

Werkshakelaars en LoTo(To):

Correct uit is het nieuwe in – I

Het begrip 'veiligstellen' of te wel LoToTo als afkorting voor 'Lock-out, Tag-out en Try-out' is bij menig een bekend. Meestal betreft dit de procedures die van belang zijn bij het veiligstellen van een systeem of installatie. Aan deze procedures hoe belangrijk ook, wordt in dit artikel voorbijgegaan.

Nog belangrijker is de techniek die erachter zit.

Paul Hoogerkamp en
Pouw Jongbloed

Stel dat een werkschakelaar op grote afstand van de elektrische bedrijfsruimte staat. Door het uitschakelen en vergrendelen van deze werkschakelaar kan de achterliggende gebruiker, bijvoorbeeld een motor of een pomp, worden veilig gesteld (afbeelding 1). Voor grote vermogens – en grote stromen – wordt zo'n werkschakelaar te groot om deze in de hoofdstroom te zetten of te kostbaar, gelet op de grote (afschakel)stromen. Vandaar dat de werkschakelaar dan toch in de stroom wordt gezet en kan met een kleine werkschakelaar op afstand een groot relais/contactor worden geschakeld.

Probleem is dat de meeste contactors niet geschikt zijn om als scheider te fungeren en dat door zwerfstromen, ongewenste foutspanning of andere stroomfouten, een onverwachte of ongewilde start kan plaatsvinden. In dit artikel wordt aangegeven hoe met bestaande componenten een zeer betrouwbare, robuuste en veilige afschakeling op afstand mogelijk is die naadloos aansluit bij de bestaande LoToTo-procedures.

Veiligstellen: de handelingen

Om een installatie elektrisch veilig te stellen dient een aantal handelingen te worden uitgevoerd in een vaste volgorde. Deze procedure omvat de volgende stappen (EN 50110-1 Artikel 6.2):

1. Scheiden
2. Vergrendelen tegen weder inschakelen
3. Spanningsloosheid aantonen
4. Aarden en kortsluiten
5. Afschermen naastliggende delen (indien van toepassing)

Deze procedure kan worden ingekort tot drie stappen indien:

- er geen terugvoeding mogelijk is. Aarding en kortsluiting kan dan in de laagspanning meestal vervallen;
- er verder geen spanningvoerende delen in de nabijheid van de uit te voeren werkzaamheden aanwezig zijn.

Een werkschakelaar voor bijvoorbeeld een pomp die op grote afstand van de elektrische bedrijfsruimte staat, voorkomt het heen en weer lopen om de pomp uit en in te schakelen. Indien gekozen wordt voor een werkschakelaar in de hoofdstroom, dan moet deze wel in staat zijn de grote stroom zonder schade aan de frequentieregelaars ('drives') te onderbreken. Indien de werkschakelaar in de stroom is geplaatst, geldt volgens de norm voor elektrische veiligheid EN 60204-1 paragraaf 5.4 dat een dergelijke drive mag worden afgeschakeld via de 'safe input' (conform EN 61800-5-2), als het een eenvoudige inspectie of instelling betreft. Andere werkzaamheden – met een hoger risico – zijn met een stroomoplossing niet toegelaten. In deel twee van dit artikel wordt hier verder op in gegaan. Voor de eenvoudige werkzaamheden volgens de genoemde norm voorkomt het afschakelen via de safe input het 'onverwachts opstarten'. Het gaat hierbij uitdrukkelijk om handelingen van een bediener die niet in de gevarenzone plaatsvinden of, als deze wel in de gevarenzone plaatsvinden, waar een zeer laag



Afbeelding 1. Een werkschakelaar in de stroom bij de pompunit (geel omcirkeld).

risico aan verbonden is. De technieken om veilig te kunnen stoppen, op lage snelheid te draaien of de kracht van de beweging te begrenzen, worden onder andere beschreven in de norm EN-ISO 13849-1. Zodra er correctieve handelingen plaatsvinden of handelingen zoals omschreven in tabel 1 (in de rechterkolom) zijn de stappen die met een stroomoplossing worden uitgevoerd ruwweg de volgende:

