

Vermogensmeting van kleine vermogens

Waar kan het fout gaan en ontstaan de onnauwkeurigheden

Heel veel apparaten worden vandaag de dag elektronisch aan- en uitgeschakeld wat tot gevolg heeft dat ze in de uitgeschakelde stand nog altijd een kleine hoeveelheid energie verbruiken. Daarnaast zijn er nog vele andere oorzaken waardoor apparaten, ook al doen ze niet veel, toch een kleine hoeveelheid energie opnemen. Op wereldschaal vormen al deze kleine beetjes bij elkaar een behoorlijk energieverbruik. Niet voor niets dat er een beleid is om het stand-by-vermogen zo laag mogelijk te houden. Probleem is alleen het meten van dit vermogen. Dit is moeilijker dan het meten van grote vermogens.

Iedereen weet dat voor het bepalen van het vermogen tegelijkertijd de stroom en de spanning gemeten moet worden. Ook weten we allemaal dat daarbij de plaatsing van de instrumenten in de meetopstelling belangrijk is. In de schakeling uit figuur 1 wordt immers wel de correcte spanning gemeten, maar door de inwendige weerstand in de spanningsmeter wordt niet de juiste stroom door het testobject gemeten. Wordt de stroommeter na de spanningsmeter geplaatst, zoals in figuur 2, dan is de waarde van de stroom correct, maar klopt de spanning niet. Deze is immers te groot door de spanningsval over de stroommeter. Aangezien de stroom door het testobject heel klein is en de inwendige weerstand van de stroommeter laag is, is de afwijking in het gemeten vermogen ook relatief klein.

Bij het meten van grote vermogens is de afwijking die ontstaat door de inwendige weerstanden van zowel de stroom- als spanningsmeter geen echt groot probleem. De hoge R_i van de voltmeter en de zeer lage R_i van de stroommeter leveren een vrij kleine onnauwkeurigheid op. Voor het meten van het stand-by-vermogen ligt dit echter anders. Hierbij zorgen de extra weerstanden in het circuit voor een onnauwkeurigheid die wel eens te hoog kan zijn voor een correcte meting. Wanneer aan de schakelingen uit figuur 1 en 2 gerekend wordt, dan is te zien dat het vermogensverlies in de R_i van de voltmeter in figuur 1 53 mW bedraagt. In de schakeling in figuur 2 is het vermogensverlies in de stroommeter slechts 9,2 μ W waarmee duidelijk is dat de meetopstelling in figuur 2 te prefereren is ten opzichte van die in figuur 1.

Bereik

Bij het meten van het stand-by-vermogen dient ook goed gekeken te worden naar de gebruikte instrumenten. Zeker wanneer ook het nominale vermogen met dezelfde meetopstelling gemeten moet worden, is de kans groot dat de meter overbelast wordt op het moment dat er overgeschakeld wordt. Het gebruik van een automatische schaal kan dan handig zijn. Er dient bij dit type meetinstrument wel rekening gehouden te worden met de omschakeltijd. Het kost de meter enige tijd om de juiste meetstand te vinden. Juist de overgang van het stand-by-vermogen naar het nominale vermogen wordt daardoor niet goed geregistreerd. Een instrument dat niet automatisch werkt, heeft dan de voorkeur. Helaas wordt dan het lage vermogen bij een groot verschil tussen stand-by en nominaal niet nauwkeurig meer gemeten. Meetinstrumenten hebben immers altijd een onnauwkeurigheid die gerelateerd is aan het gekozen bereik, hetgeen wil zeggen dat er op een zo laag mogelijk bereik gemeten moet worden.

Is het vermogen pulsvormig, dan moet er zeker goed gekeken worden naar het ingestelde bereik. Is de puls zo groot dat er overgeschakeld moet worden naar een ander bereik, dan zal de automatisch werkende meter zeer zeker niet het correcte vermogen meten. Ook bij een niet automatisch werkende meter moet er opgelet worden. De puls mag

immers niet voorbij het maximum van het ingestelde bereik gaan. Vergeet daarbij niet dat als de amplitude 100 maal hoger is, dat deze voor een factor 10.000 meetelt in de RMS-berekening. Een deel van de puls missen, omdat deze boven het bereik uit komt, heeft daardoor grote invloeden op de gemeten waarde.

