

Je hebt dan $5 \text{ A} - 0,001 \text{ A} = 4,999 \text{ A}$ teveel.

Deze stroom moet dus door de parallelweerstand heen. Deze parallelweerstand noem je *shuntweerstand*.

Ook nu kun je de weerstand weer berekenen. De spanning is bij parallelschakelen namelijk overal gelijk.

$$R_{\text{shuntweerstand}} = U_{\text{weerstand}} / I_{\text{weerstand}} \Rightarrow$$

$$R_{\text{shuntweerstand}} = 0,1 \text{ V} : 4,999 \text{ A} \Rightarrow$$

$$R_{\text{shuntweerstand}} = 0,020004 \Omega$$

Je ziet dat deze weerstand erg klein wordt. Bij een ampèremeter moet de weerstand altijd zo klein mogelijk zijn om spanningsverlies te voorkomen. Bedenk daarbij dat de ampèremeter altijd in serie moet staan.

Werkboek

Maak nu in je werkboek **hoofdstuk T2 Meetapparatuur**.

Samenvatting T2

Je moet nu weten dat:

- er analoge en digitale meetinstrumenten zijn. Analoge instrumenten herken je aan een wijzer. Digitale herken je aan een display met cijfers;
- analoge meters er onder andere als draaispoelmeter en weekijzermeter zijn;
- de draaispoelmeter:
 - poolgevoelig is;
 - kwetsbaar is;
 - een gelijkmatige schaalverdeling heeft;
 - gevoelig voor overbelasting is.
- de weekijzermeter:
 - niet poolgevoelig is;
 - vrij sterk van constructie is;
 - minder gelijkmatige schaalverdeling heeft;
 - minder gevoelig voor overbelasting is.
- je een analoge meter loodrecht boven de wijzer moet aflezen. Parallax is de meetfout die je maakt als je een wijzerinstrument schuin afleest;
- de display van een digitale meter cijfers (digits) bevat. Een $1/2$ digit wil zeggen uitlezing van 0 of 1. Een hele digit wil zeggen een uitlezing van 0 tot en met 9;
- $2^{1/2}$ digit wil zeggen een uitlezing van 000 tot en met 199;
- A-meters een lage weerstand hebben en in serie met een verbruikstoestel worden geschakeld;
- V-meters een hoge weerstand hebben en parallel worden geschakeld;
- kWh-meters meters met een telwerk zijn. Een kWh-meter geeft de spanning, stroom en de tijd aan door middel van een telwerk. Hierdoor wordt de gebruikte energie gemeten.

T 3

Wisselspanningsbron en leidingnet

Wat ga je doen?

Je gaat dieper in op het begrip wisselspanning. Je gaat vooral de sinusvormige wisselspanning bekijken. Ook ga je andere spanningsvormen leren.

Waar kom je dit tegen in de beroepspraktijk?

Thuis en in elk ander gebouw werken installaties op wisselspanning. Ook straatverlichting en de verlichting op je (brom)fiets werkt op dit soort spanning.

Aan het einde van deze les kun je:

- enkele spanningssoorten aangeven en benoemen*;
- aangeven wat frequentie is;
- de symbolen en eenheden bij wisselspanning noemen;
- de periodetijd en frequentie berekenen;
- een sinusvormige wisselspanning tekenen.



1

Periodetijd

In moduul K5 heb je al kennisgemaakt met de sinusvormige wisselspanning. In figuur 1 zie je deze spanning nog eens naast een gelijkspanning.

Je ziet daarbij dat:

- de gelijkspanning altijd dezelfde polariteit houdt;
- de wisselspanning net zoveel positief is als negatief (boven en onder de nullijn).

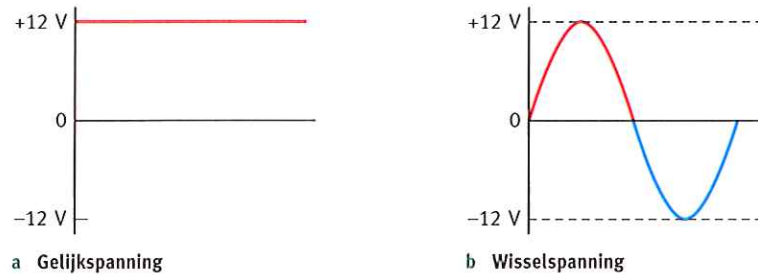


Fig.1 Spanningsvormen

In moduul K5 heb je al geleerd dat in ons elektriciteitsnet het aantal wisselingen 50 keer per seconde is.

