

mbo

NEN 1010

Elektrische installaties in bad- en doucheruimten

TECHNIEKSTAD



COLOFON

©2022 Kenteq, Bilthoven

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Kenteq
Soestdijkseweg Zuid 224
3721 AJ Bilthoven
uitgeverij@kenteq.nl

Inhoudsopgave

1	NEN 1010 Elektrische installaties in bad- of doucheruimten	5
1.1	Gevaren van stroom door het menselijk lichaam	6
1.2	Beschermingsmethoden tegen elektrische schok	12
1.3	Aardlekschakelaar	18
1.4	Bad- of doucheruimten zone-indeling	23
1.5	Elektrisch materieel in een ruimte met een bad of douche	28
1.6	Elektrotechnisch materieel in een zone	30
1.7	Algemene eisen aan elektrisch materiaal	35
1.8	Aanvullende beschermde vereffening	36
1.9	Metalen gestellen	37
1.10	Vreemd geleidend deel	37
1.11	Plaatselijke aanvullende vereffening	39
1.12	Verbindingen	41
1.13	Doorlussen van vereffeningleidingen	43
1.14	Geleiding van vloeistoffen	44
1.15	Wel of geen vreemd geleidend deel?	45
1.16	Metalen gestellen aansluiten	46
1.17	Vloer bad- of doucheruimte	48
1.18	Elektrische verwarming	50
1.19	Aanleg van leidingen	53
1.20	Samenvatting	54
1.21	Antwoorden	58
1.22	Vragen NEN 1010 Elektrische installaties in bad- en doucheruimten	64



INHOUDSOPGAVE

1 **NEN 1010 Elektrische installaties in bad- of doucheruimten**

Inleiding

In een ruimte met een bad of douche worden bijzondere eisen gesteld aan de elektrische installatie en aan de daarop aangesloten elektrische toestellen. Wat is er dan zoal anders? In een ruimte met een bad of douche loop je met natte voeten op een tegelvloer in plaats van op schoenen op een tapijt zoals in de woonkamer.

Ook moeten de toegepaste elektrische toestellen bestand zijn tegen water en vocht. In NEN 1010.701 zijn de bijzondere aanvullende eisen beschreven die aan de elektrische installatie in een ruimte met een bad of douche worden gesteld. In deze lesstof komen die eisen aan de orde.



Badkamer

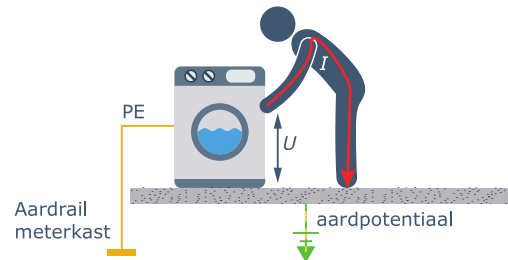
Leerdoelen

Je kunt:

- uitleggen waarom er in de badkamer een verhoogd elektrisch risico aanwezig is
- benoemen welke metalen delen je moet vereffenen in een ruimte met een bad of douche en waarom
- beoordelen welke metalen objecten vreemd geleidende delen zijn (of niet) en welke metalen gestellen
- benoemen welk type en doorsnede draad je gebruikt als vereffening sleiding
- uitleggen hoe je een vereffening sleiding op een vreemd geleidend deel moet aansluiten
- uitleggen waarom je toestellen, die op een andere eindgroep worden aangesloten dan die in de badruimte, zowel met een vereffening sleiding als een bescherming sleiding moet verbinden
- uitleggen wat de zone-indeling in de badkamer inhoudt
- benoemen welk elektrisch materieel je mag gebruiken in elke zone
- uitleggen wat een S-keten en een SELV-keten is, hoe deze de veiligheid verhogen en waar ze mogen worden toegepast
- de eisen voor de bescherming tegen water en vocht van het elektrische materiaal in de badkamer benoemen
- uitleggen hoe je de vloer van een ruimte met bad of douche moet vereffenen
- uitleggen wat IR-panelen zijn
- uitleggen hoe je vloerverwarming en IR-panelen moet aansluiten
- de eisen benoemen die gelden voor vloerverwarming in een ruimte met een bad of douche.

1.1 Gevaren van stroom door het menselijk lichaam

In een ruimte met een bad of douche is er een verhoogd gevaar voor elektrocutie. De grootte van de stroom en de tijd dat deze door het lichaam loopt, bepalen hoe gevaarlijk het is.



Stroom door lichaam bij geleidende ondergrond (bad- of doucheruimte)

De stroom (I) door het lichaam bepaal je als volgt:

$$I = \frac{U}{R}$$

- I = de stroom door het lichaam.
- U_a = aanrakingsspanning. Het potentiaalverschil tussen twee lichaamsdelen bijvoorbeeld de voeten en een hand.
- R = de weerstand van het lichaam (R_{lichaam}) + de weerstand naar de aarde (tegelvloer, beton) of objecten die hiermee zijn verbonden (metalen kraan, radiator, metalen leidingen etc.).