Waar te meten

In een enkelfasige meetopstelling is het gebruikelijk om in de nul-leiding te meten. Dit is immers gemakkelijker omdat bij veel vermogensmeters de stroommeter niet galvanisch gescheiden is van de spanningsmeter. In een circuit zonder veiligheidsaarde levert dit meestal geen problemen op, maar is er wel een PE-leiding, dan is deze vanwege EMC vaak via condensatoren aangesloten met de fase en de nul (zie figuur 3). Wordt in deze schakeling de stroom in de nulleiding gemeten, dan wordt niet de stroom door de PE meegerekend. Zeker als het gaat om het stand-by-vermogen, missen we dan veel. In dit geval is dus het opnemen van de meter in de fase de enige goede plek. Wel moet het dan een meter zijn met een hele hoge common mode rejection. Waardes van 60... 80 dB kunnen wel eens aan de lage kant zijn.

Wat voor meter

Bij het meten dient ook rekening gehouden te worden met de signaalverwerking in het meetinstrument. Bij veel goedkope instrumenten, die niet over veel processorkracht beschikken, wordt het ingangssignaal gedurende een bepaalde periode gesampled en opgeslagen waarna de interne processor overschakelt om de gemeten waarden te bewerken en om te zetten in een meetwaarde. Hierdoor kan echter het instrument belangrijke veranderingen missen waardoor de meting onbetrouwbaar is. Maar ook bij het meten van standby-vermogen gaat het snel fout als de voeding van het type switched-mode is. Deze voedingen nemen maar gedurende zeer korte tijd stroom op (gepulsde stromen). Mist de power-meter zo nu en dan zo'n impuls vanwege interne berekeningen, dan heeft dat uiteraard een

significante invloed op het meetresultaat. Een meter die tegelijkertijd meet en verwerkt is dan ook aan te bevelen, maar helaas zijn deze instrumenten zeldzaam. Veel instrumenten onderbreken namelijk de metingen ook om de DC-offset te kunnen bepalen. Daarvoor wordt het ingangssignaal losgekoppeld waardoor alleen de DC-offset gemeten en daarna gecompenseerd kan worden. Alleen bij instrumenten die opgebouwd zijn met zeer hoogwaardige componenten met een zeer lage drift, kan door kalibratie de DC-offset gecompenseerd worden. Een voorbeeld van een instrument dat ononderbroken kan meten, is te zien in figuur 4. Het gaat hier om een power-meter van Zes Zimmer, een firma die in Nederland door AR Benelux B.V. uit Hazerswoude Dorp vertegenwoordigd wordt.

Bij de keuze van de meter is het veelal verstandig om te kiezen voor een exemplaar dat gebruik maakt van externe shuntweerstand. Wordt bijvoorbeeld het stand-by-vermogen van een koelkast gemeten en slaat tijdens de meting de compressor aan, dan loopt er even een stroom die met gemak meer dan 10 A bedraagt. Menige interne shunt kan daar niet tegen. U krijgt dan voor een enkelfasige meting de opstelling die in figuur 5 te zien is. Overigens worden in deze opstelling ook gelijkspanningscomponenten gemeten die op de netspanning zitten. Deze kunnen de meting behoorlijk beïnvloeden. Is dit niet wenselijk, dan is het aan te raden om een echte AC-koppeling te gebruiken.

