

# Het ABC van de veiligheid van digitale multimeters: Multimeterveiligheid en u

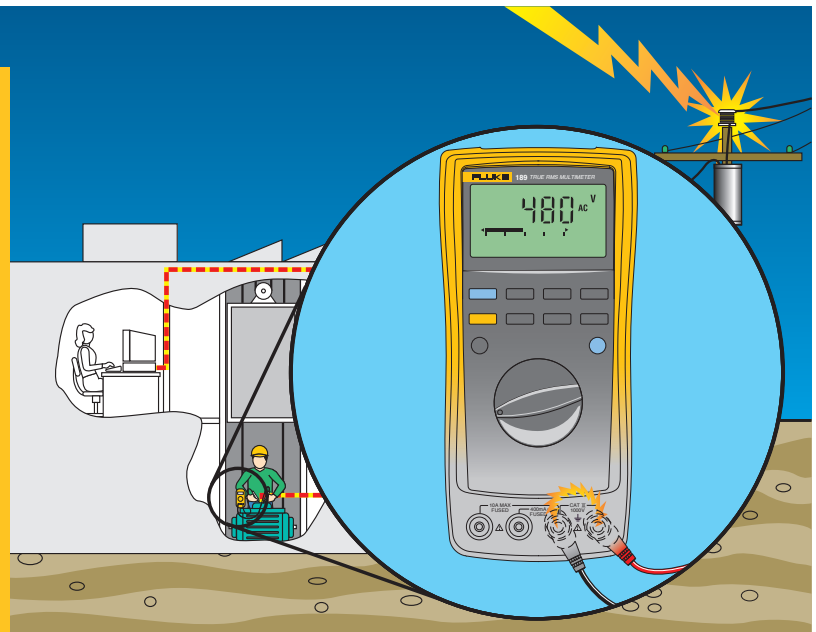
## Verlies nooit de veiligheid uit het oog—uw leven kan ervan afhangen.

Aangezien veiligheid belangrijk is, is het kiezen van een multimeter zoals het kiezen van een motorhelm. Als u uw hoofd op prijs stelt, kiest u voor een veilige helm. De gevaren van motorrijden spreken voor zich, maar hoe zit het bij multimeters? Hebt u niet gewoon een multimeter met een voldoende hoge spanningscapaciteit nodig om veilig te werken? Spanning is spanning, niet? Niet echt. Ingenieurs die de veiligheid van multimeters beoordelen, stellen vaak vast dat defecte toestellen regelmatig onder veel hogere spanning stonden dan de gebruiker dacht. Soms doen zich ongevallen voor wanneer een meter geschikt voor laagspanning (1000 V of lager) wordt gebruikt om middenspanning te meten, zoals 4160 V. In andere gevallen was het een tijdelijke hoogspanningspiek of transiënt die zonder waarschuwing door de multimeter ging.

## Spanningspieken, een onvermijdelijk risico

Naarmate verdeelinrichtingen en belastingen complexer worden, neemt het risico van transiënte overspanningen toe. Motoren, condensatoren en stroomconversie-apparatuur zoals frequentieregelingen kunnen de voornaamste bron van pieken zijn. Ook blikseminslag in leidingen kunnen extreem gevaarlijke hoogenergetische transiënten veroorzaken. Indien u metingen verricht aan elektrische systemen, vormen deze transiënten een "onzichtbaar" en grotendeels niet te voorkomen gevaar. Zij komen geregeld voor in laagspanningscircuits en kunnen piekwaarden bereiken van vele duizenden volt. In deze gevallen bent u voor uw bescherming aangewezen op de veiligheidsmarge die in uw meter is ingebouwd. **De spanningsnorm alleen geeft geen informatie over hoe goed de meter omgaat met hoge transiënte impulsen.**

Er was eerder al een vermoeden van veiligheidsgevaar door spanningspieken over de voedingsbus van elektrische spoorwegen. De



nominale busspanning was slechts 600 V, maar multimeters met een norm van 1000 V raakten na enkele minuten al defect indien metingen werden uitgevoerd terwijl de trein in werking was. Onderzoek wees uit dat het starten en stoppen van de trein spanningspieken veroorzaakte van 10.000 V. Deze transiënten waren genadeloos voor de invoercircuits van oudere multimeters. Hieruit werden lessen getrokken waardoor de beveiligingscircuits voor multimeteringen aanzienlijk werden verbeterd.