Je noemt dit de *frequentie* van de spanning. Deze frequentie f druk je uit in hertz (Hz).

Frequentie wil zeggen hoe vaak iets zich herhaalt binnen een bepaalde tijd. In de elektrotechniek ga je uit van het aantal wisselingen (of perioden) per seconde. $f = 50$ Hz wil dus zeggen dat de spanning per seconde 50 keer wisselt van + en -. De spanning is dus 50 keer per seconde positief en 50 keer per seconde negatief.

De tijdsduur van één periode noem je de *periodetijd* T . Zie figuur 2.

De periodetijd T druk je uit in seconde of milliseconde.

1 milliseconde (1 ms) is gelijk aan éénderdste deel van een seconde.

Voor ons lichtnet is de periodetijd dus:

$$T = \frac{1 \text{ seconde}}{f} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s}$$

0,02 s is tweehonderdste deel van één seconde of anders gezegd 20 milliseconde.

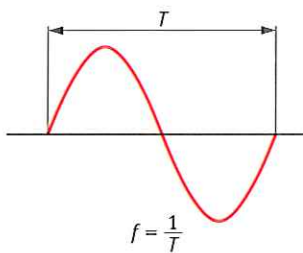


Fig.2 Periodetijd T

2

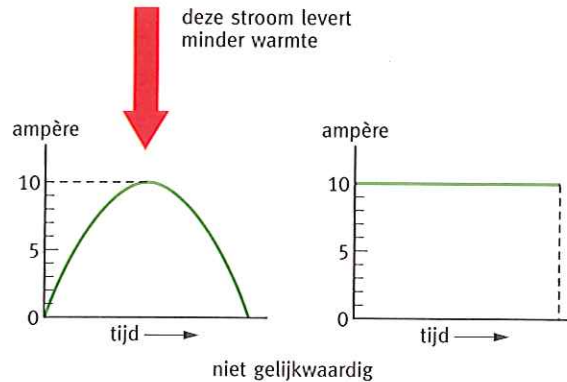
Spanningswaarden

In figuur 1 kun je zien dat de wisselspanning even groot is als de gelijkspanning.

Als je echter deze spanning om beurten aansluit op een lampje, dan gaat het lampje op de gelijkspanning feller branden. Dit komt omdat de topwaarde van de wisselspanning maar heel even wordt bereikt. Bij gelijkspanning blijft die *topwaarde* constant aanwezig.

Bij een sinusvormige wisselspanning spreek je daarom van de *effectieve waarde*. De effectieve waarde van een sinusvormige wisselspanning heeft dezelfde uitwerking op een gloeilamp als een even grote gelijkspanning heeft.

Ofwel: een kachel geeft bij een gelijkstroom van 10 A evenveel warmte als bij een wisselstroom met een effectieve waarde van ook 10 A. Zie figuur 3.



a Niet gelijkwaardig

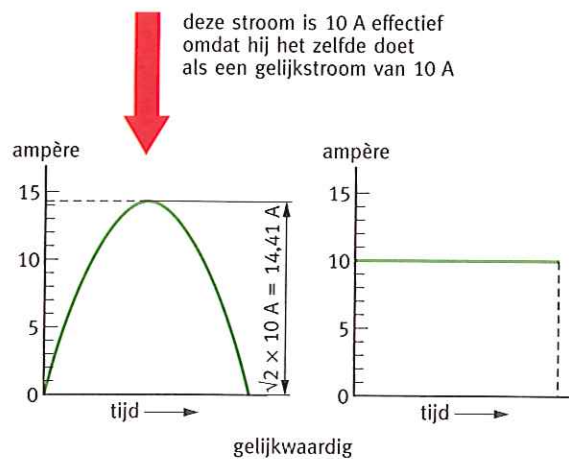


Fig.3 Vergelijking wisselspanning met gelijkspanning

b Wel gelijkwaardig

De effectieve waarde voor een sinusvormige wisselspanning of stroom kun je berekenen als volgt:

$$U_{\text{eff}} = U_{\text{top}} : \sqrt{2}$$

Voor U_{top} mag je ook U_{maximaal} of U_{max} schrijven.