Bandbreedte

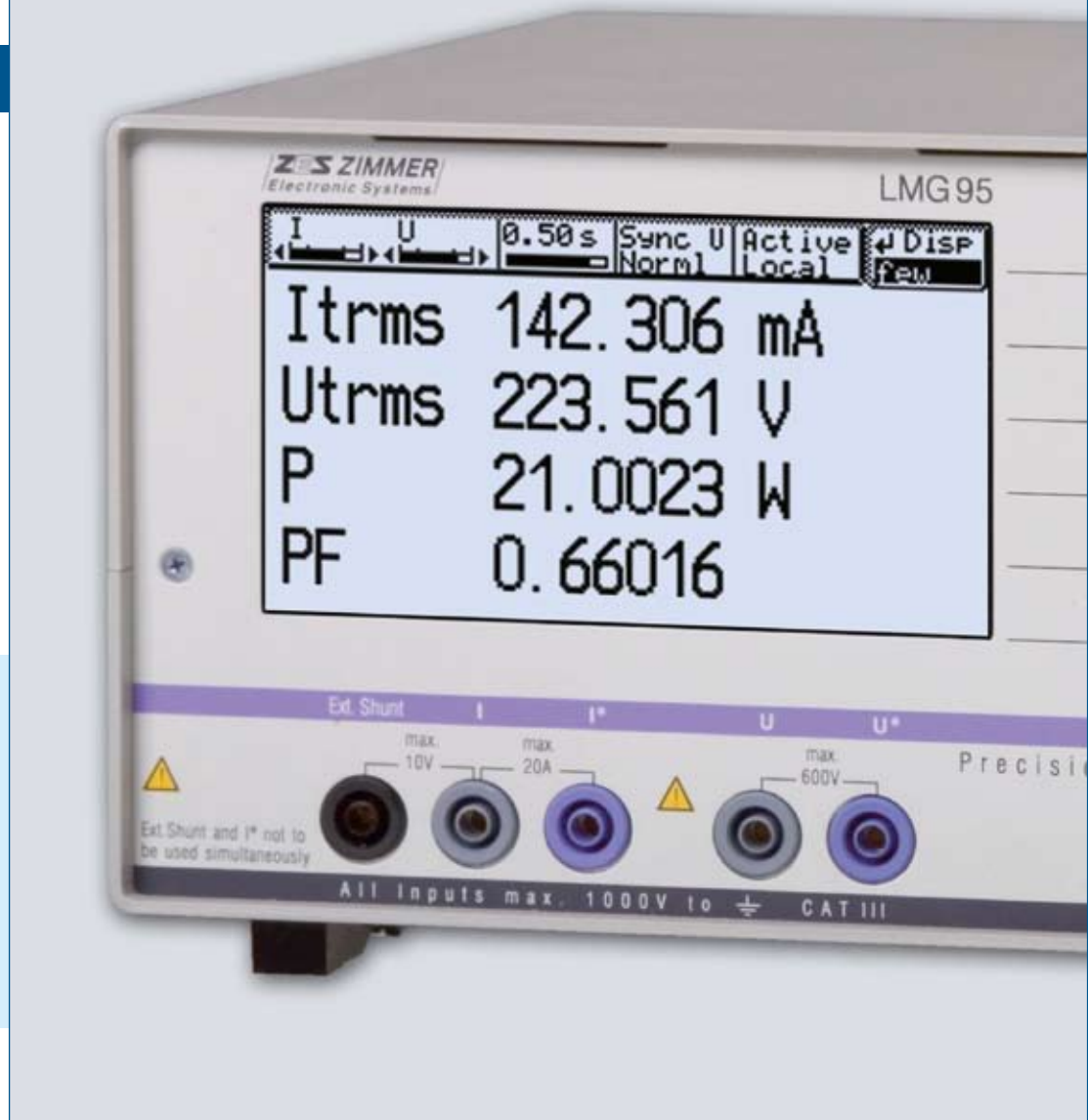
Uiteraard is voor de meting het frequentiegebied rond 50 Hz het belangrijkste, maar door de aanwezigheid van hogere harmonischen kan de meting behoorlijk beïnvloed worden. Neem bijvoorbeeld een schakelende voeding. Veel exemplaren veroorzaken een rimpel op de netspanning met een waarde van wel 1 V en een frequentie tot 40 kHz. Door deze rimpel kan de stroom door de condensatoren C_x en C_y aanzienlijk zijn. Een power-meter met ingebouwde filters is dan heel handig om te zien hoe het vermogensverloop is ten opzichte van de frequentie.

Nauwkeurigheid

Wanneer we in de EN 62301 kijken, dan staat in bijlage B.5 het volgende:

"Generally, a digital power analyser with a fundamental power accuracy of 0,5% or better will comfortably meet the instrument specification and measurement uncertainty required in this standard."

Dit lijkt goed nieuws, want heel veel goedkope instrumenten voldoen hieraan. In hoofdstuk 4.5 staat echter het volgende: *"Measurements of power of 0,5W or greater shall be made with an uncertainty of less than or equal to 2% at the 95% confi-*



... dence level. Measurements of power of less than 0,5 W shall be made with an uncertainty of less than or equal to 0,01 W at the 95% confidence level.”

Beide zijn niet tegenstrijdig, maar een ander uitgangspunt waardoor toch veel goedkopere instrumenten afvallen als het gaat om metingen die moeten voldoen aan de EN-norm. Sterker nog, ook de duurdere exemplaren gaan in de fout als er gemeten wordt aan een systeem met een hele lage power-factor en een hele hoge crest-factor. Voor dergelijke systemen voldoet geen enkele meter.