## Veiligheidsnormen test- en meetinstrument

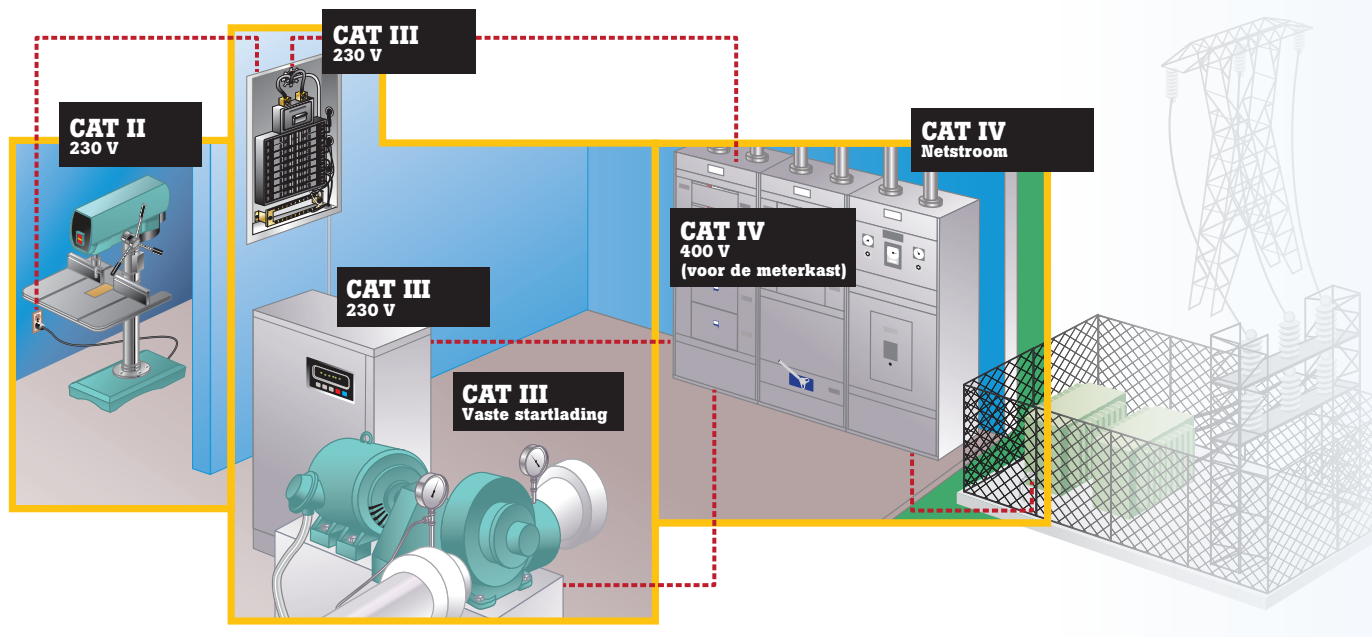
Om u te beschermen tegen transiënten, moet er een beveiliging zijn ingebouwd in het test- en meetinstrument. Naar welke prestaties moet u op zoek, vooral indien u weet dat u mogelijk aan circuits met hoge spanning werkt? De International Electrotechnical Commission

(IEC) is verantwoordelijk voor het opstellen van veiligheidsnormen voor test- en meetinstrumenten. Deze organisatie ontwikkelt internationale veiligheidsnormen voor elektrische test- en meetinstrumenten.

Technici en elektriciens gebruiken al jaren meters, maar meters die zijn gebouwd volgens de norm IEC/EN61010 bieden een aanzienlijk hoger beschermingsniveau. We kijken even hoe dit mogelijk is.



## Meetcategorieën begrijpen: Verschillende locaties



Afbeelding 1. Meetcategorieën op verschillende locaties

## Bescherming tegen transiënten

De bepalende factor voor de beveiliging van een multimeteercircuit is niet alleen het maximale spanningbereik, maar een combinatie van *zowel de vaste spanning als de transiënte overspanning*. Bescherming tegen transiënten is essentieel. Wanneer er transiënten aanwezig zijn op circuits met een hoge energie, kunnen deze gevaarlijker zijn doordat deze circuits onder hoge stroomsterktes kunnen staan. Indien een transiënt een vonkboog veroorzaakt, kan de hoge stroom de boog in stand houden, waardoor een plasmadoorslag of explosie wordt veroorzaakt, die ontstaat wanneer de omringende lucht geïoniseerd en geleidend wordt. Het resultaat is een vlamboog, een rampzalige gebeurtenis die jaarlijks meer letsels veroorzaakt dan de beter gekende elektrische schokken. (Zie “Transiënten – het verborgen gevaar” op pagina 4.)

## Meetcategorieën

Het belangrijkste aspect dat u moet begrijpen over de IEC/EN 61010 normen is de meetcategorie. De norm definieert categorieën II tot IV, vaak afgekort tot CAT II, CAT III, CAT IV, enz. (zie afbeelding 1) De onderverdeling van een stroomverdelinrichting in categorieën is gebaseerd op het feit dat een transiënt met hoge energie zoals een blikseminslag zal worden verzwakt of gedempt naarmate hij door de impedantie (wisselstroomweerstand) van het systeem vloeit. Een hoger CAT-nummer heeft betrekking op een elektrische omgeving met een hoger beschikbaar vermogen en transiënten met hogere energie. Derhalve is een multimeter die is ontworpen volgens een CAT III-norm bestand tegen transiënten met een veel hogere energie dan multimeters die zijn ontworpen volgens CAT II-normen.