- a) Schakel de werkschakelaar (nabij de motor) uit.
- b) Schakel de hoofdstroom uit van de drive via de lokale scheider in of op de schakelkast. (Deze handeling is meestal voorbehouden aan een elektrisch deskundige of vraagt om herhaaldelijk heen en weer lopen tussen schakelaar en schakelkast².)
- c) Breng een hangslot en label aan op die lokale scheider.
- d) Controleer of de juiste eindgroep/motor stroomloos is door de werkschakelaar weer in te schakelen. Neem contact op met de bediening om in te schakelen, of voer dit zelf uit met de mogelijk aanwezige handbediening. Deze handeling voorkomt dat de verkeerde motor is uitgeschakeld.

Voorbeeld : Veiligstellen van een elektrische handboormachine

Om de boormachine veilig te stellen moet (bij een stilstaande boorkop!) de stekker uit de wandcontactdoos te worden genomen (stap 1: Scheiden). Vanuit oogpunt van veiligheid dient nu ook te worden voorkomen dat iemand per ongeluk (of onbedoeld of onverwacht) de stekker weer in de stopcontact steekt. Gezien de geringe lengte van het snoer zal de stekker vanuit een ooghoek kunnen worden bewaakt. Indien dit niet het geval is moet de stekker worden voorzien van kap en hangslot (stap 2: 'Vergrendelen'). Bij dergelijke machines wordt aangenomen dat de spanning niet meer aanwezig is als de stekker uit de contactdoos is verwijderd. Tevens wordt aangenomen dat spanningen niet gevaarlijk zijn als gevolg van een niet ontladen condensator of worden opgewekt door het met de hand draaien aan de motoras. Vandaar dat de vervolgstappen zoals aantonen spanningsloosheid, aarden en kortsluiten niet meer worden gedaan.

- e) Breng afhankelijk van de uit te voeren werkzaamheden een kortsluitset (afbeelding 2) aan
- f) Breng hangslot (met label) op de werkschakelaar aan.

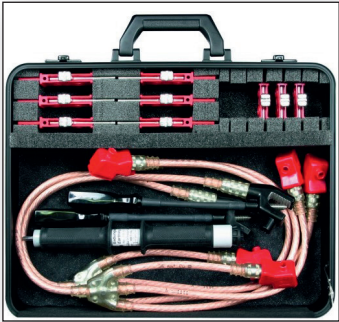
Voetnoten

¹ Belangrijk is het onderscheid. Veilig **uitschakelen** is iets anders dan voorkomen dat iets wordt ingeschakeld. Een noodstop (met correct ontworpen besturingssysteem) kan bijdragen tot het snel stoppen van een gevaarlijke beweging. Hier is dus het veilig **uitschakelen** van belang. Een werkschakelaar (met hangslot) voorkomt dat de machine onbedoeld wordt ingeschakeld.

² Het 'overbodig' of 'tijdrovende' heen en weer lopen of het inschakelen van een extra deskundige (kosten) werkt dus het gevaarlijke werken nabij deze pomp juist in de hand!

EN 60204-1	EN-ISO 14118 (EN 1037)
- inspecties	- inspectie
- instellingen	- instellen, afstellen
- werkzaamheden aan de elektrische uitrusting waar: - er geen gevaar voor elektrische schok en gevaar voor brandwonden bestaan; - de uitschakeling tijdens de gehele werkzaamheden van kracht blijft; - het kleine werkzaamheden betreft (bijvoorbeeld hot swap PC board).	
	- Correctieve maatregelen (verwijderen obstakels, enzovoort) - Handmatig laden / lossen - Gereedschap wisselen / smeren / schoonmaken - Uit bedrijf nemen / klein onderhoud / reparatie; - Diagnostiek, testen - Werken aan vermogenskringen - Groot onderhoud (aanzienlijke demontage).