Wat is er nu anders in een ruimte met een bad en douche dan in een normale ruimte?

- De lagere weerstand van het natte lichaam.
- Goed contact van de blote voeten met een vochtige (tegel)vloer, een douchedrain, een geëmailleerde metalen badkuip of douchebak die contact maakt met de aarde. Deze objecten kunnen via beton met betonijzer contact maken met de aarde.
- Goed contact tussen het lichaam en objecten zoals een radiator, bad- of douchekraan, een wasmachine of een infrarood-paneel die met de aardrail in de meterkast zijn verbonden en/of via beton in de wand of de vloer.

Het gevaar van stroom door het lichaam

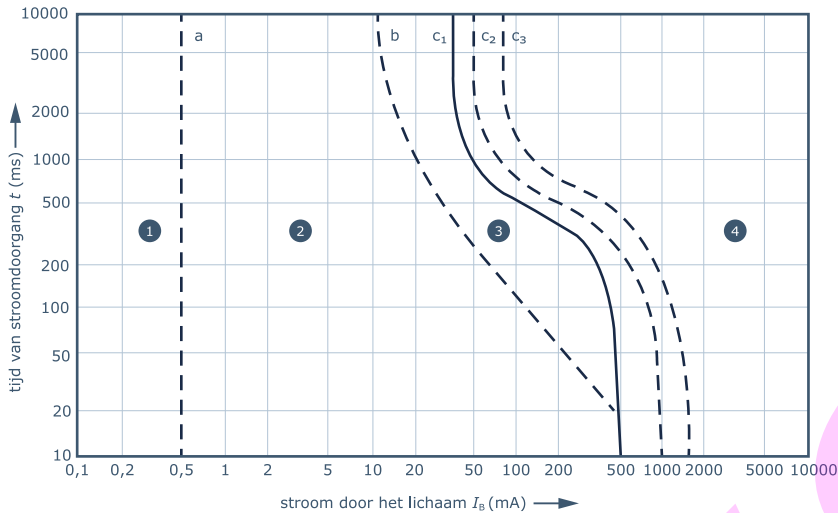
Het elektrocutiegevaar in een ruimte met een bad of douche wordt bepaald door de waarde van de stroom door het lichaam en de tijd dat de stroom door het lichaam loopt. De stroom wordt vervolgens bepaald door de:

- spanning over het lichaam
- impedantie van het lichaam
- impedantie in serie met het lichaam.

De uitleg over deze factoren volgt hierna.

Stroom door het lichaam, tijdsduur en het effect

Door onderzoek en vele proeven op mensen is bepaald hoe gevaarlijk een elektrische stroom is als deze door het lichaam loopt. Hoe hoger de waarde van de stroom en hoe langer deze door het lichaam loopt, des te gevaarlijker het wordt. De volgende grafiek komt uit de internationale norm IEC 479, 'Effecten van stroom op het menselijk lichaam'.



Grafiek gevaar van stroom – tijd op het menselijk lichaam (Bron IEC 479)

In de grafiek zijn vier gebieden aangegeven:

- **Gebied 1**

De stroom is niet of nauwelijks waarneembaar, ook al loopt deze lange tijd door het lichaam. De grens tussen gebied 1 en 2 (stippellijn a) wordt de *gevoelsdrempel* genoemd. Rechts van lijn a is de stroom voelbaar.

- **Gebied 2**

Bij een toename van de stroom is deze steeds beter te voelen, maar heeft de stroom nog geen schadelijke gevolgen. Boven de 10 mA is de stroom zodanig hoog dat spieren kunnen verkrampen. Stippellijn b is de zogenaamde *loslatdrempel*. Als je met de hand een onder spanning staand deel vastpakt, dan kun je het wellicht niet meer loslaten. Dit komt doordat de spieren dan samentrekken. Dit is een gevaarlijke situatie als de installatie niet heel snel (automatisch) wordt uitgeschakeld.

- **Gebied 3**

Spieren trekken heftig samen en lichaamsfuncties kunnen verstoord raken.

- **Gebied 4**

In dit gebied is de stroom-tijdcombinatie levensgevaarlijk. Er bestaat een toenemende kans op ademhalingsproblemen, *hartfibrillatie* en hartstilstand. Tussen stippellijnen C1 en C2 neemt de kans op hartfibrillatie toe tot 5%, tussen C2 en C3 tot 50% en rechts van C3 meer dan 50%. Bij hartfibrillatie trekken de hartspieren onregelmatig samen waardoor het hart geen bloed meer door het lichaam kan rondpompen. Daaraan kun je snel overlijden.



- ? 1. Wat is de betekenis van de stippellijn a in de 'Grafiek gevaar van stroom – tijd op het menselijk lichaam'?

- ? 2. Is een stroom van 30 mA door het lichaam veilig? Motiveer je antwoord.

- ? 3. Bekijk de grafiek 'Gevaar van stroom – tijd op het menselijk lichaam' en beschrijf het gevolg voor het lichaam bij:
- a. 50 milliseconden bij 100 mA.

- b. 100 milliseconden bij 100 mA.

