

Optimale bandbreedte en samplesnelheid van een oscilloscoop

hoe meer u ziet, hoe meer u kunt oplossen

Toepassingsadvies

In dit toepassingsadvies wordt gekeken naar de signaalfrequentie en de stijgtijd van de pulsflank, om beter inzicht te krijgen in hun gevolgen voor het signaal zoals dit wordt weergegeven door een digitale geheugenoscilloscoop.

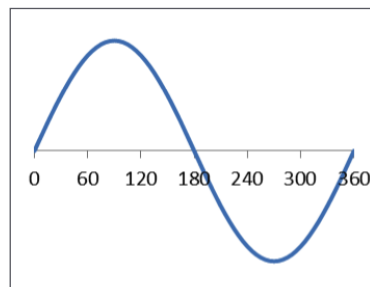
Wat is bandbreedte?

Laten we, om dit in de juiste context te plaatsen, beginnen met het beantwoorden van wat een oscilloscoop is. Een oscilloscoop is een apparaat dat de veranderingen van een elektrisch signaal in de loop van de tijd registreert en weergeeft in de ware oorspronkelijke vorm. Het display is gekalibreerd voor het weergeven van een spanning (verticale as) in de loop van de tijd (horizontale as). Als de spanning in de loop van de tijd verandert, kan het aantal veranderingen (cycli) in de loop van de tijd worden voorgesteld als een frequentie. $F = 1/\text{tijd}$ (hertz). Net als bij uw gehoor is het zo dat naarmate de frequentie toeneemt, het vermogen van de oscilloscoop om de signaalspanning nauwkeurig te reproduceren na verloop van tijd afneemt. Daarom is de kritische vraag wat het maximale aantal cycli (terugkerende gebeurtenissen) is dat een oscilloscoop grafisch kan reproduceren in de ware oorspronkelijke vorm. De specificatie van de bandbreedte van een oscilloscoop beantwoordt deze kritische vraag.

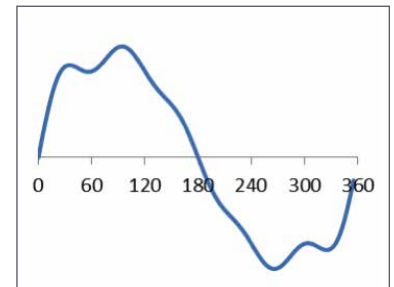
Omdat wanneer de frequentie toeneemt, het vermogen van de oscilloscoop om de werkelijke amplitude van het signaal nauwkeurig te reproduceren afneemt. Fabrikanten specificeren bandbreedte als de hoogste frequentie waarbij een sinusvormig ingangssignaal dat op het display wordt gereproduceerd, maximaal 70,7% van de werkelijke amplitude van het signaal wordt verzwakt. Dit staat bekend als het 3dB-punt. Met andere woorden: bandbreedte is de maximale frequentie waarbij het weergegeven signaal nog steeds groter is dan 70,7% van de werkelijke amplitude van het aangelegde signaal (of 0,707 maal).

Een sinusgolf registreren

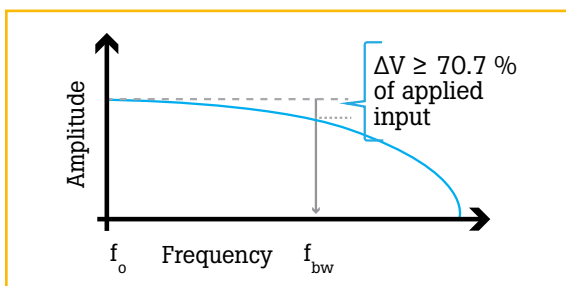
Om een sinusgolf in zijn zuiverste vorm zonder vervorming te registreren, zou er alleen maar een oscilloscoop nodig zijn met een ingangsbreedte waarvan de frequentie in een bepaalde orde van grootte hoger is dan de frequentie van de gemeten sinusgolf. Ondanks de hedendaagse digitale high-techcomponenten zijn monteurs en technici nog altijd bekommerd om de algehele vorm, amplitude en tijdsduur van een golfvorm en om de aanwezigheid van eventuele storingen. Het kiezen van de juiste oscilloscoop kan het verschil betekenen tussen het beschikken over alle benodigde informatie en het over het hoofd zien van kritische details. Terwijl u misschien denkt dat het geteste signaal in orde is, ziet u in werkelijkheid wellicht niet alles van die golfvorm wat werkelijk aanwezig is.