Tabel 1. Vergelijking van de 'LoTo' voorwaarden van EN 60204-1 en EN-ISO 14118.



Afbeelding 2. Een universele kortsluitset (kabelset onderin) in een koffer (Dehn).

Dergelijke controlehandelingen en/of het heen en weer moeten lopen zouden niet nodig zijn als de techniek helpt om dit automatisch op afstand en op veilige wijze te kunnen doen.

Mogelijkheden om dit te realiseren worden in deze artikelenreeks over lock-out tag-out met werkschakelaars beschreven. Voor de meeste werkzaamheden is het noodzakelijk dat de installatie waaraan wordt gewerkt gescheiden is van het voedende net. Deze te nemen stap wordt schakelen en scheiden genoemd.

Stekker eruit: schakelen en/of scheiden?

In de elektrotechniek verstaat men onder het begrip scheiden dat de verbinding tussen de energiebron en gebruiker 'alpolig' met voldoende afstand is gescheiden waardoor ook onder bijzondere omstandigheden zoals inslag van bliksem en overspanning in het voedingsnet er geen (ioniserende) verbinding meer kan ontstaan. Een goed voorbeeld hiervan is de eerder genoemde stekkerverbinding; de scheiding is immers zichtbaar als de stekker uit de wandcontactdoos is getrokken en de afstand is daarbij zo groot dat overslag niet te verwachten is.

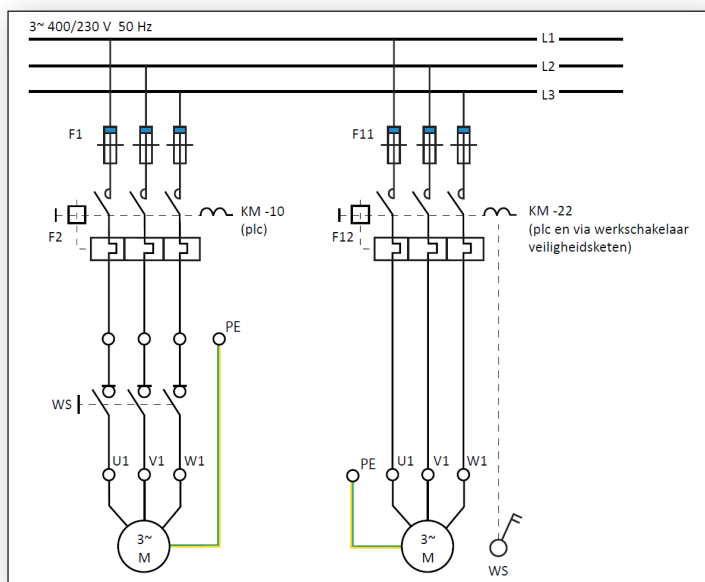
De vraag is echter hoe groot dient de afstand te zijn tussen de bron en de daarvan gescheiden gebruiker of het gescheiden circuit. Bij laagspanning (< 1500 VDC) is dit minimaal 4 mm. De opening moet zichtbaar zijn voor de gebruiker zodat het zogenoemde plakken/kleven van een elektrisch contact voor de gebruiker goed waarneembaar is.

Bij een zekering is deze visuele scheiding in veel gevallen goed waarneembaar. Bij een schakelement kan dit het geval zijn wanneer de contacten zichtbaar zijn. Bij een gesloten omhulling is dit niet het geval. Een dergelijk schakelement is alleen als een scheider aan