Meetcategorie	In het kort	Voorbeelden
CAT IV	Driefasig bij de aansluiting op het lichtnet, alle netgeleiders buiten. Verwachte kortsluitsstroom boven 50 kA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heeft betrekking op de “oorsprong van de installatie”, dat wil zeggen: waar het laagspanningssysteem is aangesloten op het lichtnet</li> <li>• Elektriciteitsmeters, primaire overstroombeveiligingsapparatuur</li> <li>• Buitenleidingen en service-ingang, serviceleiding van mast naar een gebouw, leiding tussen meter en paneel</li> <li>• Bovengrondse leiding naar vrijstaand gebouw, ondergrondse leiding naar bronpomp</li> </ul>
CAT III	Driefasenverdeling, met inbegrip van niet-industriële éénfaseverlichting. Verwachte kortsluitsstroom boven 10kA tot 50 kA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparatuur in vaste installaties, zoals schakelinstallaties en meerfasenmotoren</li> <li>• Bus- en voedingscircuits in industriële installaties</li> <li>• Voedingen en korte aftakkingstromingkringen, verdeelpaneelcomponenten</li> <li>• Verlichtingsystemen in grote gebouwen</li> <li>• Contactdozen met korte verbindingen naar de service-ingang</li> </ul>
CAT II	Via netstekker aangesloten enkel-en driefase belastingen. Verwachte kortsluitsstroom tot 10kA.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Huishoudelijke apparaten, draagbaar gereedschap en gelijksoortige belastingen</li> <li>• Contactdozen en lange aftakkingstromingkringen</li> </ul>
0 (geen CAT-indeling)	Overige circuits die niet rechtstreeks zijn aangesloten op lichtnet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beveiligde elektronische apparatuur</li> <li>• Apparatuur die is aangesloten op (voedings) circuits waarin voorzieningen zijn getroffen om transiënte overspanningen te beperken tot een voldoende laag niveau                         <ul style="list-style-type: none"> <li>– Telecommunicatiecircuits</li> <li>– Circuits met batterijvoeding</li> <li>– Hulpcircuits die door een generator worden gevoed, enz.</li> </ul> </li> <li>• Iedere laagenergetische hoogspanningsbron die is aangesloten op een transformator met een hoge wikkelingsweerstand, zoals het hoogspanningsgedeelte van een kopieerapparaat</li> </ul>

Tabel 1. Meetcategorieën. IEC/EN 61010 geldt voor test- en meetinstrumenten voor laagspanning (< 1000 V).

Binnen een categorie wijst een hogere spanningswaarde op een grotere weerstand tegen transiënten; bijvoorbeeld een meter van CAT III -1000 V biedt veel beter bescherming dan een meter van CAT III -600 V. Een echte vergissing wordt begaan als iemand een meter met de specificatie **II-1000 V** kiest omdat hij onterecht denkt dat deze een betere bescherming biedt dan een meter met de specificatie **CAT III-600 V**. (Zie "Wanneer is 600 V meer dan 1000 V?" op pagina 7)

### Het gaat niet alleen om het spanningsniveau

Een technicus die aan kantoorapparatuur werkt, kan in praktijk met veel hogere spanningen werken dan de wisselspanningen van de netvoedingsleiding, gemeten door een motortechnicus in de CAT III-locatie. Toch zijn transiënten in elektronische circuits ongeacht hun spanning een minder groot gevaar omdat de beschikbare energie voor een vlamboog redelijk beperkt is. Dit betekent niet dat er geen elektrisch gevaar is in een omgeving zonder CAT-indeling. Het primaire gevaar is een elektrische schok, niet transiënten en vlambogen. Schokken, die later worden besproken, kunnen even dodelijk zijn als een vlamboog.

Om een ander voorbeeld aan te halen: een bovengrondse leiding van een huis naar een vrijstaande werkplaats van slechts 120 V of 230 V kan nog steeds CAT IV zijn. Waarom? Een geleider buiten wordt blootgesteld aan erg hoge transiënten van bliksems. Zelfs ondergrondse geleiders zijn CAT IV. Hoewel ze niet onmiddellijk door een bliksem kunnen worden geraakt, kan een blikseminslag in de buurt toch een transiënt *opwekken* door de aanwezigheid van hoge elektromagnetische velden.

Voor categorieën van overspanningsinstallaties gelden dezelfde regels als voor vastgoed: locatie, locatie en locatie. (Raadpleeg pagina 6 "Uw werk indelen in categorieën" voor meer informatie over installatiecategorieën)

### Onafhankelijke tests zijn de sleutel tot veiligheid

*Let daarom op het symbool en registratienummer van een onafhankelijk testlaboratorium zoals UL, CSA, VDE, TÜV of een andere erkende goedkeuringsinstantie. Wees op uw hoede voor bewoordingen als "Ontworpen om te voldoen aan de specificatie... De bedoelingen van een ontwikkelaar kunnen nooit ofte nimmer een echte onafhankelijke test vervangen.*

Hoe kunt u zien of u werkelijk een meetinstrument voor CAT III of CAT IV koopt? Helaas is dat niet altijd even eenvoudig. Fabrikanten kunnen zelf hun meetinstrumenten als CAT II- of CAT III-meters certificeren, *zonder dat dit door een onafhankelijke instantie wordt geverifieerd*. De IEC ontwikkelt normen en stelt normen voor, maar is niet verantwoordelijk voor het *opleggen* van de normen.

Let daarom op het symbool en registratienummer van een onafhankelijk testlaboratorium zoals UL, CSA, VDE, TÜV of een andere erkende goedkeuringsinstantie. Dat symbool mag alleen worden gebruikt als het product met succes is getest volgens de norm van de betreffende instantie, en de norm is weer gebaseerd op nationale/internationale normen. UL 61010-1 bijvoorbeeld is gebaseerd op IEC/EN 61010-1. In een onvolmaakte wereld is dit de beste manier om vast te stellen dat de door u gekozen multimeter daadwerkelijk op veiligheid is *getest*.