Bij ons elektriciteitsnet is de topwaarde van de spanning ongeveer 324 V tussen fase en nul. De effectieve waarde is dan:

$$U_{\text{eff}} = U_{\text{max}} : \sqrt{2} \Rightarrow$$

$$U_{\text{eff}} = 324 \text{ V} : \sqrt{2} \Rightarrow$$

$$U_{\text{eff}} = 230 \text{ volt}$$

In de praktijk praat je altijd over de effectieve waarde van een wisselspanning of wisselstroom. Om deze reden schrijf je niet meer U_{eff} , maar gewoon U .

Alle overige waarden waaruit een sinus is samengesteld, noem je *momentele waarden*. Zie figuur 4.

Dit zijn allemaal waarden zoals de topwaarde die er maar heel even is. De grootste momentele waarde is dus gelijk aan de *maximale waarde*.

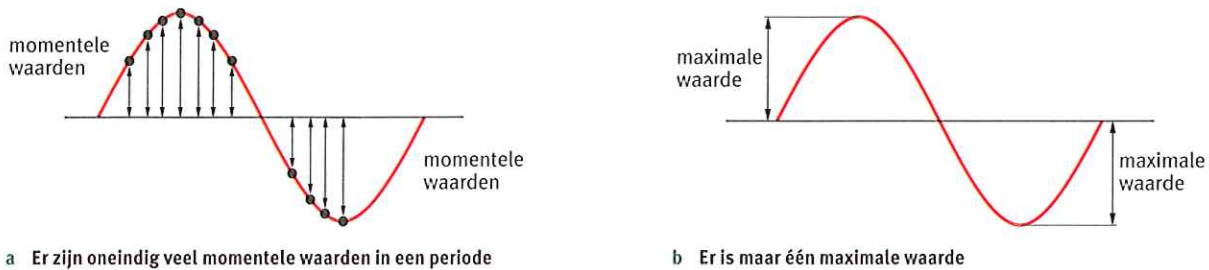


Fig.4 Momentele waarde

3

Leidingnet

In figuur 5 (op bladzijde 208) zie je een eenvoudig schema met de opbouw van het leidingnet van centrale naar gebruiker in Nederland. De getekende hoogspanningsleidingen zijn doorverbonden met andere centrales.

Bij de opwekking wordt 10 000 V gebruikt. Deze spanning wordt met transformatoren verhoogd naar 50 000 V (= 50 kV), 110 000 V (= 110 kV), 220 000 V (= 220 kV) of 380 000 V (= 380 kV). 1 kilovolt = 1 000 V.

Deze spanning wordt dan aan het *koppeln*et toegevoegd. Dit koppelnet is op een paar plaatsen in Nederland weer doorgekoppeld met het buitenland. Zo kun je elektrische energie krijgen uit welk land van Europa dan ook.

Deze hoge spanningen zijn nodig om de verliezen te verkleinen. Hoe groter de afstand en de stroom, hoe groter de verliezen. Steden kun je niet dichterbij halen, maar de stroom kun je verkleinen door de spanning te verhogen.

Naast dit *hoogspanningsnet* heb je ook een *laagspanningsnet*. In transformatorhuisjes wordt de spanning uiteindelijk* weer van 10 000 V naar 230/400 V omlaaggebracht. De 400 V ontstaat door verscheidene spanningen aan elkaar te koppelen. In een ander moduul krijg je dat verder uitgelegd.

