

Het meetstopcontact

Hans van den Berg PA0JBB
pa0jbb@veron.nl

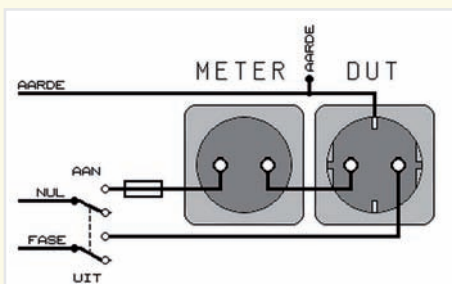
Hoe meet je op een eenvoudige en veilige manier de stroom die een apparaat uit het lichtnet opneemt? Soms kun je met meetklemmen de ampèremeter aansluiten op een zekeringhouder of schakelaar. Maar als een van deze klemmen losschiet en tegen een andere geleider aan valt, heb je een probleem. De kortsluitstroom die dan ontstaat is vaak desastreus voor de ampèremeter.

Een simpele oplossing voor dit probleem is het hier beschreven meetstopcontact. Het bestaat uit twee stopcontacten in serie: een voor het te testen apparaat en een voor de stroommeter.

Om toevallige aanraking van de meetpennen met het aardcontact te voorkomen, is het stopcontact voor de meter zonder randaarde uitgevoerd. Tevens is een aarde-aansluiting aanwezig voor metingen met de oscilloscoop. In mijn meetstopcontact bevindt zich ook nog een zekeringhouder en een dubbelpolige aan-uitschakelaar. Hiermee kan de schakeling spanningsloos worden gemaakt voor het veilig aansluiten van de ampèremeter.

De zekeringhouder kan voor twee doeleinden worden gebruikt. Ten eerste wordt de ampèremeter beschermd tegen al te hoge stromen doordat de zekering in serie met de ampèremeter staat. Ten tweede kan deze zekeringhouder worden gebruikt om te testen bij welke waarde van de zekering deze zeker stuk gaat, als in het te testen apparaat een kortsluiting of overbelasting wordt aangebracht.

Figuur 1 toont het schema van mijn meetstopcontact.



Figuur 1 Het schema van het meetstopcontact

Op foto 1 is de uitvoering te zien. Foto 2 en 3 laten zien hoe op een veilige manier een ampèremeter of stroommeet tang kan worden aangesloten.

Een andere toepassing voor het meetstopcontact is het opsporen van een incidenteel optredende kortsluiting. Hiervoor wordt op de aansluiting voor de ampèremeter een gloeilamp aangesloten. Voor apparaten die veel stroom verbruiken kan ook bijvoorbeeld een strijkijzer worden aangesloten.