### Wat betekent het symbool $\text{C} \text{E}$ ?

Een product krijgt de CE-markering (Conformité Européenne) om aan te geven dat dit conform essentiële regels is betreffende gezondheid, veiligheid, milieu en consumentenbescherming, bepaald door de Europese Commissie en opgelegd met behulp van "richtlijnen". Er zijn richtlijnen van toepassing op veel producttypes, en producten van buiten de Europese Unie mogen hier niet worden geïmporteerd en verkocht indien ze de geldende Europese Richtlijnen niet naleven. Conformiteit met de Richtlijn kan worden bereikt door conformiteit met een relevante technische norm te bewijzen, zoals IEC/EN 61010-1 voor laagspanningsproducten. Fabrikanten mogen *zelf verklaren* dat ze voldoen aan de normen, mogen hun eigen conformiteitsverklaring opstellen en het product "CE" markeren. *De CE-markering is daarom geen bewijs van onafhankelijke tests.*

### Gereedschapstip

Twee poolspanningstesters zijn een veilige en snelle manier om de aanwezigheid van spanning op gelijkstroom- of wisselstroomcircuits, schakelaars en stopcontacten te testen voordat u aan deze circuits werkt. Volg de onderstaande instructies:

1. Controleer visueel of de spanningstester niet is beschadigd.
2. **Ga na of de spanningstester geschikt is voor het spanningsniveau dat u wilt testen.**
3. **Test de werking van de spanningstester op een gekende spanningsbron of op een testapparaat.**
4. Koppel het circuit los van de netvoeding.
5. Zorg ervoor dat het circuit niet opnieuw kan worden **onder stroom geplaatst**.
6. Test of er nog spanning aanwezig is.

Volgens de lokale veiligheidsnormen mogen een spanningstester van het contacttype (tweepolig) of een digitale multimeter alleen worden gebruikt om te testen of er spanning aanwezig is.



Een tweepolige spanningstester of een digitale multimeter mag alleen worden gebruikt om te meten of er nog spanning aanwezig is.



## Bescherming tegen twee grote elektrische gevaren

### Transiënten, het verborgen gevaar

We kijken even naar een worst-case scenario waarin een technicus met behulp van een meter zonder de noodzakelijke veiligheidsmaatregelen metingen uitvoert op een driefasenmotor of een actieve regelschakeling.

Dit is wat er kan gebeuren:

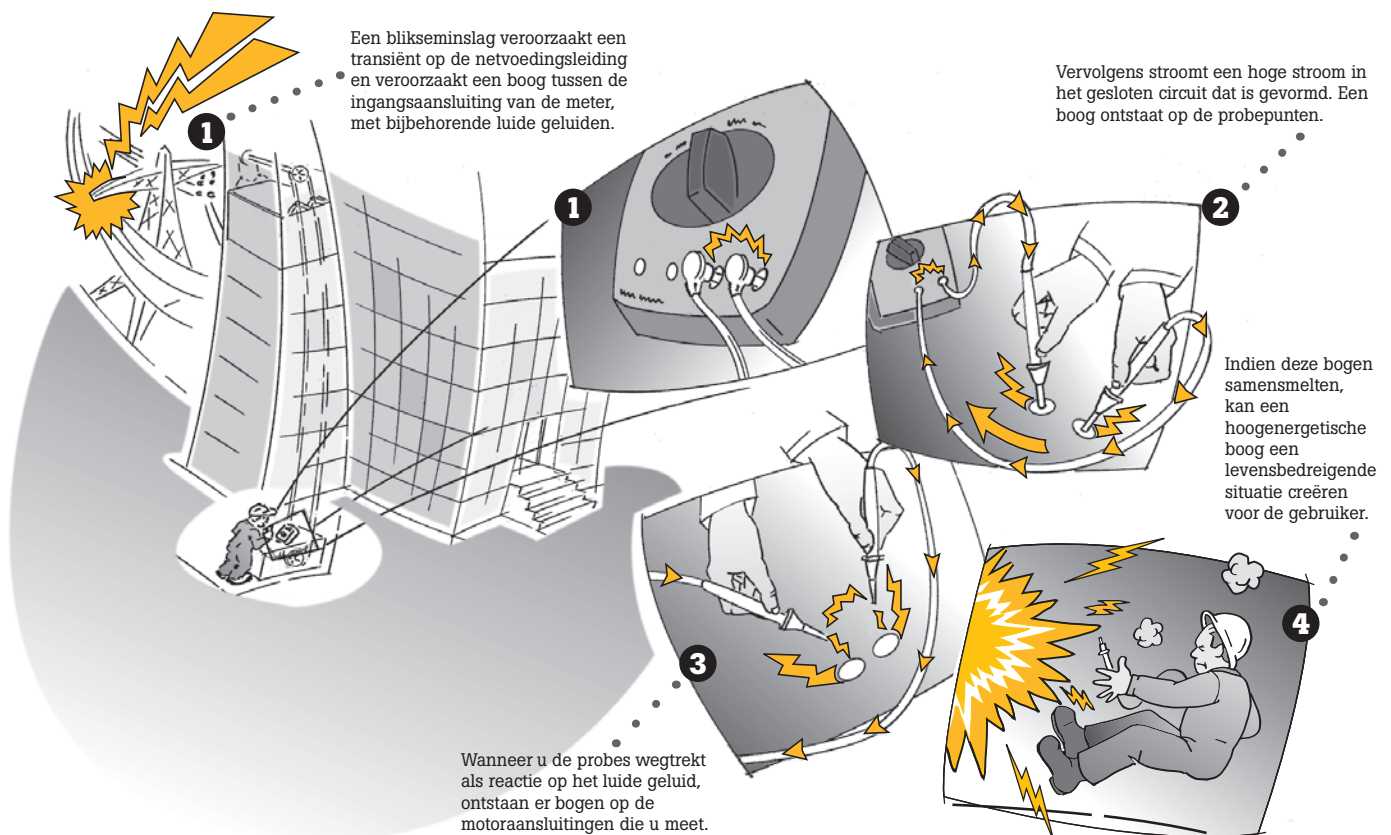
1. Een bliksem veroorzaakt een transiënt op de netvoedingsleiding, die vervolgens een boog veroorzaakt tussen de ingangsaansluitingen *binnenin de meter*. De circuits en onderdelen die dit moeten voorkomen, werken niet. Mogelijk is het geen CAT III- of CAT IV-meter. Het resultaat is een *rechtstreekse kortsluiting* tussen de twee meetaansluitingen van de meter en de meetsnoeren.
2. Door de kortsluiting die net werd veroorzaakt, ontstaat een hoge foutstroom van mogelijk duizenden Ampère. Dit gebeurt in enkele duizendsten van een seconde. Wanneer de boog zich binnenin de meter vormt, kan een schokgolf met erg hoge druk een luide *knal* veroorzaken, zoals een gewerschot of de