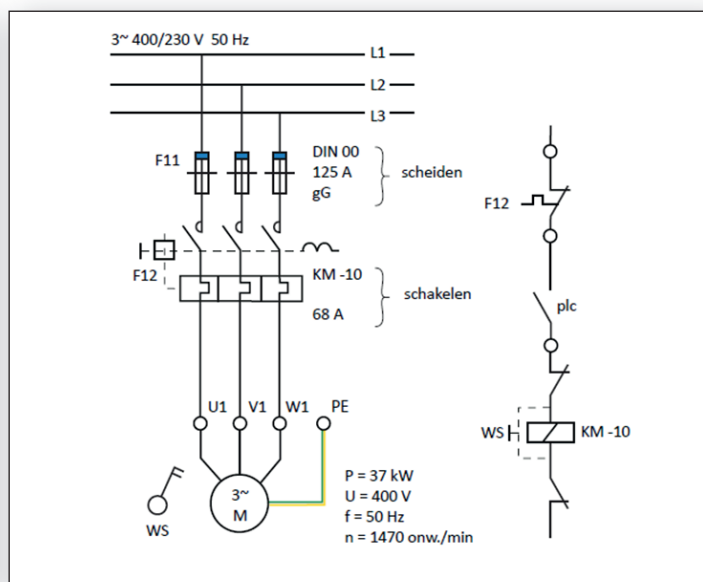
te merken indien deze is voorzien van een duidelijke aan-/uit-indicatie. Hierbij is de aanvullende eis dat het schakelement alleen de uit-stand mag aangeven als alle in het schakelement aanwezige verbindingen 4 mm of meer zijn geopend. Een scheider maakt de gebruiker of het circuit daarmee spanningsloos ten opzichte van de voedende bron.

Een scheider kan wel stroom voeren in gesloten toestand maar kan geen grote stromen onderbreken. Door de hoge stroom ontstaan er vlambogen waarbij erg veel warmte wordt ontwikkeld en dat kan leiden tot verbrande contacten. Om grote stromen te kunnen onderbreken is een schakelement nodig die deze afschakelstroom kan afschakelen zonder daarbij noemenswaardig in te branden of vast te smelten. Dit soort elementen kenmerkt zich door veel materiaal en massieve contacten die de warmte kunnen opvangen en uitgerust zijn met koel-/bluskamers en soms wel voorzien van een uitblaasopening voor de - door de vlamboog - geïoniseerde lucht. Er is voor dergelijke schakelementen echter geen minimale contact afstand voorgeschreven waardoor overslag door een overspanning in het net (blikseminslag of schakelhandelingen met nettransformatoren) toch kan leiden tot een doorslag. Deze doorslag kan de weg vrijmaken voor een (tijdelijke) geleiding en waardoor toch spanning kan komen te staan op het vrij geschakelde object.

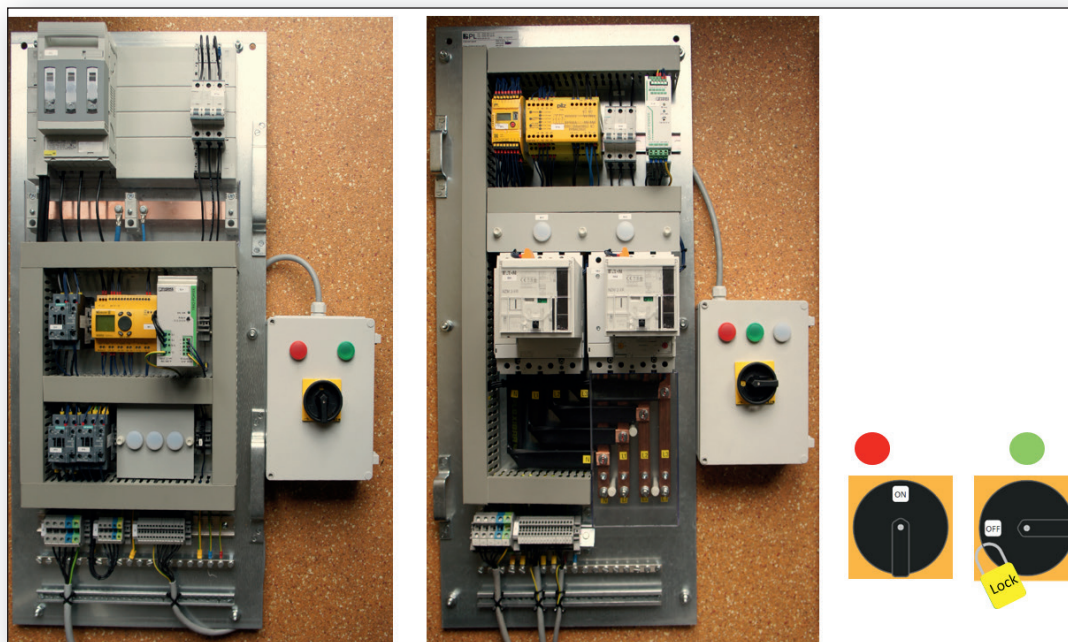
Een schakelaar maakt de gebruiker stroomloos. De stroomkring wordt onderbroken maar dat is niet altijd voor alle geleiders noodzakelijk. Als voorbeeld hiervan kan een schemerlamp met een enkelpolige schakelaar worden beschouwd. Bij het uitschakelen is de lamp in de schemerlamp wel stroomloos, maar afhankelijk hoe