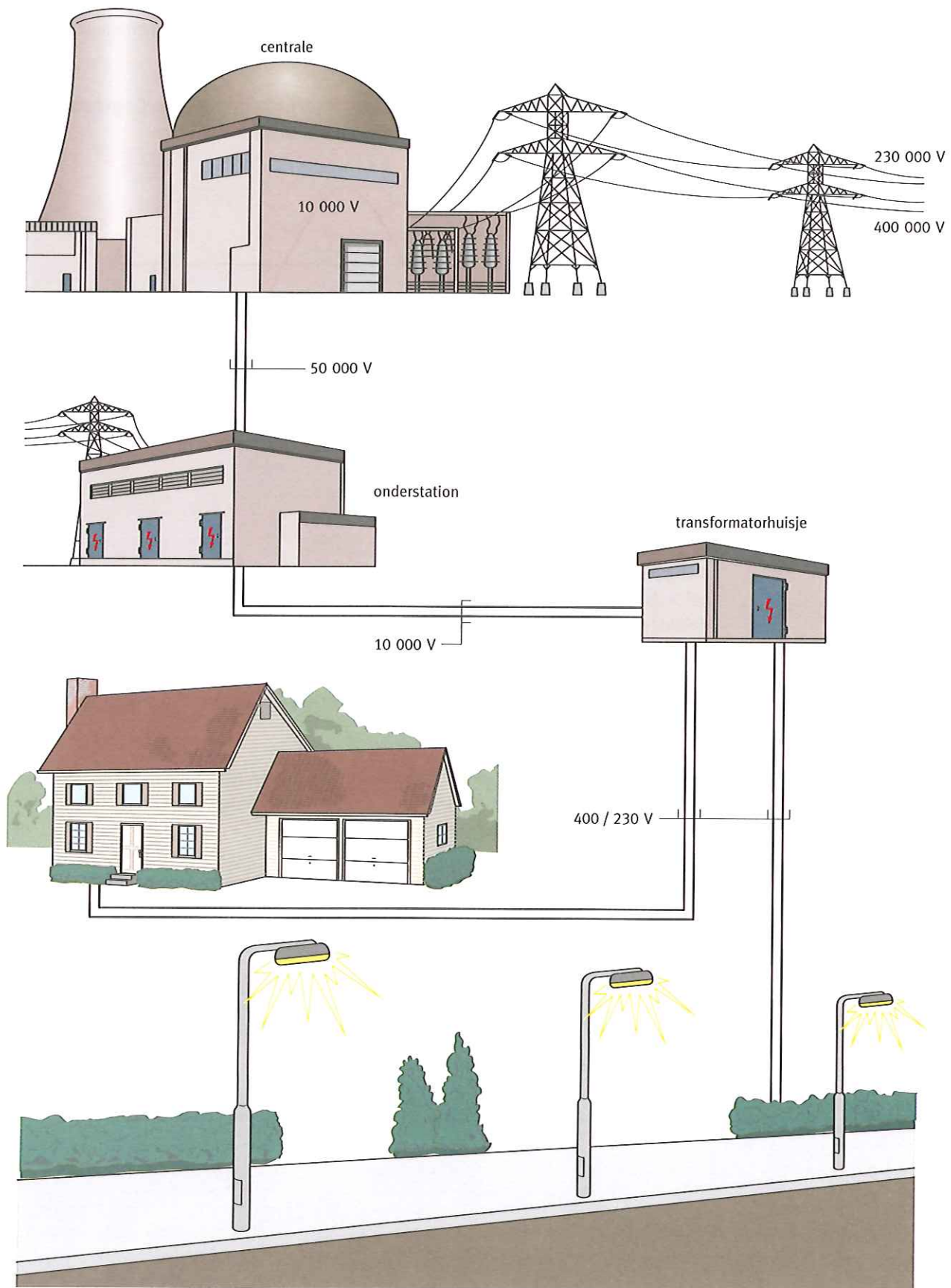


Fig.5 Van centrale naar gebruiker

Samenvatting T3

Je moet nu weten dat:

- één wisseling van een wisselspanning periode heet. De tijd waarin de wisseling plaatsvindt heet periodetijd. De periodetijd $T = 1 / f$. Bij 50 Hz is dat 0,02 s ofwel 20 ms;
- wisselspanningen allerlei vormen kunnen hebben. De belangrijkste is de sinusvormige wisselspanning;
- voor sinusvormige wisselspanning geldt: $U_{\max} = U_{\text{eff}} \times \sqrt{2}$ of $U_{\max} = U_{\text{eff}} \times 1,4$;
- de maximale spanning (of stroom) elke periode slechts twee keer wordt bereikt;
- de effectieve waarde de waarde is die dezelfde uitwerking op een gloeilamp heeft als een even grote gelijkspanning of stroom. De effectieve waarde is de waarde waar je dagelijks mee om gaat;
- $U_{\text{eff}} = U_{\max} : \sqrt{2}$.
- de spanning van ons openbare elektriciteitsnet 230/400 V is. In de centrale wordt 10 000 V opgewekt. Deze spanning wordt naar boven getransformeerd tot soms 380 000 V. Deze spanning gaat via hoogspanningsleidingen door het hele land.
- 10 000 V ook geschreven kan worden als 10 kV en 380 000 V als 380 kV.

Aarding in een badruimte

Naslagwerk

- beschermingsleiding
- centraaldoos

Potentiaalvereffening

Met ingang van 1 april 2000 moet de "aarding" in een badruimte aangelegd worden volgens het voorbeeld van figuur 1.

Aarding is eigenlijk niet de juiste benaming. De NEN1010 spreekt over *potentiaalvereffening*.

Potentiaalvereffening wil eigenlijk zeggen: geen spanning (potentiaal) mogen hebben!!

Dat houdt in dat alle *vreemde geleidende delen* en alle geleidende buitenkanten van toestellen (gestellen*) onderling verbonden moeten zijn met een vereffeningsleiding van voldoende doorsnede.

Voorbeelden van vreemde geleidende delen zijn:

- metalen wanden;
- metalen frames van bijvoorbeeld voorzetwanden;
- metalen frames in badkamerwanden.

Maar ook:

- warm- en koudwaterleidingen;
- douchebak en/of badkuip;
- wapening in de vloer (de aardmat);
- wandcontactdoos voor wasmachine en/of wasdroger.

In bepaling 7.413.1.2.2 van de NEN1010 staat dat deze vereffening *plaatselijk* moet zijn. Dat wil zeggen dat alle **beschermingsleidingen** en vereffeningsleidingen binnen de badkamer met elkaar verbonden moeten zijn!

Verandering voeding beschermingsleiding

Bij installaties die voor 1 januari 2001 aangelegd zijn, komt de beschermingsleiding rechtstreeks vanuit de meterkast naar het centrale aardpunt (CAP) in de badkamer met een blanke koperdraad van 4 mm² (BC 4).

In installaties van na 1 januari 2001 komt de voeding voor het CAP vanuit de **centraaldoos** in de badkamer met een groen/gele beschermingsleiding van 2,5 mm² (VD 2,5).

Uitvoering

- In de badruimte moet je een blijvend bereikbare lasdoos voor het CAP aanbrengen met voldoende spruiten. Deze plaats je achter de spiegel of onder de wastafel.
- Het CAP moet voldoende aansluitklemmen hebben en geschikt zijn voor draden van 4 mm^2 .
- Ja mag maar één draad per aansluitklem aansluiten.
- Tussen het CAP en de centraaldoos breng je een installatiebuis aan met een groen/gele vereffeningisleiding van VD $2,5 \text{ mm}^2$.
- Tussen het CAP en elk vreemd geleidend deel breng je een, al of niet geïsoleerde, aparte leiding aan. Zie ook **hoofdstuk Minimale doorsnede vereffeningisleiding**.

Geleidende delen die normaal gesproken geen gevaar kunnen opleveren zijn:

- deurknoppen;
- scharnieren;
- raam- en deurkozijnen;
- geleidende stankafsluiters (sifons) van kunststof baden en douchebakken;
- ophanghaken.

Minimale doorsnede vereffeningisleiding

Omdat de doorsnede van de beschermingsleiding $2,5 \text{ mm}^2$ is, moet de vereffeningisleiding ook minstens $2,5 \text{ mm}^2$ zijn.

Verder geldt de doorsnede van:

- $2,5 \text{ mm}^2$ als de leiding in buis ligt (tegen mechanische beschadiging is beschermd);
- 4 mm^2 als de leiding *niet* in buis ligt (niet tegen mechanische beschadiging beschermd is).