terugslag van een motor. Op dat moment ziet de technicus een felle blauwe boog ontstaan rond de punten van het meetsnoer. De foutstromen verhitten de probepunten, die vervolgens wegbranden, en die een boog vormen van het contactpunt naar de probe.

3. De natuurlijke reactie is om terug te trekken om het contact te verbreken met het actieve circuit. Wanneer de technicus zijn hand wegtrekt, ontstaat een boog van de motoraansluiting naar elke probe. Indien deze twee bogen samensmelten tot één boog, is er nu *nog een rechtstreekse kortsluiting tussen twee fasen, deze keer rechtstreeks tussen de motoraansluitingen*.
4. De temperatuur van deze boog kan 6000 °C bereiken, hoger dan de

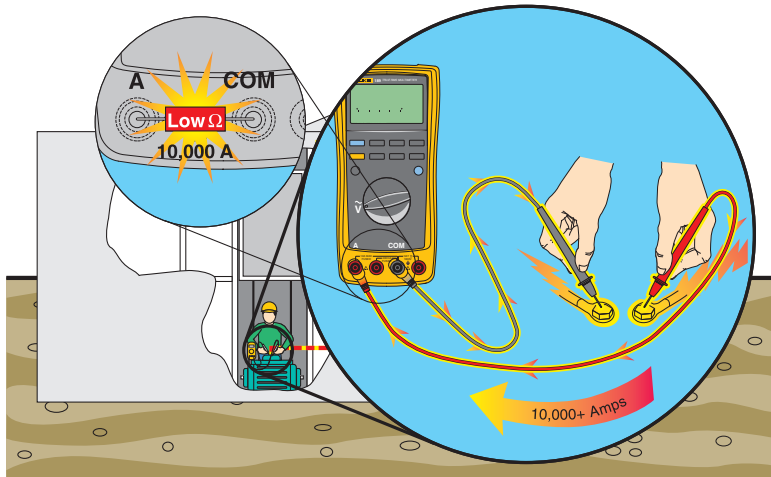
temperatuur van een zuurstof-acetylene-snijbrander! Wanneer de boog groeit, gevoed door de beschikbare kortsluitstroom, verhit deze de omliggende lucht. Er ontstaat zowel een schokgolf als een plasmavuurbal. Als de technicus geluk heeft, gooit de schokgolf hem achteruit en uit de buurt van de boog. Hij zal gewond zijn, maar niet in levensgevaar. In het slechtste geval loopt het slachtoffer dodelijke brandletsels op door de extreme hitte van de boog of plasma-explosie.

Naast het gebruik van een multimeter die geschikt is voor de meetcategorie, moet iedereen die aan spanningvoerende stroomkringen werkt worden beschermd door resistente kleding, een veiligheidsbril of zelfs een gezichtsscherm dragen en geïsoleerde handschoenen en schoenen dragen.



Afbeelding 2. Een worst-case scenario - potentiële vlamboog.

## Vlamboog en elektrische schok: Gebruik de juiste zekeringen voor hoge energie



Afbeelding 3. Misbruik van DMM in de modus Ammeter.

Transiënten zijn niet de enige bron van mogelijke kortsluitingen en risico's op vlambogen. Eén van de meest voorkomende *misbruiken* van draagbare multimeters kan een vergelijkbare reeks gebeurtenissen veroorzaken.

Stel dat een gebruiker stroommetingen uitvoert op signaalcircuits. De procedure is dat de ampèrefunctie wordt geselecteerd, de snoeren in ingangsaansluitingen voor mA of Ampère worden geplaatst, het circuit wordt geopend en een seriële meting wordt uitgevoerd. In een serieel circuit is de stroom altijd dezelfde. De ingangsimpedantie van het ampèrecircuit moet voldoende laag zijn zodat deze geen invloed heeft op de stroom van het seriële circuit. De ingangsimpedantie voor de 10 A-aansluiting van een Fluke-meter is bijvoorbeeld 0,01 Ω. Vergelijk dit met de ingangsimpedantie op de spanningsaansluitingen van 10 MΩ (10,000,000 Ω).