- c. 1 seconde bij 100 mA.

- d. 5 seconden bij 100 mA.

Spanning

De stroom door het lichaam hangt onder andere af van de spanning over het lichaam. Onder normale, droge omstandigheden levert een wisselspanning tot maximaal 50 V of een gelijkspanning tot 120 V geen gevaarlijke stroom op voor de mens. Echter in contact met water, zoals in een bad, ligt deze grens lager: maximaal 12 V wisselspanning en 30 V gelijkspanning.

Een gevaarlijke stroom door het lichaam in een ruimte met een bad of douche kun je voorkomen door de spanning over het lichaam zo laag mogelijk te houden. Dit bereik je door in deze ruimten aanraakbare metalen delen met elkaar te verbinden. Dat noemen we *vereffenen*. Ook mag in een ruimte met bad of douche niet overal 230 V materieel worden toegepast. Verderop in de lesstof leer je hierover meer.

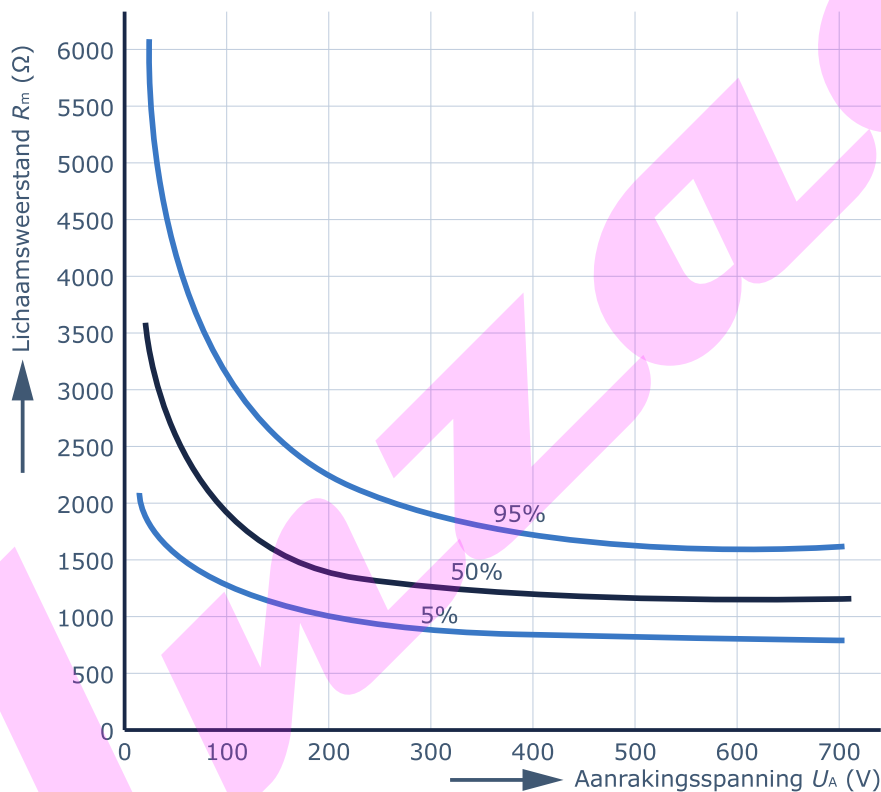
4. Vul de waarden van de spanning in.
- Een veilige spanning in een normale omgeving bedraagt maximaal: _____ V_{AC} en _____ V_{DC} .
 - Een veilige spanning in contact met water bedraagt maximaal: _____ V_{AC} en _____ V_{DC} .

De impedantie van het lichaam

De stroom door het lichaam hangt ook af van de weerstand ofwel de *impedantie* van het lichaam. Mensen zijn verschillend. Zo ook de impedantie van het lichaam. Een monteur heeft doorgaans een dikke eeltlaag op zijn handen waardoor de impedantie hoger is dan gemiddeld. Een jonge kantoormedewerker heeft waarschijnlijk een dunnere huid en een lagere impedantie dan gemiddeld.

Ook blijkt uit proeven dat de impedantie afneemt als de spanning over het lichaam toeneemt. In de grafiek is de impedantie van het menselijk lichaam weergegeven.

Omdat de impedantie van mensen verschillend is, zijn de gemiddelde waarden van de impedantie weergegeven voor een gedeelte van de *populatie* (het percentage van de menselijke bevolking).



Lichaamsweerstand bij een aanrakingsspanning

Opmerking

Impedantie is een ander woord voor weerstand. Weerstand (R) is een term die wordt toegepast bij de hinder die de stroom ondervindt bij gelijkstroom.

Impedantie (Z) is een term die wordt toegepast bij de hinder die de stroom ondervindt bij wisselstroom. Zowel weerstand als impedantie worden uitgedrukt in ohm (Ω). Bij een lage frequentie zijn beide waarden ongeveer gelijk. In het spraakgebruik worden de termen soms willekeurig door elkaar toegepast.



