



UC Leuven
Limburg
MOVING MINDS

Basis Elektriciteit – Duall

door Marnik Lenaerts
Duall v20180319



Inhoud

- Basisgrootheden
- Serie- en parallelschakeling
- Soorten spanning
- Multimeter
- Stekkers
- Kabels
- Kleurcode van geleiders
- Motoren
- Elektrische beveiliging
- Relais
- Elektrische veiligheid
- Schema's
- Vragen



Basisgrootheden



Spanning

In een stroomkring zorgt de bron voor spanning. Spanning is het verschil van lading tussen twee punten.

Met andere woorden, spanning is het potentiaalverschil tussen twee punten.

Grootheid

Spanning [U]

Eenheid

Volt [V]

Voorbeeld

"De spanning van een bron is 30 Volt" of " $U = 30V$ ".



Weerstand

Weerstand is de mate waarin een stof de elektrische stroom tegenwerkt.

Materialen met een kleine weerstand waarde zullen de stroom die er door vloeit weinig tegenhouden, worden geleiders genoemd. Omgekeerd zijn isolatoren materialen met een hoge weerstandswaarde.

Grootheid

Weerstand [R]

Eenheid

Ohm [Ω]

Voorbeeld

"de weerstandswaarde van de verbruiker bedraagt 8 Ohm" of " $R = 8 \Omega$ ".



Stroom

In een elektrische kring worden onder invloed van spanning elektronen verplaatst. Stroomsterkte is dus de hoeveelheid lading die door een geleider gaat.

Door in een gesloten elektrische kring een spanning over een weerstand te plaatsen, zal er een stroom vloeien door die weerstand.

Grootheid

Stroomsterkte [I]

Eenheid

Ampère [A]

Voorbeeld

"de stroom bedraagt 5 Ampère" of " $I = 5A$ "



Wet van Ohm

In een stroomkring resulteert meer spanning in meer stroom.
Stroomsterkte is dus recht evenredig met spanning.

In een stroomkring resulteert meer weerstand in minder stroom.
Stroomsterkte is dus omgekeerd evenredig met de weerstand.

Formule

Spanning = Stroomsterkte * Weerstand

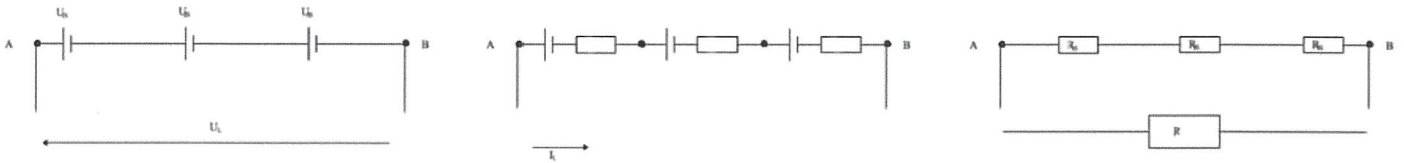
$$U = I * R$$



Serie- en parallelschakeling



Serieschakeling



Er geldt:

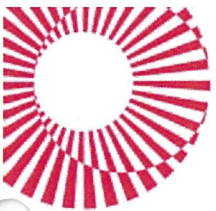
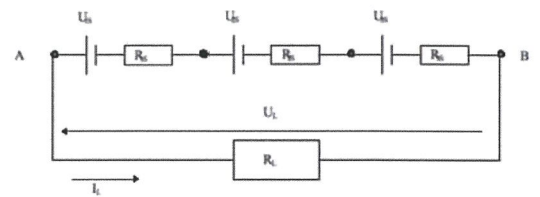
$$U_L = U_{s1} + U_{s2} + U_{s3}$$

$$I_s = I_L = I_{s1} = I_{s2} = I_{s3}$$

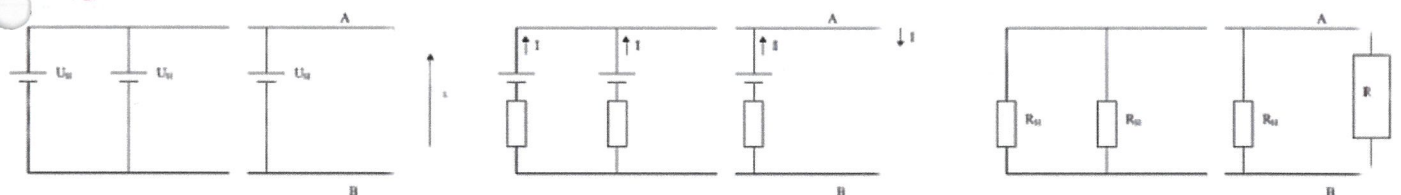
$$R_s = R_{s1} + R_{s2} + R_{s3}$$

Conclusie

De spanning verhoogt
De weerstand verhoogt
De stroom blijft dezelfde



Parallelschakeling



Er geldt:

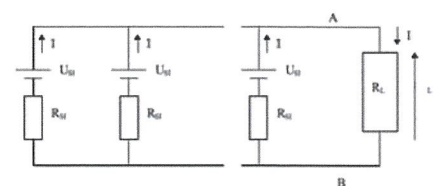
$$U_s = U_L = U_{s1} = U_{s2} = \dots = U_{s3}$$

$$I_s = I_{s1} + I_{s2} + I_{s3}$$

$$R_s = (R_{s1} + R_{s2} + \dots + R_{s3})/n$$

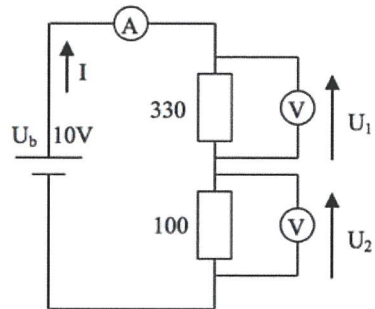
Conclusie

De spanning blijft dezelfde
De inwendige weerstand verlaagd
De stroom verhoogt

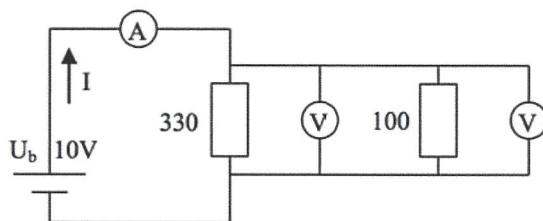




Rekenvoorbeeld 1



Rekenvoorbeeld 2





Soorten spanning



Gelijk- en wisselspanning

Bij elektrische spanning is er steeds een positieve kant (plus) en een negatieve kant (min). De stroom vloeit buiten de bron steeds van de plus- naar de minkant (conventionele stroomzin).