Indien de meetsnoeren *in de ampère-aansluitingen worden gelaten en vervolgens over een spanningsbron worden aangesloten* wordt de lage ingangsimpedantie een *kortsluiting!* Het maakt niet uit of de selectieknop is ingesteld op spanning, de snoeren zijn nog steeds fysiek verbonden met een circuit met lage weerstand.\* Daarom moeten de ampère-aansluitingen *zijn beveiligd met zekeringen*. Deze zekeringen zijn het enige dat het verschil maakt tussen een ongemak

- doorgebrande zekeringen - en een potentiële ramp.

Gebruik alleen een multimeter met ampère-ingangen die worden beschermd door zekeringen voor hoge energie. Vervang nooit een doorgebrande zekering door de verkeerde zekering. *Gebruik uitsluitend de zekeringen voor hoge energie die door de fabrikant zijn gespecificeerd*. Deze zekeringen zijn geschikt voor een spanning en met een onderbrekingscapaciteit bij kortsluiting voor uw veiligheid.

### Overbelastingsbeveiliging

Zekeringen beschermen tegen *overstroom*. De hoge ingangsimpedantie van de spannings-/weerstandsaansluitingen garandeert dat een overstroom onwaarschijnlijk is, waardoor zekeringen niet nodig zijn. *Overspanningsbeveiliging* anderzijds is vereist. Wordt voorzien door een beveiligingscircuit dat hoge spanningen tot een aanvaardbaar niveau brengt. Daarnaast detecteert een overspanningstoestand en wordt de meter beschermd tot de toestand is opgelost. Vervolgens keert de meter terug naar de normale werking. Het meest voorkomende voordeel is dat de meter is beschermd tegen overbelastingen in de weerstandsmodus. Op deze manier zijn alle meetfuncties voorzien van een overbelastingsbeveiliging wanneer de snoeren in de spanningsingangen zijn geplaatst.

### Elektrische schok

Hoewel de meeste mensen de gevaren van elektrische schokken kennen, beseffen weinigen hoe weinig stroom en spanning is vereist voor een dodelijke schok. Een stroom van slechts 30 mA kan dodelijk zijn (1 mA = 1/1000 A). Laten we even kijken naar de effecten van stroom door een normale man van 68 kg:

- Bij ongeveer 10 mA worden de armspieren verlamd, waardoor hij zijn greep niet kan loslaten.
- Bij ongeveer 30 mA worden de ademhalingsspieren verlamd. Zijn ademhaling stopt en de resultaten zijn vaak dodelijk.
- Bij ongeveer 75 tot 250 mA, treedt er na vijf seconden ventriculaire fibrillatie op. De hartspieren trekken ongecontroleerd samen en het hart kan niet langer werken. Hogere stroomsterktes veroorzaken fibrillatie in minder dan vijf seconden. De gevolgen zijn vaak dodelijk.

Laten we nu even de drempel berekenen voor een "gevaarlijke" spanning. De gemiddelde lichaamsweerstand *onder de huid* van hand tot hand over het lichaam is 1000 Ω. Een spanning van *slechts 30 V* over 1000 Ω veroorzaakt een stroomsterkte van 30 mA. Gelukkig is de weerstand van de huid veel hoger. Het is de weerstand van de huid, vooral de buitenlaag van dode cellen, die het lichaam beschermt. Indien de huid nat is of indien er een wondje is, zakt de weerstand van de huid aanzienlijk. Bij ongeveer 600 V verdwijnt de weerstand van de huid. De hoge spanning gaat dwars door de huid.

Voor fabrikanten en gebruikers van multimeters is het doel om koste wat kost onbedoeld contact met spanningvoerende stroomkringen te voorkomen.

Gebruik bij voorkeur:

- Dubbel geïsoleerde meetinstrumenten en meetsnoeren.
- Meters met verzonken ingangstekkers en meetsnoeren met omhulde ingangconnectoren.
- Meetsnoeren met vingerbeschermingen en antislip-vlakken.
- Meet- en testsnoeren van hoogkwalitatieve, duurzame en niet-geleidende materialen.

\* Bepaalde multimeters, zoals de Fluke 80 Series, hebben een ingangsmelding die een waarschuwingsgeluid geeft wanneer de meter in deze configuratie werkt.

## Veiligheid op het werk

Iedereen is verantwoordelijk voor de veiligheid, maar uiteindelijk ligt het in uw handen.

Geen enkel hulpmiddel kan alleen instaan voor uw veiligheid. De maximale bescherming wordt verkregen door de juiste instrumenten te combineren met veilige werkprocedures. Hier volgt een aantal tips om u te helpen bij uw werkzaamheden.

