

Waar komt die 30 mA van de aardlekschakelaar vandaan??

Voor het verschijnen van de eerste druk van norm IEC 60479-1 in 1974 hebben de Oostenrijkse professor Biegelmeier en zijn medewerkers belangrijke metingen op dit gebied verricht.

De norm beschrijft de gevolgen van stroom voor mensen en levende have.

De toen 59-jarige proefpersoon met een gewicht van 85 kg en een normale gezondheid was professor Biegelmeier zelf.

Professor Biegelmeier heeft meer dan 500 proeven gedaan. Hij ging daarbij tot aanrakingsspanningen van 200 V!

De defibrillator stond binnen handbereik om zo nodig te kunnen ingrijpen.

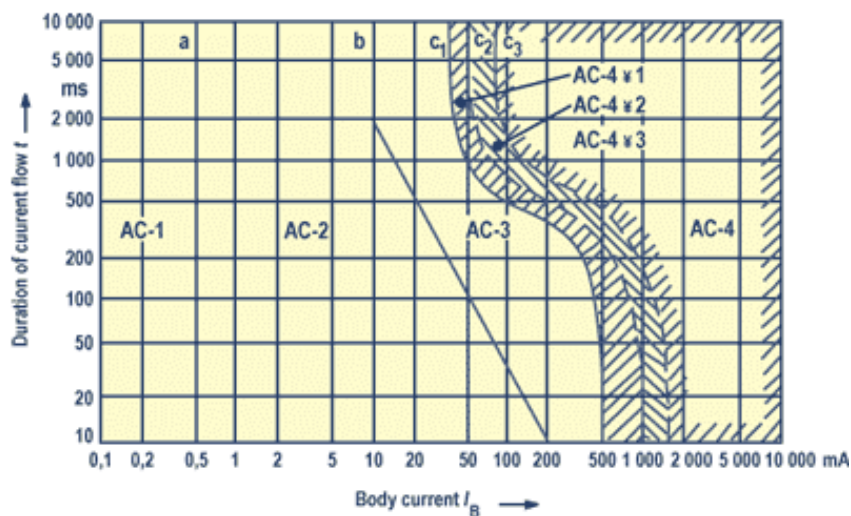
Tijdens die onderzoeken werd zijn **ECG** continu geregistreerd. (ECG = ElectroCardioGram)

Zo kon achteraf worden bepaald in welk deel van de hartperiode de stroomstoot gegeven werd.

Het onderzoek van professor Biegelmeier heeft er onder ander toe geleid dat de IEC 60479-1 is herzien in een 2^e druk en is uitgegeven in 1985

In deze 2^e druk is een stroom / tijd grafiek opgenomen.

De grafiek is verdeeld in 4 gebieden AC – 1, AC – 2, AC – 3 en AC – 4.



AC-1 is het veilig grenswaarde gebied waarbij enkele milli-Amperes voor onbepaalde tijd door het lichaam kunnen lopen.

AC-2: Het gebied met blootstelling tot 5 seconden bij stromen tot 5 mA en tot stromen van 200 mA gedurende 10 msec. geven bij sommigen al aanleiding tot ongecontroleerde spiersamentrekkingen.

Dit kan gezien worden als het gebied van de veilige grenswaarden en is daarom ook het gebied waarbinnen de aardlek schakelaar moet werken.

AC-3: Het specifiek gebied waar stromen vanaf ca 50 mA bij langere blootstelling al blijvende schade kunnen aanrichten en stromen boven enkele honderden mA al bij heel korte tijdsduur ernstige effecten kunnen hebben.

Doorgaans kunnen mensen door onvrijwillige spierspanningen de geleider al niet meer loslaten.

AC-4: Alle stromen hoger dan 500 mA, ongeacht de tijdsduur zijn gevaarlijk.

Effecten zijn ernstig en meestal dodelijk.

Aanraakspanning

Dan de veilige aanraakspanning die momenteel gehanteerd wordt voor persoonsbeveiliging is 50 Volt AC en 120 Volt DC onder normale omstandigheden.

Voor aanrakingsspanningen tot ongeveer 50 Vac varieert de huidimpedantie sterk met de wijze van geleiding van het contact(oppervlak) en de condities (nat, droog) en temperatuur.

Boven 50 Vac daalt de huidweerstand snel en wordt deze zelfs verwaarloosbaar wanneer de huid wordt doorbroken (*skin breakdown*). De huidimpedantie heeft een redelijk groot capacitef deel.

De interne impedantie van het menselijk lichaam kan echter voor het grootste deel worden beschouwd als resistief en voor een klein deel als capacitef.

De waarde ervan hangt voornamelijk af van de stroomweg en, in mindere mate, van de oppervlakte van het contact.
De capaciteiten van de mens liggen meestal tussen de 100 en de 1000 pF.

In veel documentatie hierover spreekt men niet over impedantie maar over admittantie (Y). Dit is de mate van geleiding en het omgekeerde van impedantie. Admittantie wordt uitgedrukt in Siemens.

Er is ook een grafiek met de lichaamsimpedantie in relatie tot de aanraakspanning
Deze grafiek is gemaakt uit tabelgegevens met daarin de statische waarde van de hand naar hand lichaamsimpedantie bij een netfrequentie van 50/60 Hz.
De stroomweg van hand naar hand vormt het meeste risico voor het hart.

De tabel bestaat uit een aantal kolommen.

- Een kolom met daarin de aanraakspanning
- Een kolom met daarin de Z_t van 5% van de populatie
- Een kolom met daarin de Z_t van 50% van de populatie
- Een kolom met daarin de Z_t van 95% van de populatie.
($Z_t = \text{Totale lichaamsimpedantie}$)

Uit de tabel blijkt dat 50 Volt AC overeen komt met een lichaamsimpedantie van 1720 Ohm bij 95% van de populatie.

De 50 Volt is gemeten bij een lichaamsimpedantie van 1720 Ohm.
De stroom die door het lichaam gaat is $50V / 1720 \text{ Ohm} = 29,06 \text{ mA}$, in de praktijk afgerond tot 30mA.

Een aardlekschakelaar moet bij deze waarde afschakelen.
Het afschakelgebied van een aardlekschakelaar ligt tussen 20mA en 30 mA.
Bij 20mA mag die afschakelen, bij 30mA moet die afschakelen.

In de eisen en richtlijnen voor de aanleg van elektrische installaties wordt voor de lichaamsimpedantie 1000 Ohm aangegeven om mee te rekenen.

Dit bij een lekstroom < 30 mA gedurende 0,4 seconden bij een frequentie van 50Hz

In medische gebruikte ruimten soms wel bij een lekstroom van < 500 micro Ampere maar hier zijn specifieke eisen voor opgesteld.

De lichaamsimpedantie is dus van het grootste belang voor de doorlaat van de stroom waarbij geen schade aan of in het lichaam optreed.

Het is daarom juist het effect van de aanraakspanning op de lichaamsimpedantie waar professor Biegelmeier zoveel onderzoek naar gedaan heeft.

Professor Biegelmeier is in Juli 2007 overleden, maar er zijn nog heel veel publicaties van zijn hand over dit onderwerp.

Inmiddels zijn er nieuwe inzichten waarbij uit gegaan wordt van energie (Jouls) die door het lichaam gaan. (Wordt vervolgt...)