Gelijkspanning (DC)

De plus- en minkant van de bron blijven steeds dezelfde.
Vb. batterij.



Wisselspanning (AC)

De plus- en minkant verwisselen periodiek van kant.
Vb. stopcontact

In Europa wisselt dit 50 keer per seconde (= 50 Hz)
In USA is dit 60 keer per minuut (= 60 Hz)

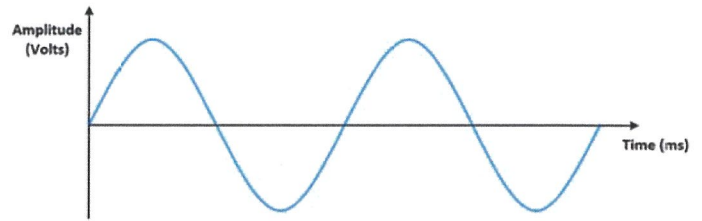




Wisselspanning – monofasig

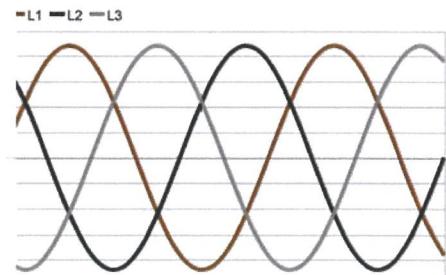
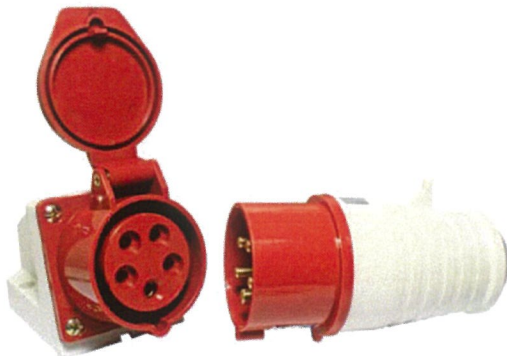
Wisselspanning is een periodieke elektrische spanning die met een bepaalde frequentie wisselt tussen positieve en negatieve waarden. Er is meestal een min of meer sinusoidaal spanningsverloop.

Monofasige wisselspanning in Europa is 230V, 50Hz.
(In USA is dit 110V, 60Hz)



Wisselspanning – 3-fasig

Driefasenspanning, ook wel drijfkracht (in lekentaal) genoemd, is elektrische energie in de vorm van drie gelijktijdig opgewekte wisselspanningen





Wisselspanning – 3-fasig – lijn- en fasespanning

Bij 3-fasige wisselspanningnet (met nulgeleider) hebben we 2 soorten spanningen: lijnspanning en fasespanning.

Voorbeeld: 3x400V+N (drijfkracht)

Lijnspanning

Metten tussen 2 lijnen geeft 400V

(Tussen L1 – L2, L2 – L3, L3 – L1)

Fasespanning

Metten tussen de nulgeleider en een lijn geeft

(Tussen: N – L1, N – L2, N – L3)



Fasevolgorde

Draairichtingsmeter (faserotatie indicator)

De draairichting kan eenvoudig worden gecontroleerd door een draairichtingsmeter

Fasevolgorede omkeren

De draairichting kan worden omgekeerd door 2 van de 3 fasen (L1 – L2, of L2 – L3 of L3 – L1) te verwisselen.

Fasevolgorde relais

Laat enkel de stroom door in de ingestelde draairichting. Als de draairichting wordt omgekeerd dan zal dit relais de schakeling onderbreken.





Multimeter

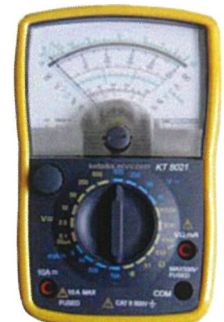


Digitaal – Analoo

Een multimeter is een meettoestel waarmee een aantal (elektrische) grootheden (zoals onder andere spanning, stroomsterkte, weerstand ...) mee gemeten kunnen worden.

Digitaal: uitlezing meetresultaat d.m.v. cijfers op een scherm

Analoo: uitlezing meetresultaat d.m.v. wijzer op meetschaal





Nauwkeurigheid van metingen

Een grootte kan nooit 100% juist gemeten worden. De nauwkeurigheid wordt beperkt door fouten die tijdens de meting gemaakt worden.

Soorten fouten

Apparatuur fouten: deze fouten vinden hun oorsprong bij het ijken van de toestellen. De nauwkeurigheidsklasse geeft de grootteorde van deze fout.

Methodische fouten: wanneer men een meetinstrument in een elektrische kring schakelt, verandert de toestand van deze kring. Hierdoor kunnen belangrijke wijzigingen optreden. vb. een weerstand meten met de Volt- Ampèremeter methode.

Waarnemingsfouten: deze fouten zijn afhankelijk van de persoon die de meting uitvoert. vb. schuin aflezen (bij analoge multimeters)

Toevallige fouten: deze ontstaan door toevallige omstandigheden., vb. het meetinstrument staat juist in een sterk magnetisch veld, enz.



Spanning meten

Voltmeter is hoog-ohmig, heeft dus grote interne weerstand.

Plaats steeds parallel over onderdeel.

=> Schakeling moet niet onderbroken worden om te meten.

Schakeling onder spanning.





Stroomsterkte meten

Ampèremeter is laag-ohmig, heeft dus kleine interne weerstand.

Plaats steeds in serie met onderdeel.

=> Schakeling moet onderbroken worden om ampèremeter te plaatsen

Schakeling onder spanning.



Stroomsterkte meten – Stroomtang

Indien de schakeling niet onderbroken kan/mag worden kan eventueel een stroomtang gebruikt worden om de stroomsterkte te meten..





Weerstand meten

Plaats steeds in parallel over onderdeel.

Spanningsloos meten

=> Onderdeel NIET onder spanning.