Afbeelding 3. De werkschakelaar in de hoofdstroom en stuurstroom.



Afbeelding 4. Schakelen (werkschakelaar) en scheiden (in besturingspaneel) op twee verschillende locaties.



Afbeelding 5. De allereerste prototypen.

de stekker in de wandcontactdoos is geplaatst is deze lamp niet altijd spanningsloos. Een schakelaar dient niet alleen de normale stroom te kunnen voeren en af te schakelen maar ook een geringe overstroom. Omdat een schakelaar alleen de stroom onderbreekt en niet de spanning heeft deze als functie de belasting uit te schakelen. In de praktijk spreekt men dan van een lastschakelaar. Deze schakelt immers de (be)last(ing) uit.

Contactor

Naast handbediende schakelementen is een veel toegepast element het relais of – voor grotere stromen – de contactor. In feite is een contactor geen ‘scheider’ maar een schakelaar. Dit betekent dat deze schakelaar wel de stroom naar een motor of een circuit onderbreekt of inschakelt, maar dat dit geen enkele garantie biedt dat er geen spanning op het te scheiden object kan staan. Bij relais en contactors is de scheidingsafstand tussen de contacten in geopende toestand onvoldoende om bij overspanning een scheiding te kunnen garanderen. Een relais of contactor heeft daardoor de functie van een schakelaar die uitsluitend de stroom kan onderbreken.

Op beperkte schaal zijn contactors beschikbaar met scheidereigenschappen. Het gebruik en de beschikbaarheid van contactors voor het schakelen van hoge vermogens met scheidereigenschappen is echter beperkt. In de praktijk blijft de toepassing beperkt tot circa 125 A.

In de hoofd- of stroomstroom?

In de praktijk kan een werkschakelaar óf in de hoofdstroom óf in de stroomstroom zijn geplaatst. Wanneer deze in de hoofdstroom is opgenomen is

ter plaatse van de werkschakelaar (en daarmee vaak de motor) de mogelijkheid de motor te scheiden van zijn (net)voeding. Helaas is het niet altijd mogelijk om een werkschakelaar in de directe voedingslijnen van de motor te plaatsen. Bij de aansturing via een drive (frequentieregelaar) bijvoorbeeld, kan het uitschakelen door de werkschakelaar leiden tot een defecte drive. In dergelijke gevallen wordt de werkschakelaar niet in de voedingslijn tussen frequentieregelaar en motor geplaatst, maar vóór de inkomende voeding van deze regelaar.

Bij grotere vermogens kan de motorstroom zo hoog oplopen dat het schakelen in de hoofdstroom geen optie meer is. In een dergelijk geval wordt er dan gekozen voor het schakelen in de stroomstroom. Dit betekent dat de echte onderbreking plaatsvindt door een contactor en daarmee wordt het object stroomloos gemaakt in plaats van spanningsloos. Bij moderne installaties met drives komt daar nog bij dat sommige drives speciaal daarvoor een ‘safe torque off (STO)’-ingang hebben. De drive blijft echter wel verbonden met het spanningvoerende net. In de drive is echter geen schakelaar ingebouwd die als scheider kan fungeren. Daarom kan dit niet worden gezien als een gegarandeerde spanningsloze situatie indien de drive in de STO mode staat.