- Haal waar mogelijk de spanning af van de circuits waaraan u gaat werken. Zorg voor deugdelijke beveiligingen en waarschuwingsteksten tegen het opnieuw inschakelen van de installatie. *Ga altijd ervan uit dat het circuit onder spanning staat* als deze procedures niet zijn toegepast of als er geen controle op is.
- Gebruik beschermende middelen op spanningvoerende stroomkringen:
  - Gebruik isolerende gereedschappen.
  - Draag een veiligheidsbril en een gezichtsscherm bestand tegen bogen indien nodig
  - Draag isolerende handschoenen; doe horloges en andere juwelen uit.
  - Ga op een isolatiemat staan.
  - Draag goedgekeurde kleding en geen gewone werkkleding.
- Wanneer u metingen uitvoert op spanningvoerende stroomkringen:
  - Bevestig eerst de aardklem, daarna pas het spanningvoerende meetsnoer. Verwijder eerst het spanningvoerende meetsnoer, daarna pas het aardsnoer.
  - Hang het meetinstrument indien mogelijk op, of zet het ergens neer. Tracht te voorkomen dat u het instrument in de hand moet houden, zodat u zo min mogelijk aan de effecten van transiënten blootstaat.
  - Gebruik de driepuntstestmethode, vooral bij het controleren of een circuit spanningsloos is. Voer eerst een meting uit van een circuit waarvan u zeker weet dat het *onder spanning* staat. Voer vervolgens een meting uit van het te testen circuit. Voer ten slotte *weer* een meting uit aan het circuit dat onder spanning staat. Op deze manier weet u zeker dat uw meter voor en na de meting goed heeft gewerkt.
  - Gebruik de oude truc: houd één hand in uw zak. Dit vermindert het risico van een gesloten circuit via uw borstkas en uw hart.

## Uw werk indelen in categorieën

### Hulpmiddelen om categorieën te begrijpen

Er zijn enkele snelle manieren om het concept van categorieën toe te passen op uw dagelijkse werk:

- De vuistregel is dat hoe dichter u zich bij de voedingsbron bevindt, hoe hoger het categorienummer en hoe groter het potentieel gevaar voor transiënten.
- Bovendien geldt dat hoe groter de *kortsluitstroom* op een specifiek punt, hoe hoger het CAT-nummer.
- Een andere manier om dit te stellen, is dat hoe groter de *bronimpedantie* is, hoe *lager* het CAT-nummer. Bronimpedantie is gewoon de totale impedantie, met inbegrip van de impedantie van de snoeren, tussen het punt waar u meet en de voedingsbron. Deze impedantie is wat transiënten dempt.
- Als u tot slot ervaring hebt met het gebruik van onderdrukingsapparaten voor transiënte spanning (TVSS), weet u dat een TVSS-apparaat in een schakelbord een hogere energiecapaciteit moet hebben dan het geïnstalleerde apparaat vlak bij de computer. In CAT-terminologie is de TVSS in het schakelbord een CAT III-toepassing en is de computer een belasting die op een contactdoos is aangesloten, waardoor dit een CAT III-installatie is.

Zoals u ziet is het concept van categorieën niet nieuw en exotisch. Het is gewoon een uitbreiding van dezelfde logische concepten die worden toegepast door personen die dagelijks professioneel met elektriciteit werken.

## Meerdere categorieën

Er is één scenario dat soms mensen verwart die categorieën proberen toe te passen op effectieve toepassingen. Een apparaat kan vaak meer dan één categorie bevatten. De 120 V/230 V-voedingszijde van kantoorapparatuur naar de contactdoos is bijvoorbeeld CAT II. In de elektronische circuits wordt verwacht dat de transiënten echter een niveau lager liggen. In gebouwbeheersystemen, zoals bedieningspanelen voor verlichting, of in industriële regelapparatuur zoals programmeerbare controllers liggen elektronische circuits (O) en voedingscircuits (CAT III) vaak dicht bij elkaar.

Wat doet u in deze situaties? Net zoals in werkelijke toepassingen, moet u logisch nadenken. In dit geval moet u de meter gebruiken met de hogere categorienorm. Het is zelfs niet realistisch om te verwachten dat mensen voortdurend categorieën gaan bepalen. Wat realistisch en sterk aanbevolen is, is om *een multimeter te selecteren die geschikt is voor de hoogste categorie (CAT IV) waarin deze mogelijk kan worden gebruikt*. Neem met andere woorden het zekere voor het onzekere.



Draag steeds goedgekeurde persoonlijke beschermingsmiddelen, met kleding die bestand is tegen bogen, lederen handschoenen over rubberhandschoenen, een veiligheidsbril en een gezichtsscherm of kap die bestand is tegen bogen, zowel met helm als met gehoorbescherming.



## De veiligheidsspecificatie van een multimeter beoordelen

### Spanningscapaciteiten begrijpen

Bij de testprocedures volgens IEC/EN 61010-1 worden drie hoofdcriteria gehanteerd: spanning in stabiele toestand, transiënte overspanning door piekimpulsen en bronimpedantie. Deze drie criteria geven samen aan welke spanning de multimeter *werkelijk kan weerstaan*.