=> Onderdeel best los maken, of uit schakeling nemen



Continuïteit testen: doorbeepen

Controleer of er een verbinding is voor elektrische stroom

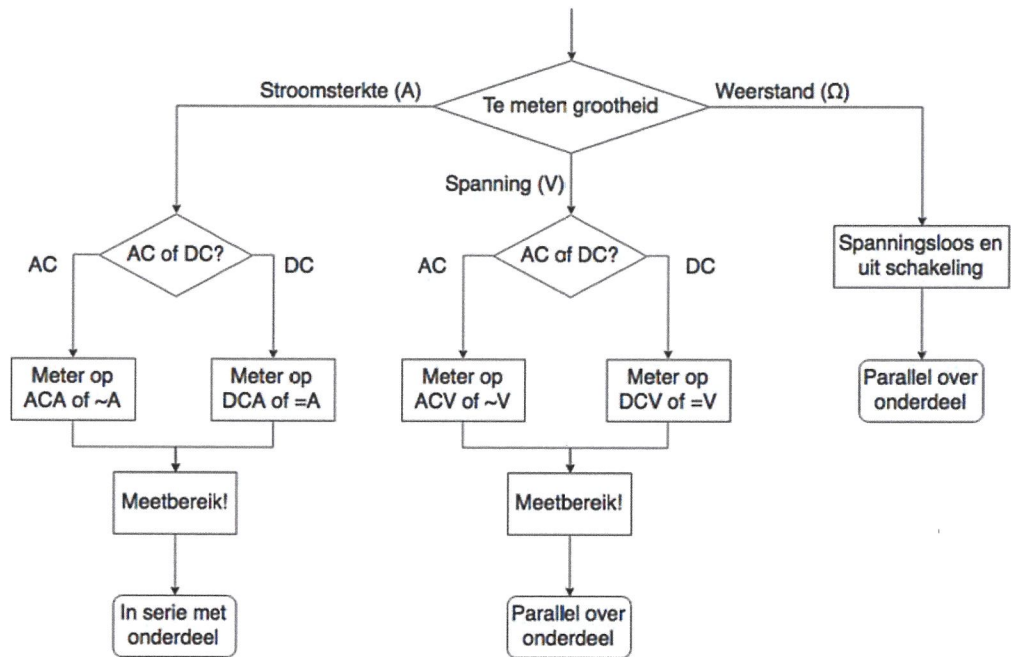
Spanningsloos testen

=> Schakeling/onderdeel NIET onder spanning.





Overzicht meten grootheden met multimeter

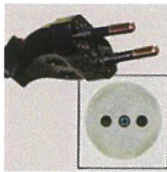


Stekkers (wisselspanning)



Soorten

Er zijn veel soorten stekkers, zowel huishoudelijk als industrieel.



Aansluiten – huishoudelijk

Snoer – 3 draden:

- geel-groen => aarding (PE)
- blauw => lijn
- andere kleur => lijn

Stekker:

- aardingsaansluiting => geel-groene draad
- 2 lijn-aansluitingen => 2 overige draden





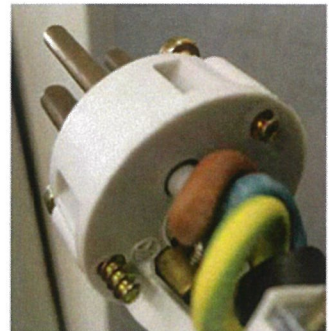
Aansluiten – insustrieel – monofasig

Snoer – 3 draden:

- geel-groen => aarding (PE)
- blauw => lijn
- andere kleur => lijn

Stekker:

- aardingsaansluiting => geel-groene draad
- 2 lijn-aansluitingen => 2 overige draden



Aansluiten – insustrieel – 3-fasig

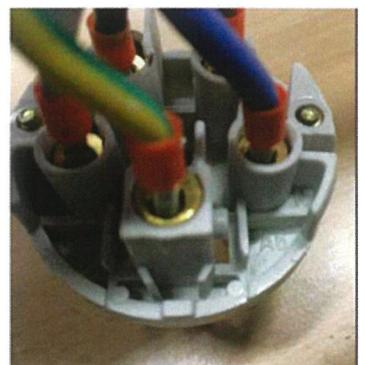
Snoer – 5 draden:

- geel-groen => aarding (PE)
- blauw => nulleider (N)
- 3 andere kleuren => 3 lijnen (L1, L2, L3)

LET OP: de drie kleuren voor L1, L2 en L3 kunnen verschillen. Let steeds op de juiste volgorde.

Stekker:

- aardingsaansluiting => geel-groene draad
- N-aansluiting => blauwe draad
- L1,L2,L3 => bruin, zwart, grijs / rood, zwart, bruin





Kabels



Soorten

VOB

Een VOB is een losse elektriciteitsdraad die verkrijgbaar is in verschillende kleuren en gebruikt wordt voor diverse functies. De kern bestaat uit een enkel draad.

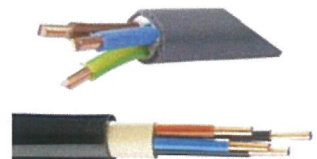
Vb. in schakelkasten



XVB / EXVB

XVB bestaat uit een reeks VOB draden die beschermd worden door een kunststof omhulsel. Deze kabels worden gebruikt voor de binneninstallatie.

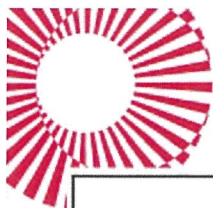
Daarnaast is er nog een EXVB kabel, welke een extra stevig omhulsel heeft.



XGB

XGB kabel is vergelijkbaar met XVB kabel, maar dan halogeenvrij. Ze zijn SA (verbrandingsgassen zijn niet corrosief) en SD (verbrandingsgassen zijn doorschijnend). Hebben vaak een groen omhulsel.





