

Meten met probes

Alfred Rosenkränzer
(D)

Bij het meten van digitale high-speed-signalen met probes ontstaan vaak meetfouten. De massa-aansluiting van de probe is daarbij heel belangrijk. Wordt de standaard massaverbinding met krokodillenklemmen uitgevoerd, dan hebben de beelden vaak sterke overshoots die helemaal niet bij het signaal horen. Duurdere probes bezitten een 'massaveer', om de massa via een zo kort mogelijke verbinding aan te sluiten. Zo'n veer kan men eenvoudig zelf maken!

Het meten met de oscilloscoop is dagelijks werk voor elektronici, hetzij beroepshalve of in de vrije tijd. Daarbij kunnen signalen van een generator direct via een afgeschermde kabel, meestal

met BNC-connector, aangesloten worden. Voor lage frequenties, zoals audiosignalen, wordt de kabel niet afgesloten. Voor hogere frequenties, zoals video of snelle digitale signalen, wordt de kabel gewoonlijk wel afgesloten, indien mogelijk met de schakelbare afsluitweerstand in de scoop. In de meeste gevallen worden de metingen echter met hoogohmige probes uitgevoerd. Alleen zo kan men signalen in een schakeling volgen. Een typische probe heeft een ingangsimpedantie van 10 M Ω parallel aan een condensator van ca. 10 pF. Samen met de ingangsweerstand van de oscilloscoop van 1 M Ω wordt daarmee een spanningsdeler van 10:1 gevormd.

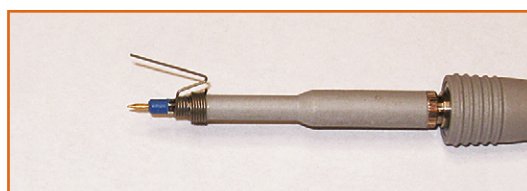
Het signaal zelf wordt met de punt gemeten, de noodzakelijke massaverbinding wordt tot stand gebracht met een ca. 10 cm lange draad met een krokodillenklem. We gaan er natuurlijk van uit dat de probe met behulp van de testuitgang van de scoop correct is afgeregeld.

Als men snelle digitale pulsen meet, dan ontdekt men al gauw dat de vorm van het signaal sterk afhankelijk is van de plek waar men de massakabel aansluit. Dat geldt speciaal voor de overshoots bij flanken. Daarbij gaat het in de meeste gevallen om meetfouten en wordt dus niet het juiste signaal weergegeven (zie **figuur 1**).

Bij dure professionele probes, zoals van Agilent of Tektronix, kan met de afgebeelde signaalvorm verbeteren door de massadraad los te trekken en de massaverbinding met een opsteekbare veer (**figuur 2**) te maken. Het resultaat toont **figuur 3**. Hierbij moet men niet alleen de tip op het te testen punt drukken, maar ook een geschikt massapunt vinden en er tegelijkertijd contact mee maken.



Figuur 1.
10-MHz-blokgolf met kabel en 50- Ω -afsluiting in de scoop (A); hetzelfde signaal gemeten met probe en massadraad op de afsluiting (B).



Figuur 2.
Probe van de firma Agilent met verwijderde massakabel en speciale massaveer.

Bij goedkopere probes heeft de auteur deze manier van massaverbinding tot nu toe niet gezien. Gelukkig hebben ook die exemplaren een massaring achter de punt om contact te maken met de testuitgang. Als men een stukje blanke draad enkele keren om deze ring wikkelt en vastdraait, krijgt men een soortgelijke constructie (**figuur 4**). De massa-aansluiting met de wikkeling kunt u ook in de schakeling solderen. Het kost bijna niks. Gaat hij kapot, dan maakt u een nieuwe.