Door de werkschakelaar in de stroomstroomkring te zetten en de motor via een contactor of via een frequentieregelaar af te schakelen is de motor stroomloos maar niet spanningsloos te maken nabij de motor. De echte scheiding dient dan elders plaats te vinden. Deze scheiding kan bijvoorbeeld worden gemaakt door het handmatig uitschakelen en vergrendelen van de voorliggende automaat

MBS (motorbeveiligingsschakelaar), de zekeringen trekken of het trekken van een lade in een Motor Control Centre (MCC).

Dergelijke handelingen zoals het trekken van zekeringen levert aanvullende elektrotechnische risico's op alsmede het risico dat de scheiding niet ter plaatse visueel te controleren is en bovendien op afstand van het uit te schakelen object wordt uitgevoerd.

Het risico bestaat dan dat de verkeerde lade of automaat wordt uitgeschakeld. Die (elektrotechnische) handelingen om op deze wijze (uit) te schakelen kan alleen door personeel met een bevoegdheid voor het werken aan elektrotechnische installaties worden uitgevoerd. Deze bevoegde en aangewezen personen kunnen deze werkzaamheden uitvoeren bijvoorbeeld onder de vlag van NEN 3140.

Techniek achter de schermen

Om tegemoet te komen aan de bezwaren kan met behulp van bestaande technieken een circuit worden opgebouwd dat wel voldoet aan de veiligheidseisen. Het ontwerpproces heeft geleid tot een aantal prototypen (afbeelding 5).

In feite worden hiermee de noodzakelijke handelingen conform NEN 3140 (gebaseerd op EN 50110-1) nagebootst zonder dat er een elektromonteur aan te pas hoeft te komen. Nadat de uitvoerbaarheid was aangetoond is door VGB een nieuw en verbeterd prototype opgebouwd. In deel 2 wordt ingegaan op de opbouw van de schakeling aan de hand van het demonstratiemodel (afbeelding 6) en tevens de koppeling met wetgeving en normen toegelicht. In de overige artikelen in deze serie wordt ingegaan op alternatieve mogelijkheden om op afstand een veilige en betrouwbare scheiding tot stand te brengen.

Op verzoek van de auteurs kunt u eventuele vragen of opmerkingen aan de redactie van Constructeur zenden (r.zander@mybusinessmedia.nl), die deze aan hen door zal geven.



Afbeelding 6. De ontwerpers – van links naar rechts Pouw Jongbloed, Paul Hoogerkamp en Aart van Ginkel – met demonstratiemodel en remote unit op de voorgrond.

Over de auteurs, bouwer en betrokkenen

Het doel om met geringe kosten meer veiligheid te bieden houdt de auteurs al langer bezig. De eerste ideeën ontstonden uit een discussie (in 2012) tussen Paul Hoogerkamp en Pouw Jongbloed voor een opdrachtgever wat resulteerde in door hun gebouwde prototypes (SPL te Apeldoorn in 2014, afbeelding 5). Deze prototypes zijn getoond op diverse congressen onder andere als primeur op het Safety Event.

Voor de programmering en verdere ondersteuning wordt met Aart van Ginkel (VGB) gewerkt aan verbeterde prototypes en tevens een demonstratiemodel (afbeelding 6). Hierbij is onder meer de ontwikkelafdelingen van Pilz, Eaton en Euchner betrokken die onder andere de onderdelen leveren en Rittal, Solar Nederland en Nord Aandrijvingen om de 'out of pocket' kosten te minimaliseren.

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 worden door de auteurs en MYbusiness media en geen enkele aansprakelijkheid aanvaard.