Om goed beslagen ten ijs te komen is het raadzaam om een instrument te kiezen met een zo laag mogelijke onnauwkeurigheid. Een 0,025%-exemplaar is voor veel meer kritische metingen geschikt dan een exemplaar van 0,2 %. Daarnaast is het raadzaam om voor elke meting de onnauwkeurigheid zelf te berekenen om zo inzicht te krijgen in de betrouwbaarheid van de meting. Vergeet daarbij niet dat er niet alleen naar het meetinstrument gekeken moet worden, maar naar de hele meetopstelling en alle factoren die de meting kunnen beïnvloeden. De meting moet immers reproduceerbaar zijn (o.a. door de instellingen die de regels moeten handhaven).

Belangrijk om in de gaten te houden zijn de harmonischen in stroom en spanning. Met name de 3^e, 5^e en 7^e kunnen ruim 2% van de totale vermogensopname vertegenwoordigen. Gebruik daarom een spanningsbron met een minimale THD en meet van elke harmonische het daadwerkelijk opgenomen vermogen.

Tot slot

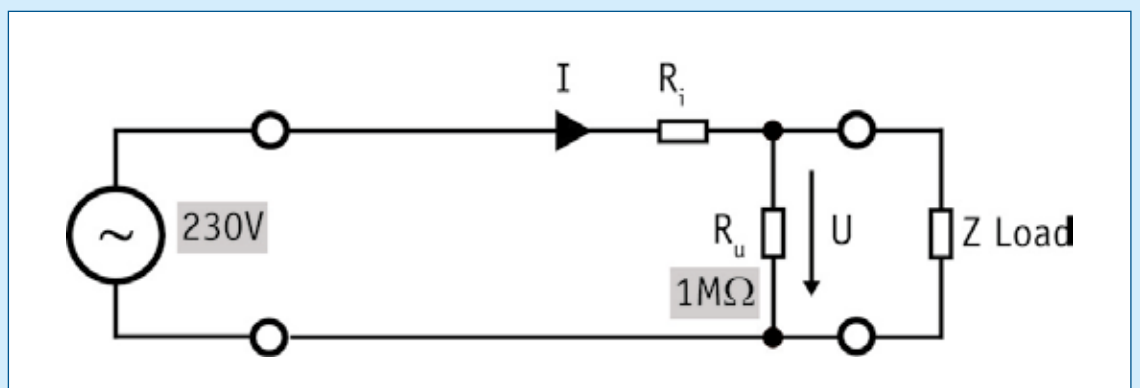
Hopelijk is duidelijk geworden dat het op een correcte manier meten van het vermogen lastiger is dan gedacht. Een groot aantal factoren kunnen de juistheid van de meting beïnvloeden waardoor geen betrouwbare resultaten kunnen ontstaan. Vooral bij het meten van kleine vermogens kunnen deze factoren een dusdanig grote rol spelen, dat moeilijk te zeggen is of aan de norm voldaan wordt. Door gebruik te maken van een stuk (niet zo vaak noodzakelijke en daarvoor vaak vergeten) basiskennis kan inzicht verkregen worden over de juistheid van de metingen waardoor fouten voorkomen worden. Ook het weten hoe de gebruikte apparatuur werkt, is van belang. Zomaar geloven dat een meetapparaat volgens de leverancier voldoet aan de norm zonder goed naar de specificaties te hebben gekeken, kan wel eens verkeerd uitpakken. Zeker als er veelvuldig metingen worden verricht aan systemen die verre van ohms zijn. Eén ding is zeker: wie alle factoren bewust meeneemt bij het uitvoeren van de metingen, kan met zekerheid zeggen of het testobject wel of niet voldoet aan de norm en dat is waar het om gaat.