Foto 1 Meetstopcontact zonder aangesloten apparatuur

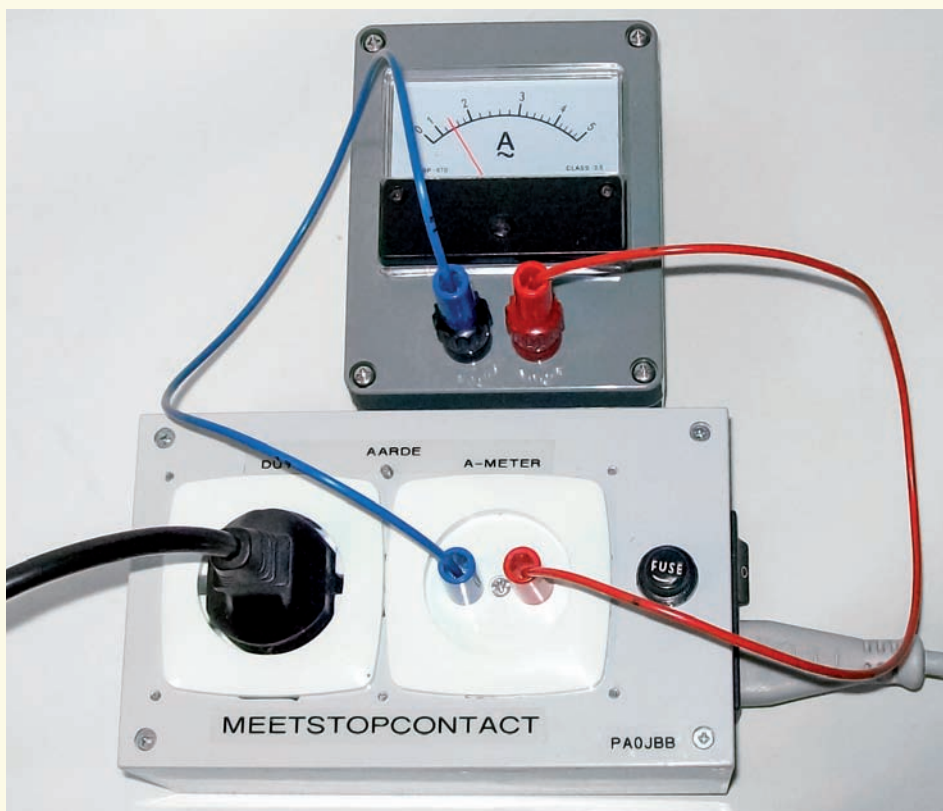


Foto 2 Meetstopcontact met ampèremeter

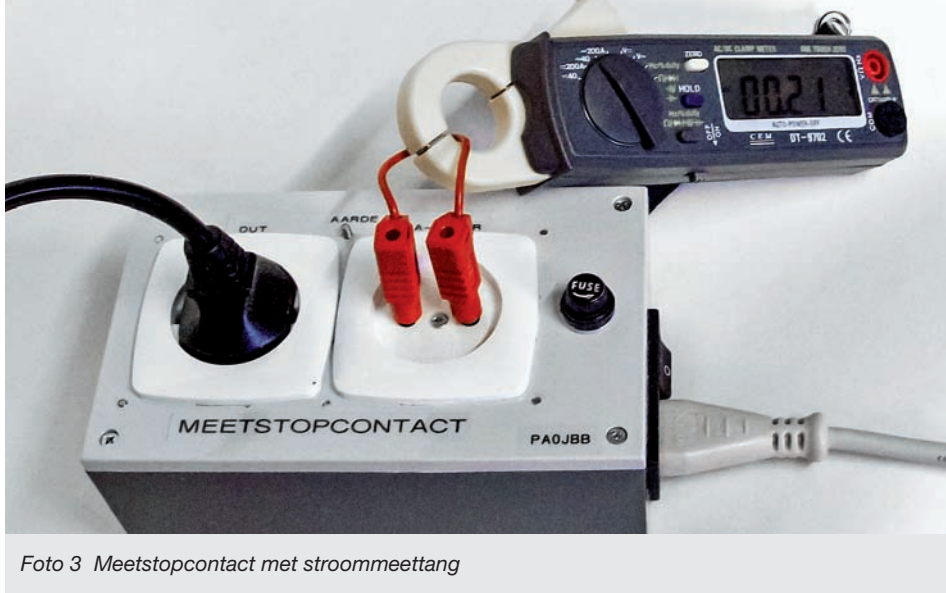


Foto 3 Meetstopcontact met stroommeettang

Daarna kun je proberen de kortsluiting te laten optreden, bijvoorbeeld door het snoer te bewegen. Zodra de kortsluiting optreedt, gaat de lamp op volle sterkte branden. Deze toepassing is de reden dat voor de meteraan sluitingen van het meetstopcontact een gewoon stopcontact is gebruikt en geen meetklemmen.

Banaanstekkers

Voor het aansluiten van de meetapparatuur worden banaanstekkers gebruikt. Banaanstekkers bestaan er in verschillende uitvoeringen. Er zijn banaanstekkers waarbij aan de zijkant een onder spanning staand schroefje kan worden aangeraakt (zie foto 4). Dit type banaanstekkers is in deze toepassing gevaarlijk.



Foto 4 Onveilige banaanstekkers

Met gewone banaanstekkers kan veilig worden gewerkt. Houd er wel rekening mee dat de pen van de stekker onder spanning staat als de stekker eruit wordt getrokken. Het is aan te bevelen alleen veranderingen in de meetopstelling aan te brengen als de spanning is uitgeschakeld. Zorg er ook voor dat de banaanstekkers stevig in de aansluitingen zitten, zodat ze er niet gemakkelijk uit vallen. Buig eventueel de contactveren van de stekkers uit.