Voorbeeld

Bij 230 V over het lichaam tussen beide handen is de waarde van de impedantie bij 5% van de populatie lager dan 1000 Ω . Bij 50% van de populatie is deze lager dan 1400 Ω . Bij 95% van de populatie is deze lager dan 2200 Ω . (Zie grafiek 'Lichaamsweerstand bij een aanrakingsspanning').

Omdat elektrische installaties veilig moeten zijn voor het overgrote deel van de mensen, wordt de 5% lijn toegepast in de praktijk. Als richtwaarde voor de impedantie van het lichaam wordt daarom 1000 Ω , 1 k Ω toegepast.



5. Mensen hebben een verschillende impedantie. Waarom wordt 1 k Ω toegepast en niet de meest voorkomende waarde 2 k Ω , om de waarde van stroom door het lichaam te berekenen en veiligheidsmaatregelen te treffen?



6. Wat is het verschil tussen weerstand en impedantie?

De impedantie en daarmee het elektrocutiegevaar wordt ook bepaald door de weg die de stroom door het lichaam neemt. De gevaarlijkste situatie doet zich voor als de stroom door de hartstreek loopt. In deze tabel is de impedantie weergegeven tussen verschillende delen van het lichaam.

Stroomweg	Lichaamsimpedantie (Ω)		
	5%	50%	95%
Hand-hand	1000	1850	3000
Hand-voet	1000	1850	3000
Hand-voeten	750	1388	2250
Handen-voeten	500	925	1500
Hand-borst	450	833	1350
Handen-borst	230	426	690
Hand-zitvlak	550	1018	1650
Handen-zitvlak	300	555	900

Impedantie tussen verschillende delen van het lichaam

- ? 7. Zoek op in de tabel 'Impedantie tussen verschillende delen van het lichaam'. Wanneer is de stroom door het lichaam het hoogste (gevaarlijkste)? Motiveer je antwoord.

Impedantie in serie met het lichaam

Staat een persoon op schoenen of op een isolerende vloer zoals een tapijt, dan komt de impedantie hiervan in serie te staan met de impedantie van het lichaam.

$$Z_{\text{tot}} = Z_{\text{lichaam}} + Z_{\text{schoenen}} + Z_{\text{vloer}} + Z_{\text{etc.}}$$

In een gewone ruimte zijn de impedantie van schoenen, een houten vloer en een vloermat in het algemeen veel hoger dan de lichaamsimpedantie. Vaak kilo- tot megaohms hoger. Doordat de totale impedantie dan veel hoger is, is de stroom daardoor veel lager.

In een ruimte met een bad of douche staat een persoon met blote voeten op de natte tegelvloer. De onderliggende tegel en betonlaag zijn met de aarde verbonden via betonijzer en dergelijke.

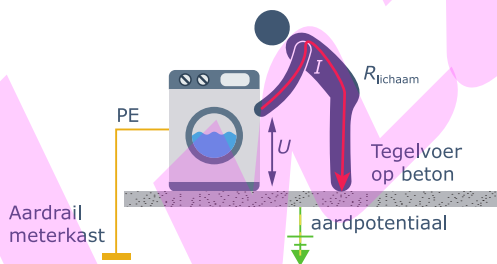
Het elektrocutiegevaar in een ruimte met een bad of douche is dan ook veel groter dan in een ruimte waar je schoenen draagt en de vloer is geïsoleerd.

Voorbeeld

In dit voorbeeld is het verschil beschreven tussen twee situaties: het elektrocutiegevaar in een normale ruimte en in een ruimte met bad of douche.

Ruimte met bad of douche

Normale verblijfsruimte



a. Grote stroom door lichaam bij geleidende ondergrond (bad- of doucheruimte)

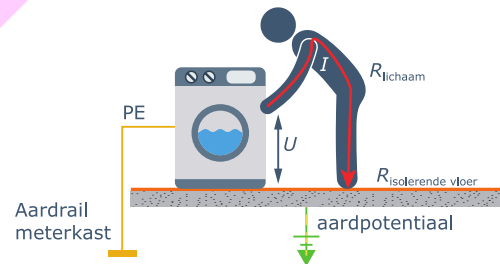
Goed contact met natte voeten op de vloer. Weerstand naar aarde nihil

Stel:

$$U = 115 \text{ V}$$

$$I = \frac{115 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 115 \text{ mA}$$

Levensgevaarlijk



b. Kleine stroom door het lichaam bij isolerende ondergrond (bijkeuken)

Schoenen en vloerbedekking hebben hoge weerstand bijvoorbeeld 19 kΩ

Stel:

$$U = 115 \text{ V}$$

$$I = \frac{115 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega + 19 \text{ k}\Omega} = 5,75 \text{ mA}$$

Lichte schok

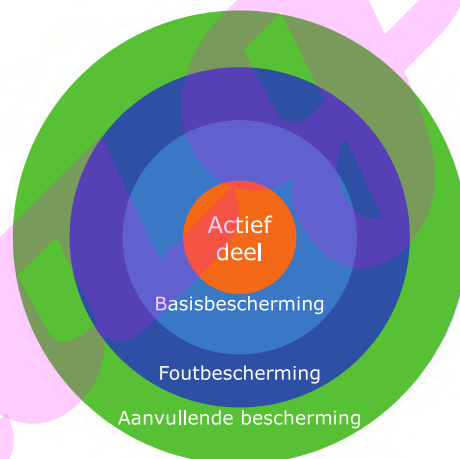
- ? 8. Bereken de waarde van de stroom die door een persoon loopt als deze:
- op een vloer staat met een weerstand van $9\text{ k}\Omega$ naar aarde.