Soorten – gebruik halogeen-vrije kabel

Factor	code	Ontruimings-mogelijkheid	Bezettingsgraad – ontruimingsvoorwaarden	Voorbeelden	Kabel
Ontruimings-mogelijkheden in noodgevallen	BD1	Normaal	zwak - gemakkelijk	Woonhuizen met $h < 25$ m (zie punt 6)	SA/SD niet vereist
	BD2	Lang	zwak – moeilijk	Gebouwen ≥ 25 m	SA/SD kabel vereist (dus halogeen-vrij)
	BD3	Overbezet	groot - gemakkelijk	Gebouwen toegankelijk voor het publiek (theater, cinema, grote oppervlakte, restaurant)	
	BD4	Lang en overbezet	groot - moeilijk	Gebouwen, $h > 25$ m en toegankelijk voor het publiek (hotel, ziekenhuis...)	

De interne bekabeling van een verdeelbord moet niet SA/SD zijn;
Indien een kabel van het type SA/SD moet zijn, is het logisch dat ook de montagebuizen van het SA/SD te zijn;



Kleurcode van geleiders



AREI

De kleurcode van de geleiders in een elektrische installatie, wordt bepaald in het AREI art. 199:

- De geelgroene geleider: beschermingsgeleider (aarding).
- De blauwe draad: nulgeleider indien deze aanwezig is.
- De overige kleuren zijn niet bepaald.

Aanbevelingen:

- Gebruik dezelfde kleur binnen hetzelfde type kring
- Wissel niet van binnen dezelfde stroomkring
- Vermeld de gebruikte op het elektrisch schema



Motoren



Machine-kenplaat

De kenplaat van de machine informeert de gebruiker over de gebruiksvoorwaarden en grenzen van de voorgestelde machine, het is tevens een soort garantiebewijs vanwege de producent.

Leverancier / Fabricant	
Type	LS315MR
~ Mot	Nr 6 321 543
230/400 V	467/270 A
160 kW	S1 Cos $\varphi = 0,9$
2976 t/min	50Hz
IE2	IM2001
Is. Kl. F	IP55/IK0 820kg
IC411	

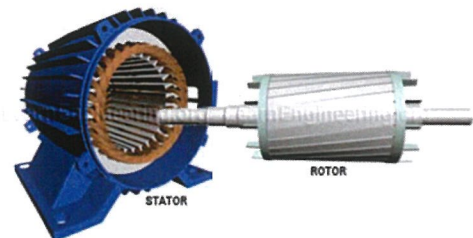
aA d van de māt ine	tot ro Gener tor Hier Motor
tSor onus dr	Gelijk r om - Wes tSor om - Driefas rSor om 3~ Hier 3-fas ge wes tS anning
Nominales anning	U _N
Nominalesor om	I _N
Nominaal nuttig ver ogen	P _N
Nominalesq	Cos φ_N
Nominale r quentie	f _N
Nominaal toer ntal	n _N
Uitdr e gr rēz n van het toer ntal	n _{N1} ↔ n _N
Dr alz n	> Rēc tS oop < Link oop > Onk r edr jf
oS dr en bedr jf	IS r ntinu bedr jf 2S r rts ondig bedr jf 3S r nter itter nd bedr jf (...S 0)



(A)Synchrone motoren

Elke roterende elektrische machine bestaat uit:

- een stator (het vaststaand buitendeel)
- een rotor (een draaiend binnendeel met de as).



In de luchtspleet van een wisselstroommachine wordt een draaiveld opgewekt door een 3~net (drijfkracht). Algemeen gesteld is een draaiveld een magnetisch veld dat met een constante snelheid roteert.

Synchroon – toerental van de rotor gelijk aan het draaiveldtoerental.

Dit omdat de rotor voorzien is van permanente magneten of elektro magneten.

Asynchroon – motoren: toerental steeds kleiner dan draaiveldtoerental
generatoren: toerental groter dan draaiveldtoerental.

1-fasige motoren - Proberen op één of andere manier het 3~draaiveld na te bouwen
Het verschil met een driefasige asynchrone motor zit in de stator:

- driefasige asynchrone motor: drie spoelen verschoven over 120° in de stator
- eenfase-inductiemotor één hoofdwikkeling en in de praktijk één hulpwikkling verschoven over 90°



EC-motoren

EC-motoren zijn elektrische motoren met permanente magneten op de rotor. De spanning en stroom voor de motor worden elektronisch geregeld. Ze wordt vaak gebruikt in kleinere toepassingen (bv. Ventilatoren)

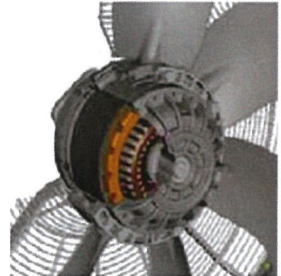
Een EC-motor is in feite een DC-motor met een permanentmagneet en een interne AC/DC-omvormer. De termen EC (of ECM) worden vaak gebruikt als de assynchrone motor aangesloten is op een wisselspanningsnet.

Voordelen

- minder verlies
- een $\cos \varphi$ van 1
- lagere energiekosten (want genereren geen reactief vermogen)
- opgenomen vermogen direct gekoppeld aan de draaisnelheid

Nadeel

hogere aankoopprijs hebben dan AC-motoren.



Aanloop van motoren (1/2)

Directe aanloop

- Rechtstreeks op volle netspanning geschakeld
- Het aanzetkoppel en aanloopstroom zijn maximaal
- Andere verbruikers kunnen hier last van ondervinden

Ster-driehoek aanloop

- Eerste gedeelte van aanlooperperiode in ster geschakeld en daarna in driehoek
- De aanloopstroom driemaal zo klein als bij directe inschakeling
- De driehoekstand is de normale bedrijfsschakeling, zodat de nominale spanning in driehoek moet overeenkomen met de lijnspanning van het voedingsnet

Aanloop met part-winding

- De winding van de motor 2 delen
 - Het eerste deel van de winding wordt aangesloten als de motor start.
 - De rest van de winding wordt bijgeschakeld vanaf een bepaalde spanning
- Initieel zal de motor de volledige spanning vragen, maar slecht 65 tot 70% van de volledige stroom trekken. De motor zal de volledige stroom trekken van zodra de volledige winding actief is.



Aanloop van motoren (2/2)

Aanlopen met een softstarter

- Grote voordeel: constante stroom tijdens aanloop, via regelkring
- toegelaten stroomsterkte kan op de regelaar ingesteld worden tot bv. 150% van I_N .
- Met een soft-starter ligt de aanloopstroom lager dan bij de voorgaande aanloopssystemen.