Op de site van Zes Zimmer Electronic Systems (www.zes.de onder het kopje download) is de Engelstalige application note “Measurement of Standby Power and Power Efficiency (#102)” te vinden die nog dieper in gaat op deze problematiek. ●

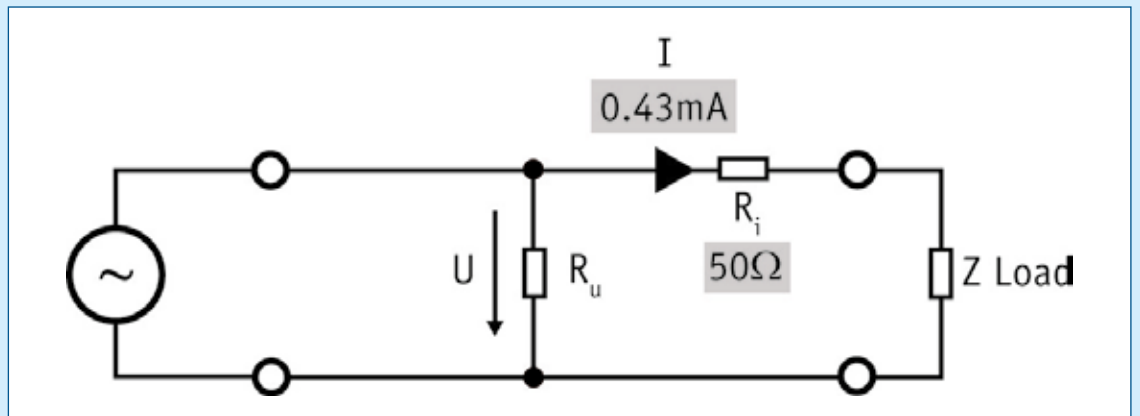
Informatie over de apparatuur van Zes Zimmer is te vinden op www.arbenelux.com.

Ewout de Ruiter

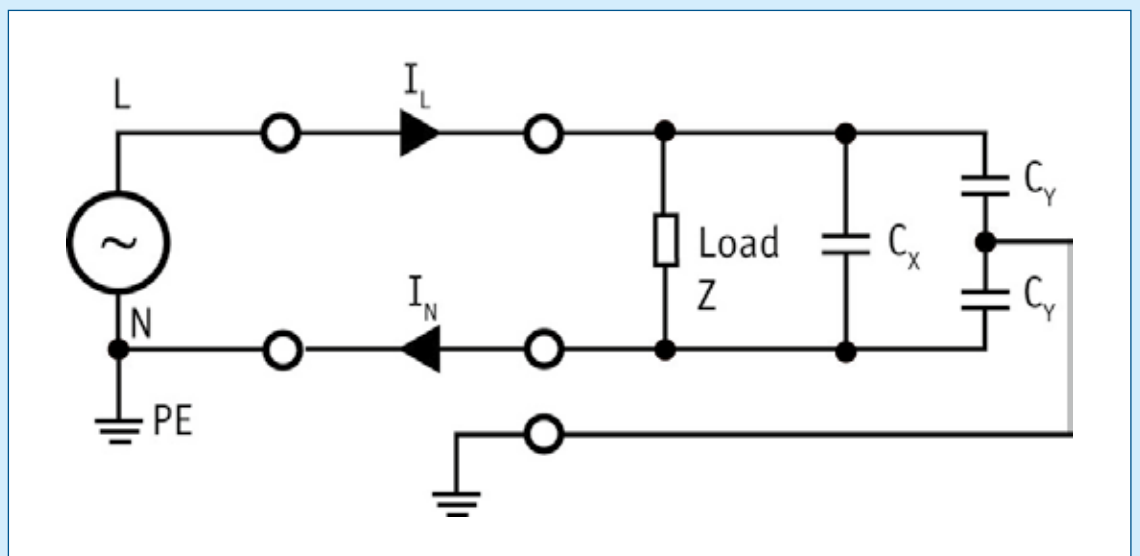
Figuur 1. In deze opstelling wordt de spanning correct gemeten, maar zorgt de inwendige weerstand van de spanningsmeter voor een meetfout van 53 mW.



Figuur 2. Nu wordt de stroom correct gemeten. De spanningsval over de inwendige weerstand van de stroommeter is echter zo klein dat de afwijking slechts 9,2 μW bedraagt.



Figuur 3. De condensatoren C_x en C_y kunnen er voor zorgen dat een meting van de stroom in de nulleiding geen correcte waarde oplevert van het opgenomen vermogen.



Figuur 4. De power-meters van Zes Zimmer behoren tot de categorie high end instrumenten.



Figuur 5. Met een externe shunt die bestand is tegen hoge stromen, wordt voorkomen dat het meetinstrument defect raakt als plotseling de stroom heel groot wordt en er gemeten wordt op een gevoelig bereik.