- met blote voeten op de vloer staat en met zijn hand de beschadigde fase draad van de föhn aanraakt.

1.2 Beschermingsmethoden tegen elektrische schok

Om mensen in een bad- of doucheruimte te beschermen tegen een elektrische schok, moeten de volgende beschermingsmaatregelen worden toegepast:

- Basisbescherming
- Foutbescherming
- Aanvullende bescherming.



Basis-, fout- en aanvullende bescherming

Basisbescherming

Basisbescherming betekent maatregelen treffen die voorkomen dat je actieve delen zoals een fase draad en een nul draad direct kunt aanraken. Voorbeelden van basisbescherming zijn isolatie, afschermingen en omhullingen van toestellen.



Draadisolatie en omhulling wasmachine = basisbescherming

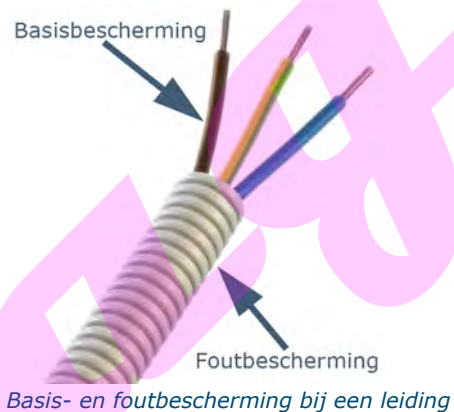
Bij de keuze van isolatiemateriaal moet je erop letten dat de temperatuur van de isolatie niet te hoog wordt. Als de temperatuur hoger wordt dan 60 graden, wordt bijvoorbeeld VD (vinyl) week. Daarom moet een halogeenlamp of een saunakachel met draad worden aangesloten die tegen een hogere temperatuur is bestand. Een fabrikant van het elektrisch materiaal beschrijft in de montage-instructie welke draad je dan moet toepassen.

Afschermingen en omhulsels

Afschermingen en omhulsels van elektrisch materiaal moeten bestand zijn tegen de omgevingsinvloeden in een bad- of doucheruimte. Zo moet elektrisch materieel in een bad- of doucheruimte een mate van bescherming hebben tegen vocht en water. Verderop in deze leereenheid lees je welke eisen worden gesteld aan elektrisch materiaal dat je in elke zone (een gebied) in de bad- of doucheruimte mag installeren.

Foutbescherming

Alleen basisbescherming is onvoldoende om mensen te beschermen tegen stroomdoorgang. Foutbescherming moet een extra bescherming bieden als het fout gaat, of extra voorkomen dat het fout gaat.



Foutbescherming kun je onder andere bereiken door:

- geïsoleerde draden in een PVC-buis aan te leggen
- aders in een leiding te omgeven door een mantel
- een metalen omhulling met een beschermingsleiding op een aardsysteem aan te sluiten (aarden).

? 9. Als je een vinyl draad in een PVC-buis toepast, welke isolatie vormt dan de basisbescherming en welke isolatie de foutbescherming?

Voorbeeld

Toestellen die je vaak tegenkomt in een bad- of doucheruimte, zoals een wasmachine, wasdroger of straalkachel hebben een metalen omhulling. Raakt een fase draad deze omhulling (zie ook paragraaf 'Metalen gestellen'), dan staat de omhulling onder spanning. Door de metalen omhulling te verbinden met een beschermingsleiding (aarddraad), gaat er direct als de fout zich voordoet, een grote stroom lopen door de beschermingsleiding.



Wasmachine in badkamer

Dit zorgt ervoor dat in de meterkast de beveiliging de aardlekschakelaar binnen 300 ms uitschakelt. De reactietijd van de aardlekschakelaar is zodanig kort dat de tijd van stroom door de persoon die hem aanraakt, veilig blijft.

Verhoogde bescherming

Verhoogde bescherming is een maatregel die zowel basisbescherming als foutbescherming biedt. Voorbeelden van verhoogde bescherming die wordt toegepast in een bad- of doucheruimte zijn:

- dubbele of versterkte isolatie
- S-keten
- SELV-keten.

Dubbele of versterkte isolatie

Denk bij *dubbele of versterkte isolatie* bijvoorbeeld aan de omhulling van een föhn en sommige lichtarmaturen (zonder metalen omhulling). Dit materiaal is herkenbaar aan het symbool 'twee vierkantjes' op het typeplaatje.