Aanloop met een frequentieregelaar

- Om aan te lopen en/of de snelheid van de motor te regelen
- ingebouwde functie om de snelheid geleidelijk op te drijven bij het starten
- Tijdens de versnelling wordt daarenboven voortdurend de aanloopstroom gecontroleerd en bijgestuurd indien nodig. (= koppelregeling)
- Meer aanloopkoppel ter beschikking bij lage snelheden



Snelheidsregeling met asynchrone motoren

Een asynchrone motor heeft een bedrijfstoerental dat afhangt van het draaiveldtoerental (slip trager).

Regeling van de slip:

- Door een spanningsdaling te realiseren.
- Dit is geen bijzonder efficiënte methode omdat de spanningsverlaging ook invloed heeft op het motorkoppel. Verlaag je de spanning bv. met $\sqrt{3}$, dan zal het motorkoppel 3x zwakker worden waardoor hij langzamer gaat draaien.

Veranderen van de netfrequentie

- Dit m.b.v. een frequentieregelaar.
- Dit is de beste methode om het toerental te regelen.
- Elke frequentievariatie veroorzaakt een evenredige toerentalvariatie. De snelheid van het draaiveld hangt immers af van de frequentie.

Omschakelen op een ander poolpaar

- In de praktijk gebruikt men hiervoor een Dahlandermotor of een motor met gescheiden wikkelingen.



Elektrische beveiliging



Doel

Smeltveiligheid (zekering) of automaat

- Dient voor de onderbreking van de stroomkring waarin ze opgenomen is in geval van een overbelasting en/of kortsluiting
- Zij vormt dus als het ware de zwakste schakel van een ketting
- Op die manier beveiligt ze de stroomkring tegen thermische beschadiging

Differentieel

- Beschermen tegen onrechtstreekse aanraking (en soms ook tegen rechtstreekse).
- Voorkomt dat massa's die normaal gezien spanningsloos zijn onder een voor de mens gevaarlijke spanning komen te staan in geval van een isolatiefout in het elektrisch materiaal.



Smeltveiligheden of zekeringen

Pensmeltveiligheden

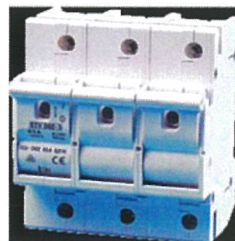


Deze werden veelal huishoudelijk gebruikt.



Smeltveiligheden of zekeringen

Cilindrische smeltveiligheden

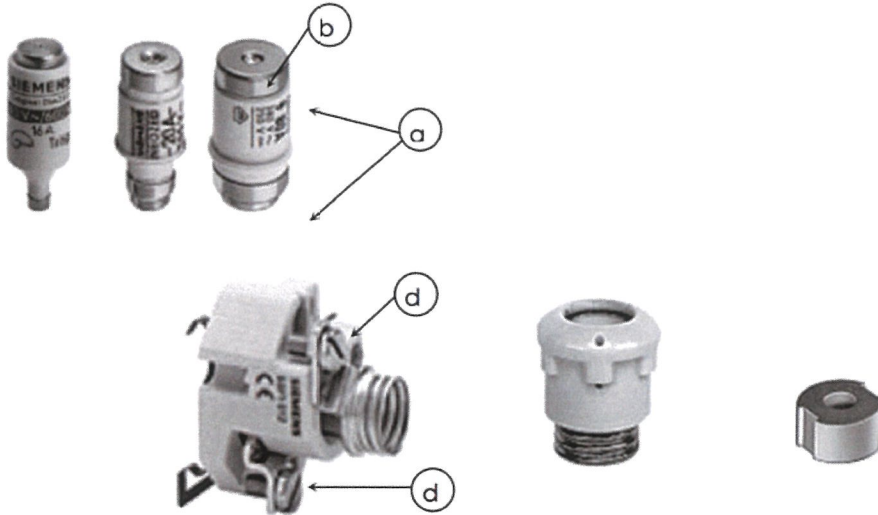


Deze kunnen zowel huishoudelijk als industrieel gebruikt worden.



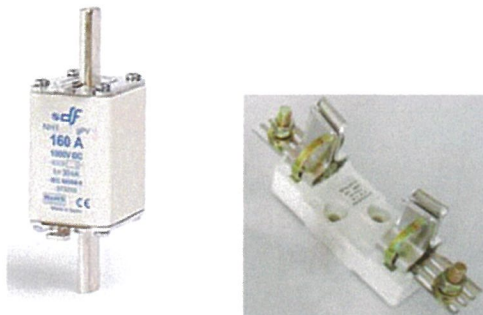
Smeltveiligheden of zekeringen

Schroefsmeltveiligheden = smeltveiligheden van het D-type (Diazed)



Smeltveiligheden of zekeringen

Meszekeringen, meestal met hoog onderbrekingsvermogen (NH)





(Thermo-magnetische) automaten

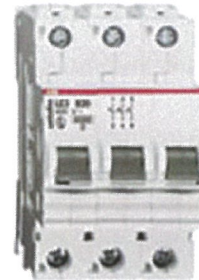
Drie noodzakelijke onderdelen onderscheiden worden:

Thermische uitschakeling

- met behulp van een bimetaal
- bescherming tegen langdurige en eerder kleine overbelastingen.

De elektromagnetische uitschakeling

- Gebeurt met een spoel
- Werkt onafhankelijk van de voorgaande
- Bescherming tegen kortsluitingen



Het uitschakelmechanisme

Bij het in werking treden van één van de twee voorgaande beveiligingen, worden via een hefboomsysteem de kontakten geopend.

De automaat kan enkel opnieuw ingeschakeld worden nadat het bimetaal voldoende is afgekoeld.



Automatische aardstroomschakelaar met differentieelinrichting

Ook gekend als

differentieelschakelaar of aardlekschakelaar

Werking

- Bij een isolatiefout vloeit er een stroom I_f door de aarde terug naar het sterpunt van de transfo.
- Er is nu onevenwicht tussen de stromen die via de differentieelschakelaar naar de gebruiker vloeien
- In de kern van de stroomtransfo zal een flux opgewekt worden.
- In de secundaire wikkeling (de meetspoel) wordt een stroom I_2 opgewekt
- Indien I_f groot genoeg is zal ook I_2 groot genoeg zijn en zal het afschakelmechanisme bediend worden, zodat de spanning afgeschakeld wordt.