Veel moderne universeel meters zijn uitgevoerd met aansluitingen waarin een veiligheidsbanaanstekker past. Dat is een banaanstekker waar om de pen een geïsoleerde huls is aangebracht. Deze banaanstekkers passen alleen als om de aansluiting een gleuf is aangebracht voor deze geïsoleerde huls. Deze stekkers zijn zowel recht als haaks te koop, bijvoorbeeld Hirschmann type LAS S of B&K-Precision type CT3203.

Voor in een gewoon stopcontact of gewone aansluitbussen bestaan er aanraakveilige banaanstekkers die zijn voorzien van een isolatiehuls die om de pen schuift als de stekker uit het stopcontact wordt verwijderd, bijvoorbeeld Hirschmann type SLS 200 of B&K-Precision type CT2015.

Het meten van de stroom met een oscilloscoop

Het is mogelijk de golfvorm van de opgenomen stroom met een oscilloscoop te meten. Hiervoor bestaan speciale stroomprobes voor de

oscilloscoop. Op het meetstopcontact wordt dan een stukje geïsoleerd draad aangesloten waarop de stroomprobe wordt aangebracht (zie foto 5). In stroomprobes die werken met een Hall-sensor bevindt zich een meetschakeling. Deze schakeling produceert ruis. Voor metingen waarbij de gelijkstroomwaarde van belang is, dient met de knop voor de nulinstelling de uitgangsspanning van de probe op nul gesteld te worden als er geen stroom loopt.

Voor het meten van kleine stromen kan de draad meerdere keren door de stroomprobe worden geleid. De uitgangsspanning wordt dan evenredig hoger, terwijl de ruis en de afwijking van de nulinstelling gelijk blijven. Let er hierbij wel op dat de stroomprobe goed gesloten is. Gebruik eventueel dunner draad, dan past de draad meerdere keren door de stroomprobe.

De gebruikte stroomprobe moet geschikt zijn voor lage frequenties. Er bestaan stroomprobes die alleen hoge frequenties (bijvoorbeeld boven 1 kHz) goed weergeven. Deze zijn uiteraard niet geschikt om de uit het lichtnet opgenomen stroom weer te geven.

Aan de hoge kant is een frequentiebereik tot 10 kHz voor de meeste metingen voldoende. Om echter bij schakelende voedingen ook de juiste waarde van de door de schakelfrequentie veroorzaakte stroom zichtbaar te maken is een hoger frequentiebereik nodig. Tabel 1 toont de gegevens van enkele bruikbare stroomprobes. Meer gegevens over deze stroomprobes zijn op internet te vinden.



Foto 5 Meetstopcontact met stroommeettang aangesloten op een oscilloscoop

Type	Frequentie	Ruis	Max. stroom	Max. kabeldiameter
Fluke 80i-110s	DC - 100 kHz		100 A	11,8 mm
Rigol RP1001C	DC - 300 kHz		100 A	11 mm
Rigol RP1002C	DC - 1 MHz		100 A	11 mm
Hantek CC-65	DC - 20 kHz		65 A	9 mm
CP-05	DC - 200 kHz	<15 mA	40 A	23 mm
CP-06	DC - >10 kHz	<10 mA	40 A	6,5 mm
CP-07	DC - 400 kHz	< 4 mA	4 A	5 mm

Tabel 1 Overzicht van enkele stroomprobes

Meten met de oscilloscoop zonder stroomprobe

Wie niet de beschikking heeft over een stroomprobe kan ook de spanning over een shuntweerstand meten. Alleen kun je niet het aardcontact van de oscilloscoop met het lichtnet verbinden. Ook als je het aardcontact van de oscilloscoop verbindt met de nulleider, gaat gegarandeerd de aardlekschakelaar eruit. Hoewel de nulleider van het lichtnet bij de wijktransformator met de aarde is verbonden, staat in huis op de nulleider meestal een geringe spanning.

Met een tweekanaals oscilloscoop bestaat vaak de mogelijkheid de meetspanning van de twee kanalen bij elkaar op te tellen en de spanning van één kanaal om te keren. Als beide kanalen dezelfde gevoeligheid hebben wordt op deze manier de verschilspanning getoond. Foto 6 toont deze instelmogelijkheden van mijn oscilloscoop.