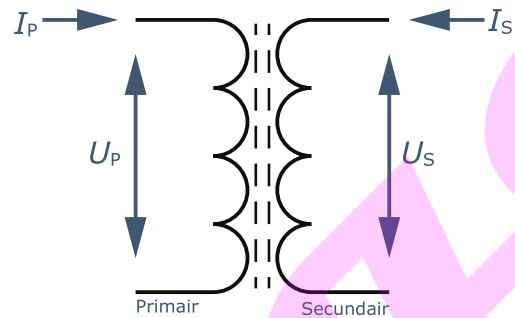
Een föhn met versterkte isolatie (basis- en foutbescherming)

S-keten

Een *S-keten* is een stroomketen die wordt gevoed door een beschermingstransformator, ook wel een scheidingstransformator genoemd. In bad- of doucheruimten werd deze vroeger heel vaak toegepast in een scheerwandcontactdoos. Nu zie je hem vooral in hotels en dergelijke waar zowel een 230 V scheertoestel als een 115 V scheertoestel (voor bijvoorbeeld Amerikaanse gasten) op kan worden aangesloten.

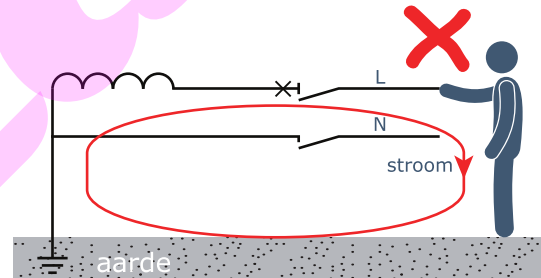


Scheerwandcontactdoos met een beschermingstransformator



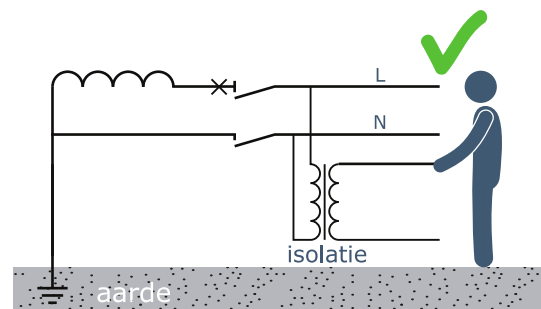
Schema transformator

Een beschermingstransformator heeft een primaire spoel waarop de fase- en nul (230 V) worden aangesloten (U_p) en een secundaire spoel: de uitgang, waarop het scheertoestel kan worden aangesloten (U_s). Wat is nu het verschil van 230 V voor de transformator en na de transformator? Raakt een persoon (bij bijvoorbeeld een beschadigde leiding) in een normale installatie (voor de transformator) een fasedraad aan, dan loopt er een gevaarlijke stroom via het lichaam naar de aarde.



Stroom door lichaam zonder beschermingstransformator

Achter een scheidingstransformator is dat niet het geval. Tussen de twee aansluitingen staat wel 230 V, maar niet ten opzichte van de aarde. De uitgang is een zogenaamd zwevend net. Als een persoon de ene draad of de andere draad aan de secundaire zijde aanraakt, dan voelt hij daar niets van. Uiteraard moet hij niet beide draden vastpakken, want daartussen staat wel 230 V.



Veilig achter beschermingstransformator

? 10. Op een 230 V scheerapparaat staat het volgende symbool. Wat betekent het?



Symbool

? 11. Beantwoord de vragen.

a. Wat is de naam van de stroomketen die wordt gevoed door een beschermingstransformator?

b. In badkamers worden soms beschermingstransformatoren toegepast. Voor het aansluiten van welk toestel is dat?

c. Wat is een andere naam voor dit type transformator?

SELV-keten

SELV betekent *Safety Extra Low Voltage*, veilige zeer lage spanning. Een veilige zeer lage spanning is een spanning lager dan 50 V_{AC} en 120 V_{DC}.

In een ruimte met bad of douche wordt een SELV-keten bijvoorbeeld toegepast bij het aansluiten van 24 V lichtbronnen zoals LED-strips, LED-armaturen en dergelijke. De SELV-keten wordt dan gevoed door een veiligheidstransformator of een elektronische omvormer. De uitgang hiervan levert een veilige, zeer lage spanning. Deze stroomkring noemen we een SELV-keten.

Op een voedingsbron voor een SELV-keten staat dit symbool:

Het betekent dat de omvormer is voorzien van veiligheidsisolatie en is beveiligd tegen kortsluiting.



Omvormer 230 VAC - 24 VDC voeding voor SELV-keten (Bron Hera)



Symbool voeding voor SELV-keten

- ? 12. Beantwoord de vragen.
a. Waarvoor staan de letters SELV?

- b. Wat is de maximale spanning in een SELV-keten?

- c. Wat is het verschil tussen een S-keten en een SELV-keten?

Aanvullende bescherming

Basis- en foutbescherming of verhoogde bescherming zijn in de meeste omgevingen voldoende om te beschermen tegen elektrocutie. Echter niet in een ruimte met een bad of douche. In een ruimte met een bad of douche is *aanvullende bescherming* vereist. Dit bereik je door middel van:

- Aardlekschakelaars 30 mA

In een ruimte met een bad of douche moeten alle stroomkringen zijn beveiligd door een aardlekschakelaar $I_{\Delta n} \leq 30$ mA. Een uitzondering hierop zijn de S-ketens en SELV-ketens.

