS OP **GRONEMAN.NL**

Aandrijftechniek