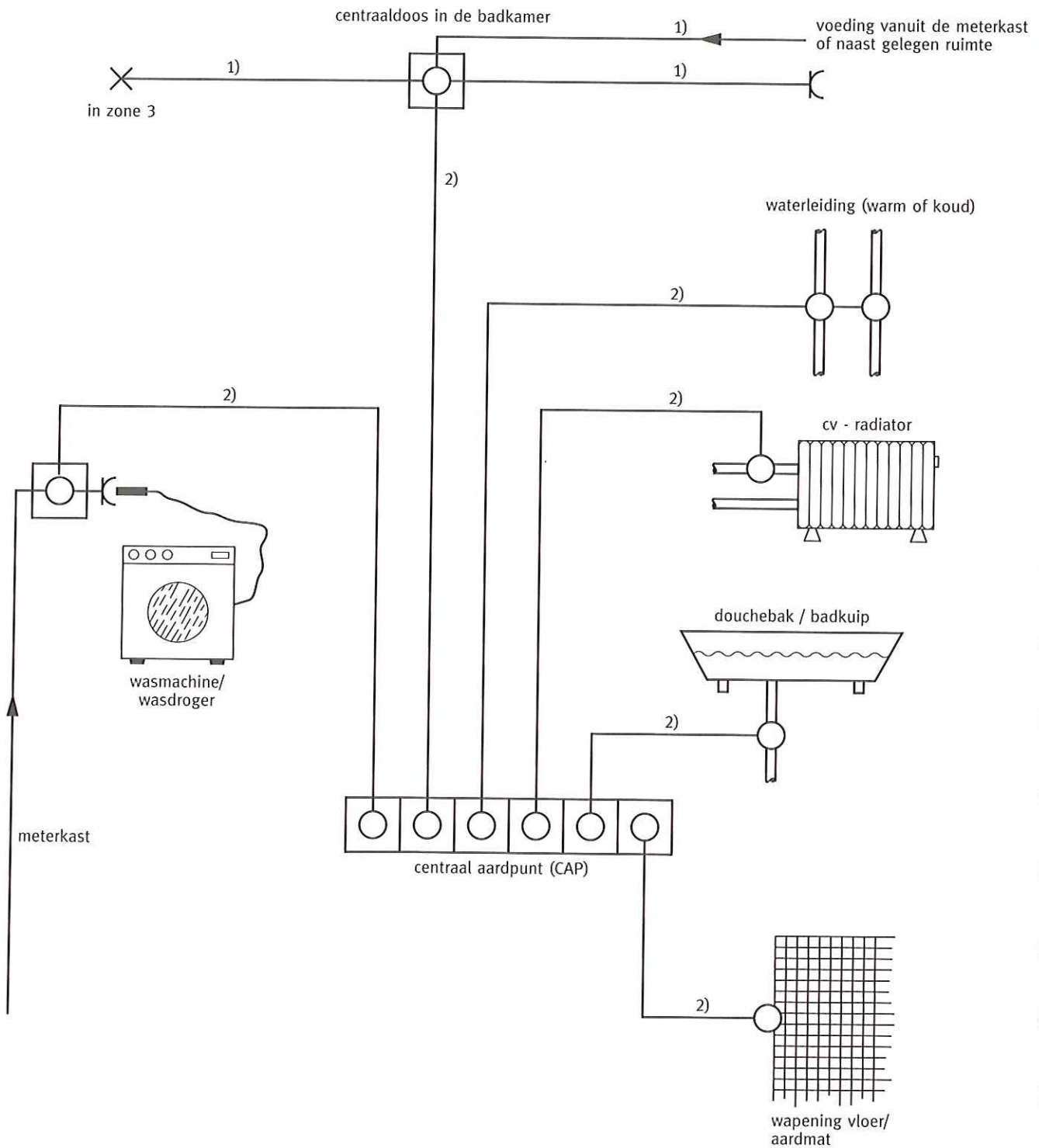


Fig.1 Voorbeeld van potentiaalvereffening ("aarding") in een badruimte

Opmerkingen

In het schema van figuur 1 zijn alleen de beschermings- en vereffeningsleidingen aangegeven en niet fase en nul

- 1) beschermingsleidingen
- 2) vereffeningsleidingen