- Aanvullende beschermende vereffening

In een ruimte met een bad of douche moeten alle metalen gestellen en alle bereikbare vreemd geleidende delen in de badruimte onderling worden verbonden en met de aardingsvoorziening. In paragraaf 'Plaatselijke aanvullende vereffening' leer je hierover meer.

- ? 13. Welke installaties in een bad- of doucheruimte moeten worden beveiligd door een $I_{\Delta n} \leq 30$ mA aardlekschakelaar?

- ? 14. Welke metalen voorwerpen moeten in een bad- of doucheruimte worden verbonden met de aardingsvoorziening?

1.3 Aardlekschakelaar

In een ruimte met een bad of douche moeten alle stroomkringen zijn beveiligd door een aardlekschakelaar $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$. Een uitzondering hierop zijn de transformatoren en omvormers voor het voeden van S-ketens en SELV-ketens.

➤ **Opmerking**

In de praktijk worden een scheertransformator (S-keten) of enkele 24 V led-lampen met een omvormer (SELV-keten) niet op een aparte eindgroep aangesloten. Daarom worden deze stroomketens in het algemeen ook aangesloten op dezelfde eindgroep als de overige stroomketens in de badruimte. Deze zijn dan allemaal beveiligd door een $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ aardlekschakelaar. Maar dat hoeft dus niet voor de SELV- en S-ketens.

➤ **Opmerking**

Aardlekschakelaars worden in de nieuwe NEN 1010 aangeduid met 'RCD'. Dat staat voor het Engelse *residual current device*, te vertalen als 'verschil-stroom schakelaar'.

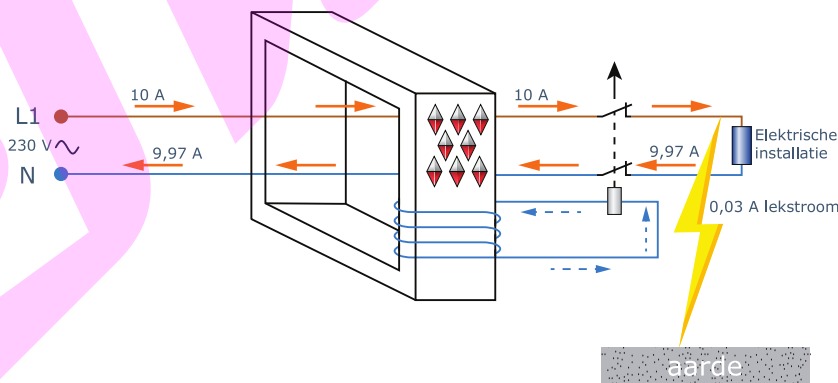
Werking van de aardlekschakelaar

Op een aardlekschakelaar staat bijvoorbeeld vermeld $I_{\Delta n} 0,03 \text{ A}$. I betekent stroom, het driehoekje 'Δ' is een Grieks symbool genaamd Delta. Het betekent 'verschil'. $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ betekent daarom verschilstroomschakelaar. I_n is de *nominale verschilstroom*. Een aardlekschakelaar reageert als de waarde van de stroom door de fase-geleider en die door de nul-geleider verschillend zijn waarbij het verschil een waarde overschrijdt.



$I_{\Delta n} 30 \text{ mA}$ aardlekschakelaar die nominaal maximaal 40 A mag voeren

Zo kan een $I_{\Delta n} 0,03 \text{ A}$ (30 mA) aardlekschakelaar de installatie uitschakelen als een sinusvormige verschilstroom groter is dan 15 mA (de helft van de nominale waarde). Hij doet dat zeker als de verschilstroom groter is dan 30 mA.



Principewerking aardlekschakelaar

- ? 15. Beantwoord de vragen.
- a. Met welke drie letters wordt een aardlekschakelaar ook wel aangeduid?

- b. Op een aardlekschakelaar staat vermeld: $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$.

Geef de betekenis van alle symbolen in deze code:

$I =$

$\Delta =$

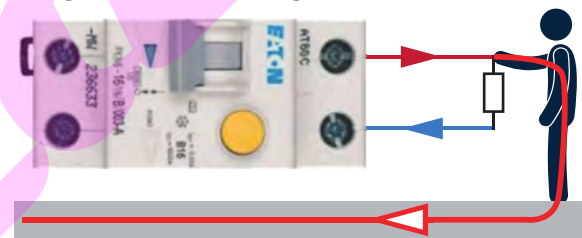
$n =$

$\leq =$

Bij normaal bedrijf is de waarde van de stroom door de fase-geleider gelijk aan de stroom door de nul-geleider. Er is dan geen stroomverschil waarop de aardlekschakelaar reageert. Er ontstaat wel een stroomverschil waardoor de aardlekschakelaar de installatie uitschakelt. Dat gebeurt in de volgende twee situaties:

• **Situatie 1**

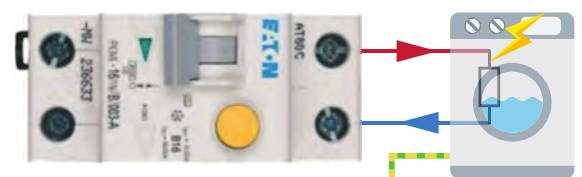
Door een gebrek aan de isolatie of de omhulling kan een persoon een actief deel aanraken. De 30 mA aardlekschakelaar schakelt dan heel snel uit. Deze aardlekschakelaar is daarom een aanvullende bescherming tegen directe aanraking (van actieve delen).