Relais



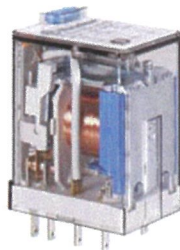
Wat

Een relais is een door een elektromagneet bediende schakelaar die een willekeurig aantal schakelcontacten kan openen of sluiten.



Nut

Met een relais kan, met behulp van een relatief kleine stroom, een grote stroom geschakeld worden.





Aansluitingen

De aansluitingen van industriële relais hebben meestal een standaardcodering.

Spoel

Een relais heeft een spoel. Door een kleine stroom door deze spoel te sturen, kunnen de bijhorende contacten van stand gewisseld worden.

De aansluitingen worden meestal aangeduid met **A1–A2**.

De bekrachtigingsspanning is vaak 24 Vdc of 230 Vac.

Andere veel voorkomende spanningen zijn: 3, 5, 6, 12, 48 Vdc en 24, 48 en 115 Vac.

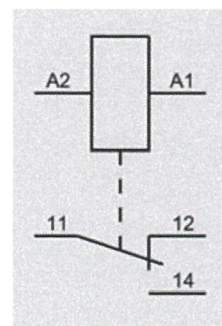
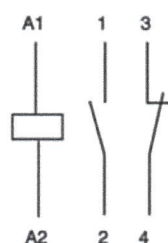
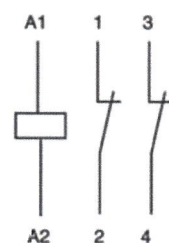
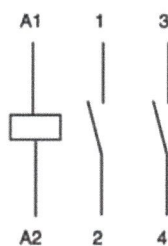
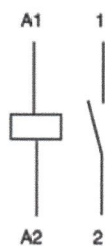
Contacten

Verkrijgbaar met één of meerdere

- Maakcontacten (Normaal Open, NO). Aanduiding (vaak): **1–2, 3–4, 5–6, ...**
- Verbreekcontacten (Normaal Gesloten, NC). Aanduiding (vaak): **1–2, 3–4, 5–6, ...**
- Combinatie van NO en NC
- Wisselcontacten. Aanduiding (vaak): **11–12–14, 15–16–18, ...**



Aansluitingen – contacten





Aansluitingen – hoofd- en hulpcontacten

Hoofdcontacten

De hoofd- of vermogencontacten dienen om een vermogenskring te schakelen. (bv. 3~ Motor)
De drie hoofdcontacten zijn genummerd 1-2, 3-4 en 5-6.

Hulpcontacten

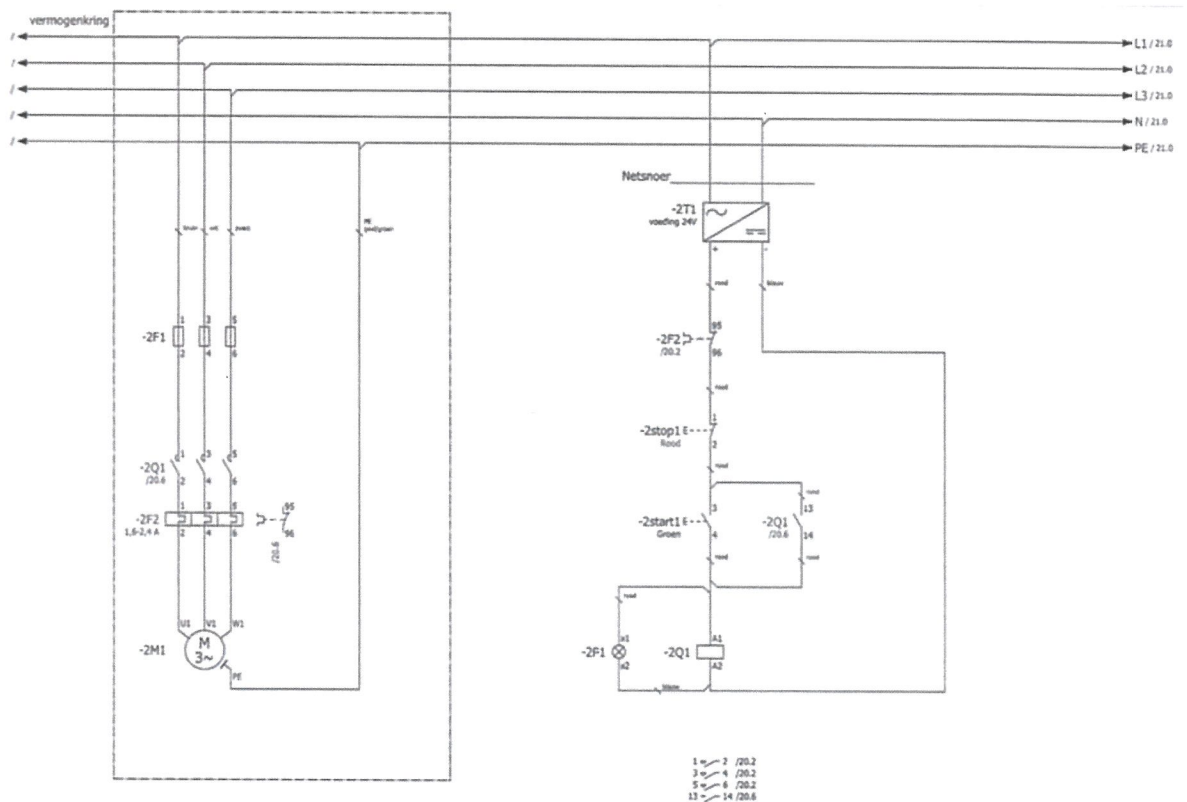
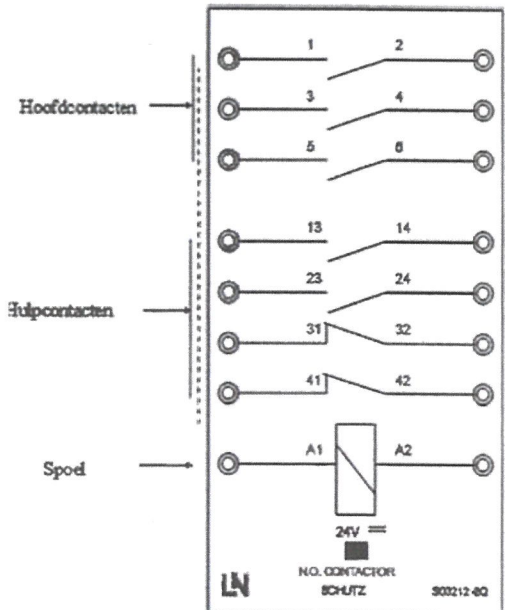
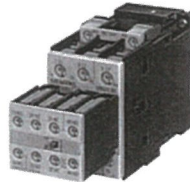
De hulpcontacten dienen om in een stuurkring te gebruiken.
(bv. start-stop-schakeling)