### Wanneer is 600 V meer dan 1000 V?

Tabel 2 kan ons helpen begrijpen wat de echte spanningscapaciteit van een instrument is:

1. *Binnen* een categorie gaat een hogere bedrijfsspanning (spanning in stabiele toestand) gepaard met een hogere transiënt, zoals te verwachten valt. Bij het testen van een meter van CAT III 600 V worden bijvoorbeeld transiënten van 6000 V toegepast, en bij het testen van een meter van CAT III -1000 V transiënten van 8000 V. Dit lijkt zo duidelijk te zijn.
2. Wat echter niet zo voor de hand ligt, is het verschil tussen de transiënt van 6000 V voor CAT III -600 V en de transiënt van 6000 V voor CAT II -1000 V. Deze zijn *niet* dezelfde. Hier speelt de bronimpedantie een rol. Uit de wet van Ohm ( $I = U/R$ ) blijkt dat de stroom die geleverd wordt door de voedingsbron van  $2 \Omega$  voor het testen van instrumenten van CAT III *zes keer zo groot is* als de stroom die geleverd wordt door de voedingsbron van  $12 \Omega$  voor het testen van instrumenten van CAT II.

De meter van CAT III 600 V verschaft duidelijk een hogere mate van bescherming tegen transiënten dan de meter van CAT II -1000 V, hoewel de zogeheten "spanningswaarde" van de eerste als lager zou kunnen worden opgevat. *Het is de combinatie van vaste spanning (de bedrijfsspanning genoemd) en de categorie die de totale spanningscapaciteit van het meetinstrument bepaald, met inbegrip van de uiterst belangrijke transiënte spanningscapaciteit.*

Een opmerking bij CAT IV: Testwaarden en ontwerpnormen voor spanningstests in Categorie IV worden in de norm IEC/EN 61010-1 bepaald.

### Slagwijdte en kruipwegen

Naast het testen op een werkelijke transiënte overspanningswaarde, moeten multimeters volgens IEC/EN 61010-1 een minimale slagwijdte en kruipwegafstand hebben tussen interne onderdelen en circuitknooppunten. Kruipwegen worden gemeten over een oppervlak. Slagwijdtes worden gemeten door de lucht. Hoe hoger de categorie en de bedrijfsspanning, hoe groter de interne ruimte moet zijn.

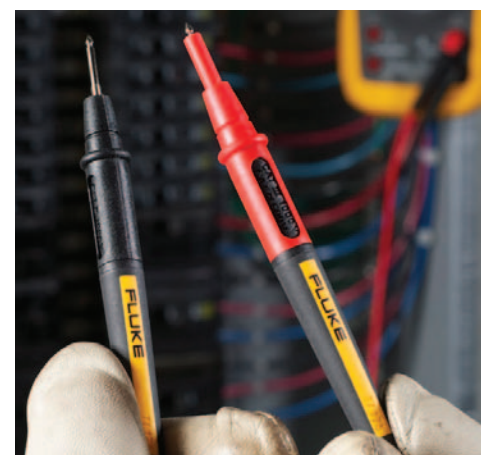
Meting categorie	Bedrijfsspanning (gelijk- of wisselspannings-rms naar aarde)	Piekimpulstransiënt (20 herhalingen)	Testbron ( $\Omega = V/A$ )
CAT II	300 V	2500 V	Bron met $R = 12 \text{ ohm}$
	600 V	4000 V	Bron met $R = 12 \text{ ohm}$
	1000 V	6000 V	Bron met $R = 12 \text{ ohm}$
CAT III	300 V	4000 V	Bron met $R = 2 \text{ ohm}$
	600 V	6000 V	Bron met $R = 2 \text{ ohm}$
	1000 V	8000 V	Bron met $R = 2 \text{ ohm}$
CAT IV	300 V	6000 V	Bron met $R = 2 \text{ ohm}$
	600 V	8000 V	Bron met $R = 2 \text{ ohm}$
	1000 V	12000 V	Bron met $R = 2 \text{ ohm}$

**Tabel 2.** Meetwaarden van transiënten voor meetcategorieën van installaties. (exclusief de waarden voor 50 V/150 V.)

### Samengevat

Als u uw multimeter moet vervangen, moet u één ding doen voor u gaat vergelijken: Analyseer het worst-case scenario van uw taken en bepaal in welke gebruikscategorie uw toepassing valt.

Kies *eerst* een meter die geschikt is voor de hoogste categorie waarin u mogelijk werkt. Zoek vervolgens een multimeter met een spanningsnorm voor die categorie volgens uw behoeften. En vergeet de testsnoeren niet wanneer u dit doet. IEC/EN 61010-1 geldt ook voor testsnoeren: deze moeten zijn gecertificeerd volgens een categorie en een spanning die even hoog of hoger is dan de meter. Laat de testsnoeren niet de zwakste schakel zijn in uw persoonlijke bescherming.



Zoek naar de categorie- en spanningsnormen van testsnoeren en multimeters.

**Fluke.** Keeping your world up and running.®

**Fluke Nederland B.V.**  
Postbus 1337  
5602 BH Eindhoven  
Tel: (040) 267 51 00  
Fax: (040) 267 51 11  
E-mail: info@fluke.nl  
Web: www.fluke.nl

**Fluke Belgium N.V.**  
Kortrijksesteenweg 1095  
B9051 Gent  
Belgium  
Tel: +32 2402 2100  
Fax: +32 2402 2101  
E-mail: info@fluke.be  
Web: www.fluke.be

©2016 Fluke Corporation. Alle rechten voorbehouden. Wijzigingen zonder voorafgaande kennisgeving voorbehouden. 05/2016 6007411a-dut

Wijziging van dit document is niet toegestaan zonder schriftelijke toestemming van Fluke Corporation.