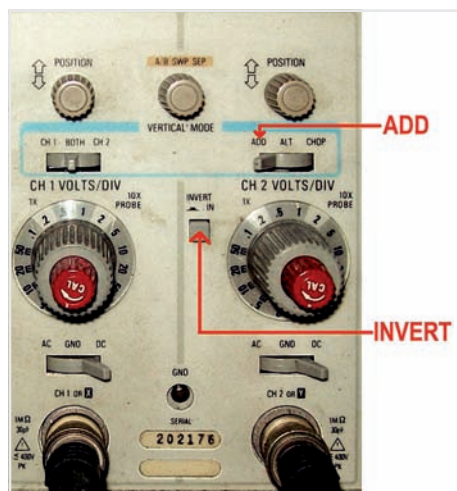


Foto 6 Instellingen oscilloscoop

Bij een digitale oscilloscoop kan meestal in het menu 'MATH' worden gekozen voor 'A-B'. Op deze manier kan de spanning over de shuntweerstand worden gemeten door op beide uiteinden van de shuntweerstand een probe te zetten en het verschil op het scherm af te beelden. Het is bij deze methode wel raadzaam ervoor te zorgen dat de shuntweerstand in de nulleider zit. Als er namelijk rond de 230 volt wordt gemeten loopt het signaal in de afzonderlijke kanalen van de oscilloscoop eerder vast bij een hoge gevoeligheid. Dit is te zien als je beide probes op dezelfde kant van de shuntweerstand aansluit. Het lukt dan niet de signalen volledig van elkaar af te trekken en er ontstaat dus geen rechte lijn op het scherm. Het is daarom beter in de nulleider te meten. Kies voor de shuntweerstand een waarde, waarover bij de te verwachten stroom iets meer dan 1 volt spanning valt. De te meten spanning is zodoende in dezelfde orde van grootte als de te compenseren spanning op de nulleider. Bij een grote stroom kan de shuntweerstand heet worden. Maak in dat geval eventueel aparte aansluitingen voor de oscilloscoop die niet heet worden, om te voorkomen dat het plastic van de probes smelt. Foto 7 toont hoe de probes van de oscilloscoop op het meetstopcontact kunnen worden aangesloten.

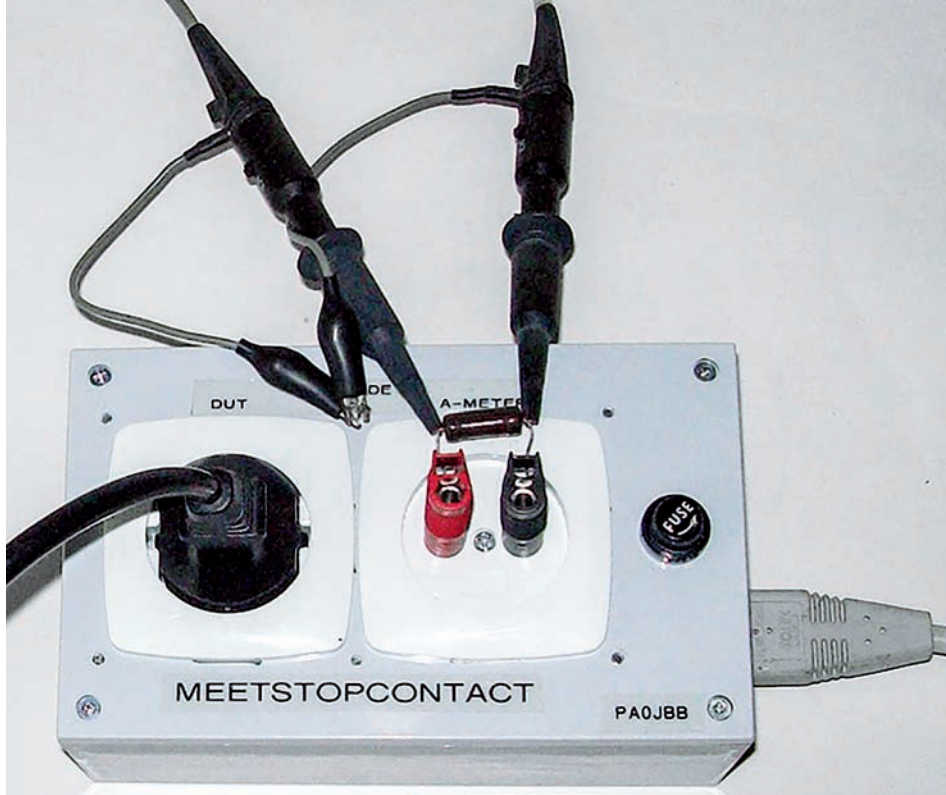


Foto 7 Meetstopcontact met aangesloten oscilloscoopprobes over een shuntweerstand