Stroomverschil bij directe aanraking van actief deel

• **Situatie 2**

In een elektrisch toestel met een metalen omhulling zoals een wasmachine doet zich een aardsluiting voor. Een actief deel maakt dan contact met het metaal waardoor dat onder spanning komt te staan.



Stroomverschil bij een aardsluiting

Doordat een metalen omhulling is verbonden met een beschermingsleiding (een aarddraad), gaat daardoor een stroom lopen. Hierdoor ontstaat een stroomverschil in de aardlekschakelaar waardoor deze snel uitschakelt. De aardlekschakelaar is in dit voorbeeld een bescherming tegen indirecte aanraking.

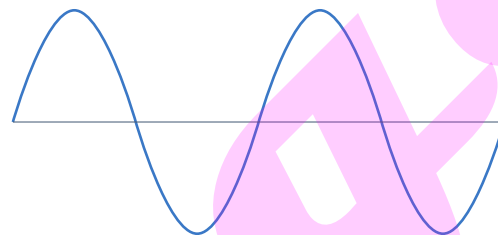
Aardlekschakelaar type AC

In oudere huizen worden nog aardlekschakelaars toegepast van het type AC. Deze zijn herkenbaar aan het rechthoekje met sinusvormig symbool.



Aardlekschakelaar type AC met uitvergroting van het symbool voor deze schakelaar

Een aardlekschakelaar type AC reageert alleen betrouwbaar als de foutstroom (de verschilstroom) sinusvormig is. Dit is onder andere het geval als een persoon een actief deel aanraakt (Situatie 1).



Sinusvormige stroom

In elektronische apparatuur bevindt zich vaak een gelijkrichter. Doet zich in zo'n toestel een aardsluiting voor (Situatie 2), dan kan de vorm van de foutstroom pulserend zijn.



Pulserende foutstroom

Bij een aardsluiting in apparatuur is het daarom onzeker of de aardlekschakelaar type AC uitvalt.

Het AC-type aardlekschakelaar mag volgens NEN 1010 daarom al jaren niet meer worden geïnstalleerd. In bestaande woningen kun je deze wel aantreffen. Dan is het advies deze te vervangen door een type A.

?

16. Beantwoord de vragen.
- Hoe herken je een type AC-aardlekschakelaar?

- In welke installaties worden deze toegepast?

- Mag je deze ook installeren in een nieuwe installatie en waarom wel of niet?

Aardlekschakelaar type A

Een type A aardlekschakelaar reageert op zowel een sinusvormige als pulserende foutstroom. Een type A is de meest gangbare aardlekschakelaar en geschikt om installaties in een woning, zoals in een badkamer, te beveiligen. Een type A aardlekschakelaar herken je aan het getoonde symbool.



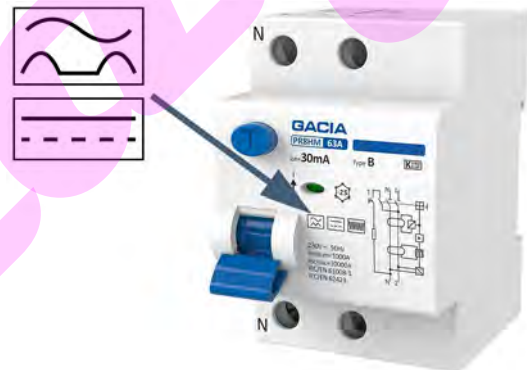
Type A aardlekschakelaar

Dat is met uitzondering van installaties waarin door een fout verschil-gelijkstroom kan lopen. Dit kan het geval zijn bij eindgroepen in een woning waarop wordt aangesloten de PV-omvormer voor zonne-energie en de EV-laadunit voor de elektrische auto. Dit staat dan beschreven in de handleiding van de aangesloten toestellen.

Bij een pulserende stroom kan een type A $I_{\Delta n} \leq 30$ mA aardlekschakelaar al uitschakelen als de verschilstroom groter is dan 10,5 mA. Hij doet dat zeker als deze groter is dan 42 mA. Hij reageert tussen de 0,35 en 1,4 x $I_{\Delta n}$.

Aardlekschakelaar type B

Een type B aardlekschakelaar beschermt zowel tegen sinusvormige-, pulserende- en gelijkstromen en is herkenbaar aan deze symbolen.



Type B aardlekschakelaar