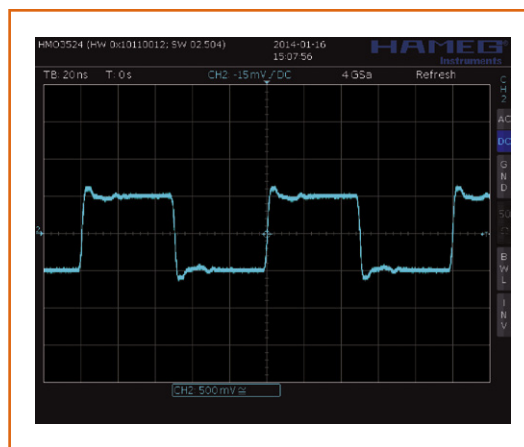
Bandbreedte

Deze maatregelen verhinderen echter niet dat de probe meestal de bandbreedte van de meting beperkt. Om dat uit te zoeken zou men de stijgtijd van een snelle blokgolf eens met een correct afgesloten BNC-kabel kunnen meten en daarna met de probe. Is die met de probe kleiner, dan heeft de scoop nog reserve. Professioneel is er ook hier een oplossing, namelijk probes met een ingangsimpedantie van 500 of 1000 Ω . Dat lijkt op het eerste gezicht heel weinig in vergelijking met de 10 M Ω van de hoogohmige probe, bij hoge frequenties domineert echter de ingangscapaciteit. Bovendien liggen de amplitudes van snelle signalen vaker in de grootte-orde van 1 V_{pp} en kunnen de IC's de benodigde stromen gemakkelijk leveren.

De prijs van zo'n probe ligt wel in de buurt van enkele honderden euro's; dat is voor de meeste elektronici niet te betalen. Een probe met vergelijkbare eigenschappen kunt u ook vrij eenvoudig zelf maken. U heeft een 50- Ω -meetkabel nodig met aan één uiteinde een BNC-connector. Desnoods knipt u een kabel van 2 m door midden en kunt dan twee probes maken. Het afgeknipte einde isoleert u en aan de binnener soldeert u een weerstand, die daarna met een stuk krimpkous wordt geïsoleerd en vastgezet. De afscherming twist u en soldeert er een stuk draad aan voor de aansluiting op de print. Nog een stuk krimpkous maakt het geheel compleet (**figuur 5**). Als weerstandswaarde is 450 of 950 Ω mogelijk. Samen met de 50- Ω -afsluitweerstand in de scoop vormen ze een 10:1 respectievelijk 20:1 deler. Zulke weerstandswaarden zijn in de elektronicahandel te koop. Vindt u het niet erg dat de spanningsdeler-verhouding niet precies klopt, dan kunt u ook 470 of 1000 Ω nemen. Gaat er iets kapot, dan knipt men het einde van de kabel af en maakt een nieuwe probe.

Figuur 6 toont een laagohmige probe van HP. In de witte plastic omhulling zit een uitwisselbare weerstand. De aansluiting op de scoop loopt via een SMA-stekker en een SMA-kabel (de prijs was adembenemend). Zoiets kan men ook met een SMA-bus, een weerstand, draad en krimpkous namaken (als men een SMA-kabel en een adapter naar BNC heeft).

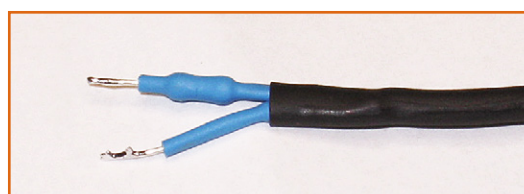
(130112)



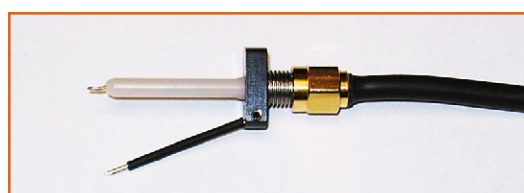
Figuur 3. Het 10-MHz-blokgolfsignaal gemeten met directe massa-aansluiting van de probe.



Figuur 4. Probe van Hameg met zelfgemaakte 'massaveer'. Ook hier werd de standaard massakabel verwijderd.



Figuur 5. Zelfgemaakte laagohmige probe.



Figuur 6. Oudere laagohmige probe van HP.