Een nadeel van het meten over een shuntweerstand is dat de inwendige weerstand van het lichtnet wordt verhoogd met de waarde van deze shuntweerstand. Hierdoor zullen stroompieken iets minder steil verlopen.

Faserelatie

We willen uiteraard graag weten wanneer de stroom in fase is met de netspanning. Bij gebruik van een stroomprobe kan het tweede kanaal van de oscilloscoop op de netspanning worden aangesloten.

Bij de methode met twee probes zijn beide kanalen van de oscilloscoop bezet. Om toch de faserelatie te kunnen zien kan eerst de netspanning op de oscilloscoop zichtbaar worden gemaakt. Schakel de triggerbron op 'MAINS' en draai met de knop voor horizontale verschuiving de top van de sinus op een lijn van het raster (zie foto 8).

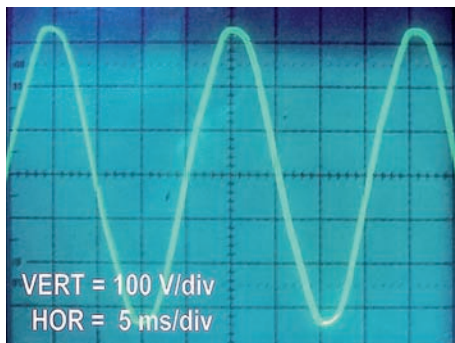


Foto 8 Oscilloscoopbeeld netsinus

Als hierna de meetopstelling wordt omgebouwd voor de stroommeting, blijft de top van de sinus samenvallen met deze lijn op het raster.

Resultaten

Op foto 9 is het resultaat te zien van een stroommeting met de oscilloscoop over een

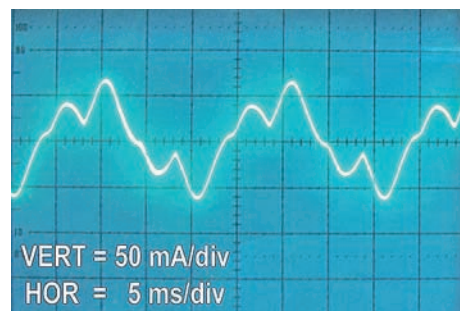


Foto 9 Oscilloscoopbeeld stroom morsesdecoder

shuntweerstand van 100 Ω . Het is de opgenomen stroom van een morsesdecoder die is uitgevoerd met een kleine lineaire voeding. De lage stroompieken vallen samen met de opgaande flanken van de netsinus. De hoge stroompieken rechts van de lage stroompieken zijn het gevolg van de inductieve belasting door de voedingstransformator (deze stroom ijlt namelijk na op de spanning). Als deze stroom wordt gemeten met de milliampèremeter wijst deze 34 mA aan. Op foto 10 is de stroom te zien van een lineaire 12V-voeding zonder belasting. Op dit oscilloscoopbeeld is een geringe stroom te zien die in fase is met de netspanning en een gro-

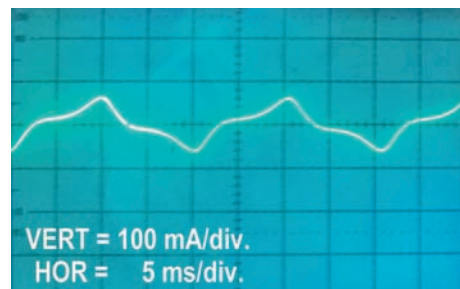


Foto 10 Oscilloscoopbeeld stroom onbelaste lineaire 12V-voeding

tere stroom ten gevolge van de zelfinductie van de transformator. Als deze stroom wordt gemeten met de milliampèremeter wijst deze 30 mA aan.