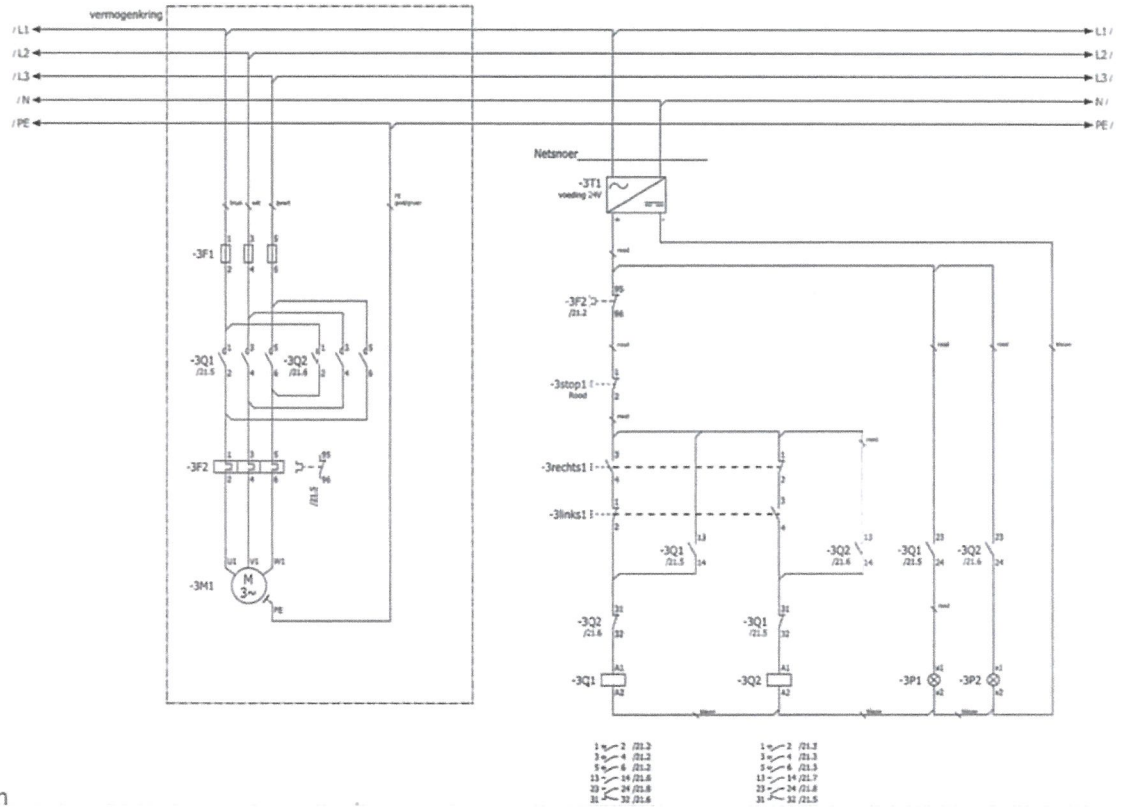
De contacten op de eerste plaats krijgen als eerste getal een 1
de contacten op de tweede plaats een 2 enz.
Het tweede cijfer is een 1-2 bij een verbreekcontact (NC) en
een 3-4 bij een maakcontact (NO)

Voorbeeld

Een verbreekcontact op de derde plaats geeft dus : 31-32.

Een maakcontact op de eerste plaats geeft dus 13-14.





Soorten (standen)

De meeste relais zijn onder te verdelen in 2 soorten: monostabiel en bistabiel.

Monostabiel relais

Relais dat alleen tijdens de bekrachtiging in de actieve stand wordt gehouden, maar zonder bekrachtiging in de ruststand terugspringt.

Bistabiele relais

Relais dat in beide standen blijven staan, ook na het wegvallen van de stuurspanning

Ander sooten zijn **tristabiele relais** en **stappenrelais**.



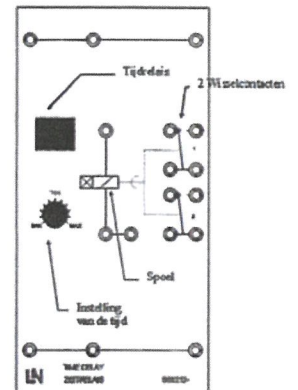
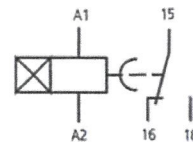
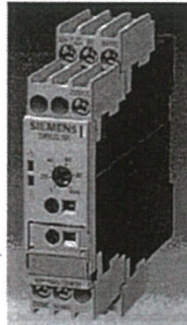
Tijdsrelais

Opkomvertraging

Wanneer de contacten pas omschakelen na een ingestelde tijd vanaf het moment dat we spanning aanleggen aan de spoel, spreken we van een opkomvertraging.

Afvalvertraging

Als de contacten onmiddellijk schakelen bij het aanleggen van de spoelspanning maar slechts na een vertraging terug afvallen bij het wegnemen van de spoelspanning, spreekt men over een afvalvertraging.