Op foto 11 is de stroom te zien van dezelfde 12V-voeding die nu een stroom levert van 1,5 ampère (bij 16 V uit de gelijkrichter betekent dat 24 W uit de transformator). De stroom in fase met de netspanning wordt nu voornamelijk veroorzaakt door de belasting. De stroom ten gevolge van de zelfinductie van de transformator is ongeveer gelijk gebleven. Als deze stroom wordt gemeten met de milliampèremeter wijst deze 145 mA aan.

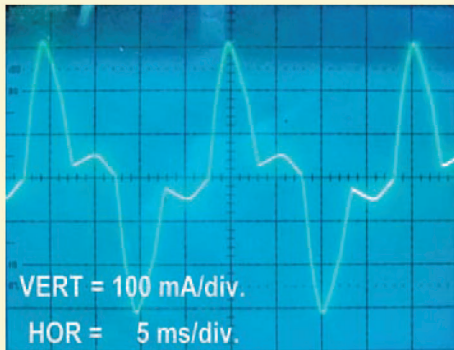


Foto 11 Oscilloscoopbeeld stroom lineaire 12V-voeding belast met 1,5 A

Op foto 12 is de stroom te zien van een schakelende 12V-voeding zonder belasting. Op dit oscilloscoopbeeld is nu alleen de laadstroom te zien van de condensator achter de gelijkrichter. Als deze stroom wordt

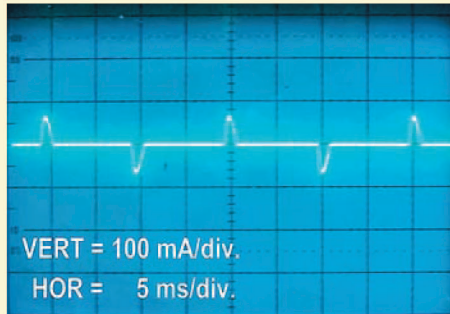


Foto 12 Oscilloscoopbeeld stroom onbelaste schakelende 12V-voeding

gemeten met de milliampèremeter wijst deze 7 mA aan.

Op foto 13 is de stroom te zien van dezelfde schakelende 12V-voeding als die een stroom levert van 1,5 A. Als deze stroom wordt ge-

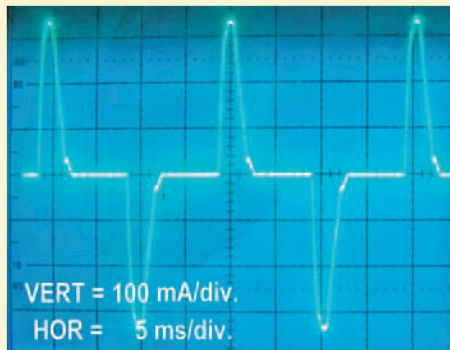


Foto 13 Oscilloscoopbeeld stroom schakelende 12V-voeding belast met 1,5 A

meten met de milliampèremeter wijst deze 100 mA aan.

Als we inzoomen op de top van de stroompuls zijn daar pulsen met de schakelfrequentie te zien. Deze pulsen hebben een amplitude van 10 mA zoals op foto 14 te zien is. Aangezien deze pulsen zeer steile flanken hebben, bevatten ze veel harmonischen, waardoor radiostoring wordt veroorzaakt.

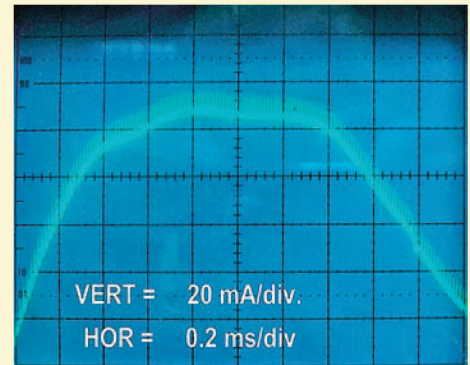


Foto 14 Oscilloscoopbeeld stoorpulsen schakelende 12V-voeding belast met 1,5 A

Zelf gebruik ik het meetstopcontact iedere keer als een met het lichtnet verbonden schakeling voor de eerste keer wordt ingeschakeld. Pas nadat is vastgesteld dat er geen ongewenste dingen gebeuren gaat de stekker van de schakeling direct in het gewone stopcontact. Het meetstopcontact is een simpel, goedkoop en handig hulpmiddel.