Elektrische veiligheid



Elektrische veiligheid

Elektriciteit kan dodelijk zijn

Maatregelen ter bescherming van mensen, kabels en motoren moeten nageleefd worden

Enkel personen die een passende opleiding hebben gekregen mogen elektriciteitswerken uitvoeren

Bepaalde soorten elektriciteitswerken mogen enkel uitgevoerd worden door bevoegde personen

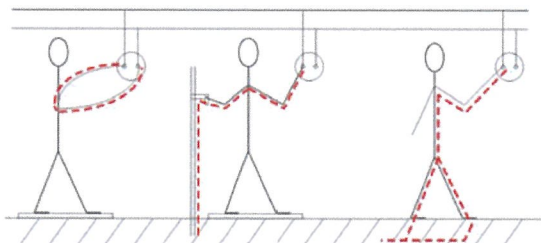


Elektrocutie

Twee mogelijke oorzaken van elektrocutie moeten vermeden worden:

Direct contact met geleiders, aansluitklemmen en niet-geïsoleerde onderdelen uit de stroomkring

Onvoorziene blootstelling aan gevaarlijke elektrische spanning door fouten in de elektrische installatie en/of de aardingsaansluitingen





Veiligheidsvoorschriften

Het toestel dient uitgeschakeld te worden en van de netvoeding te worden gescheiden

Als de elektriciteitskabel losgekoppeld is, maak dan een tijdelijke aardingsaansluiting

Zorg ervoor dat het toestel niet terug ingeschakeld kan worden

Als u het isolatiepunt niet kunt zien vanwaar u aan het werken bent zorg er dan voor dat de stroom niet toevallig door iemand anders terug ingeschakeld kan worden

Controleer of de spanning echt verwijderd is

Heeft u het correcte circuit uitgeschakeld?

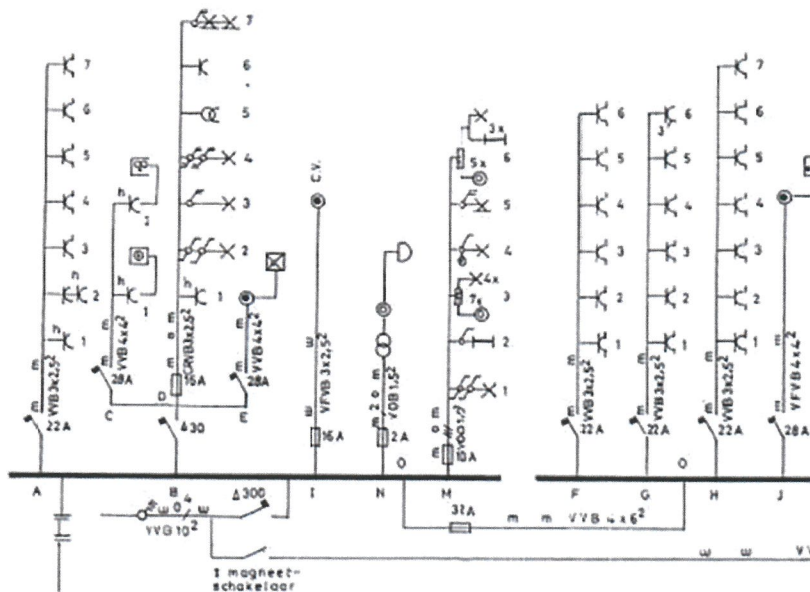
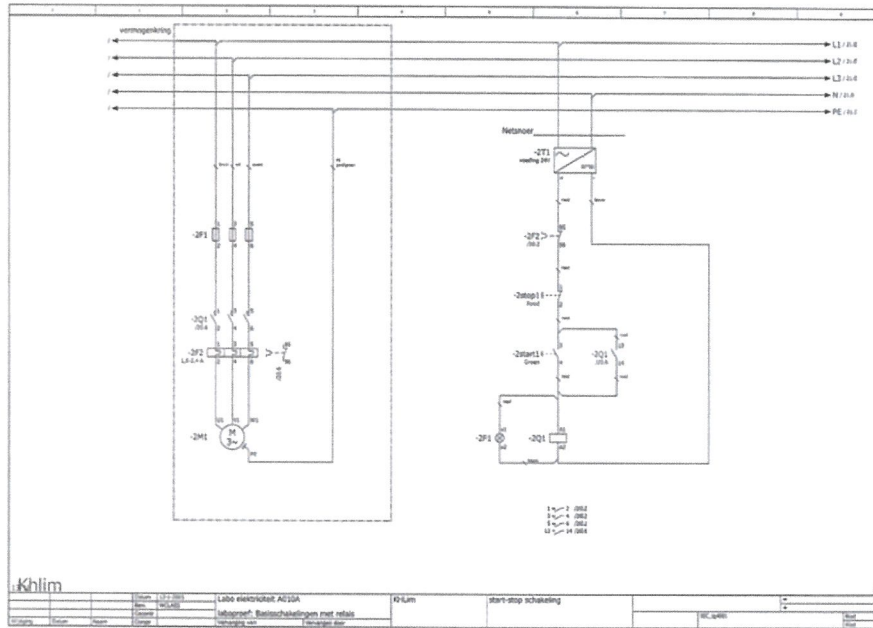
Zorg dat het circuit waarop u zult werken geaard is

In sommige circuits kan er opgeslagen energie aanwezig zijn

Zorg ervoor dat er door contact met de aangrenzende apparatuur geen letsels veroorzaakt kunnen worden

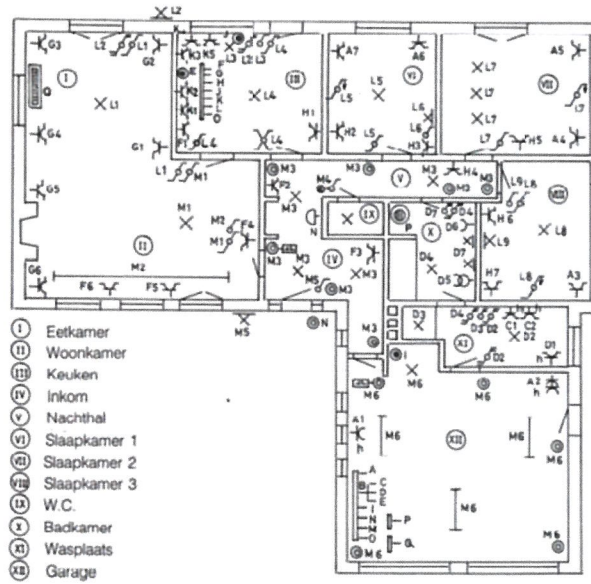


Schema's





Situatieschema



Vragen?