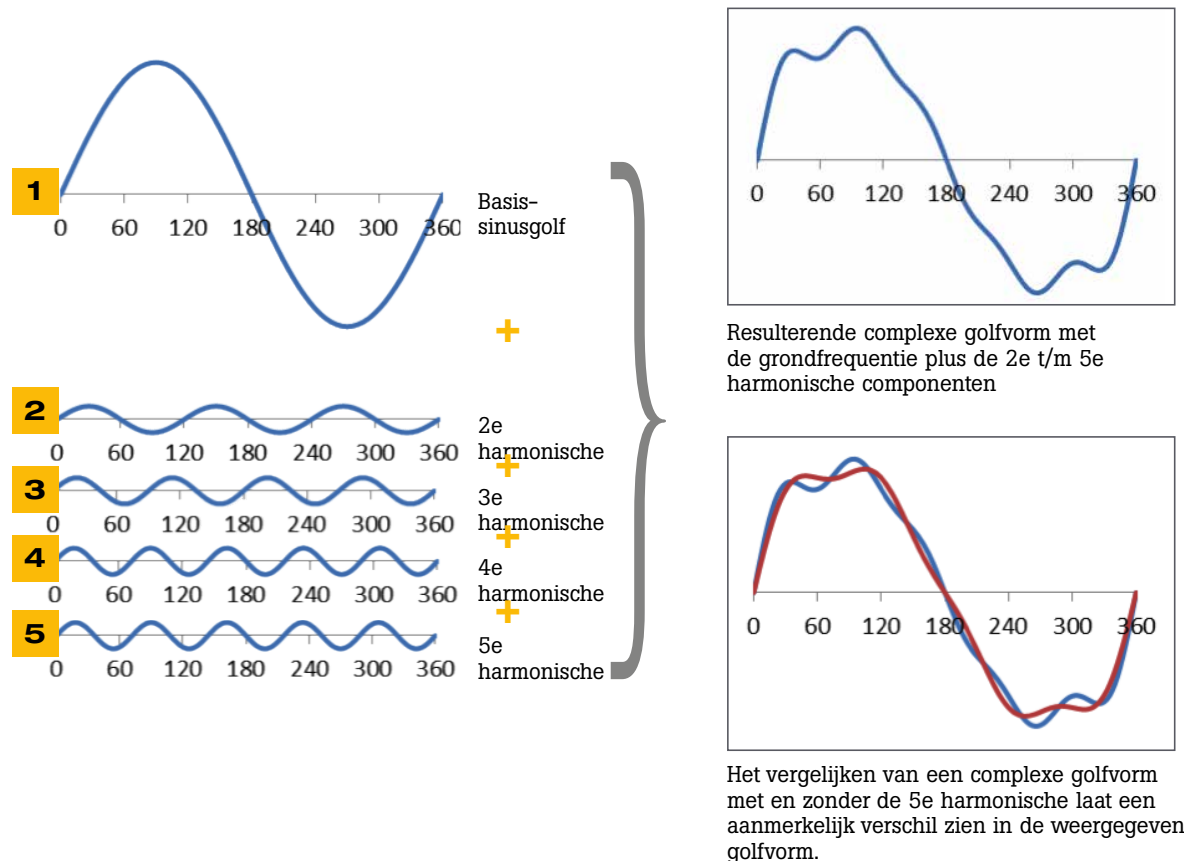
Sinusgolf in zijn zuiverste vorm, wiskundig uitgedrukt als $y(t) = A \sin(\omega t + \theta)$



Vervormde sinusgolf, die wordt gevormd uit de som van een aantal harmonische componenten



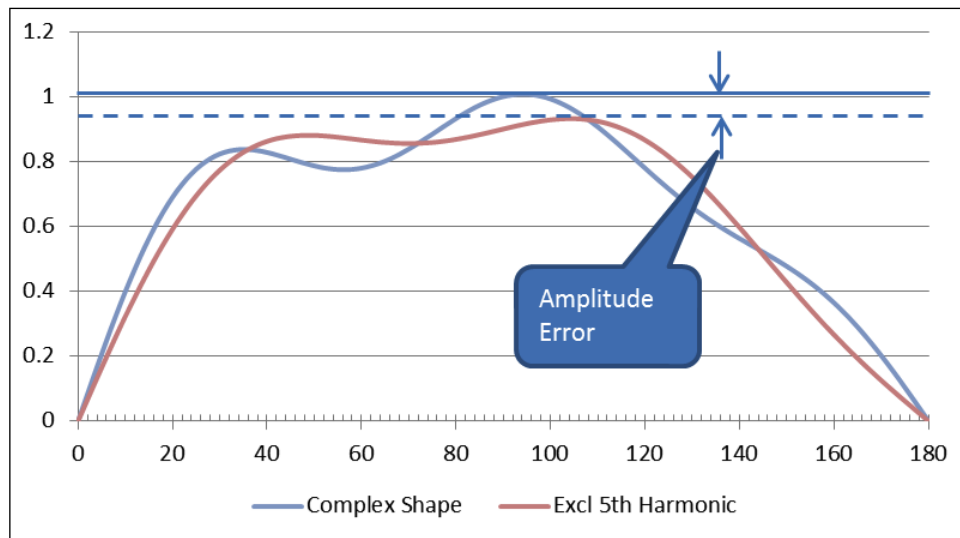
In geval van een zich herhalende complexe golfvorm of een vervormde sinusgolf, kan de golf wiskundig worden uitgedrukt als de som van de afzonderlijke harmonische componenten of frequentiecomponenten. Met behulp van een spreadsheet kunnen we elke component plotten [$y(t) = A \sin(\omega t + \theta)$], samen met de gecombineerde som van de afzonderlijke componenten, zodat we eenvoudige visuele vergelijkingen kunnen maken om de invloed van de bandbreedte van de oscilloscoop te zien.



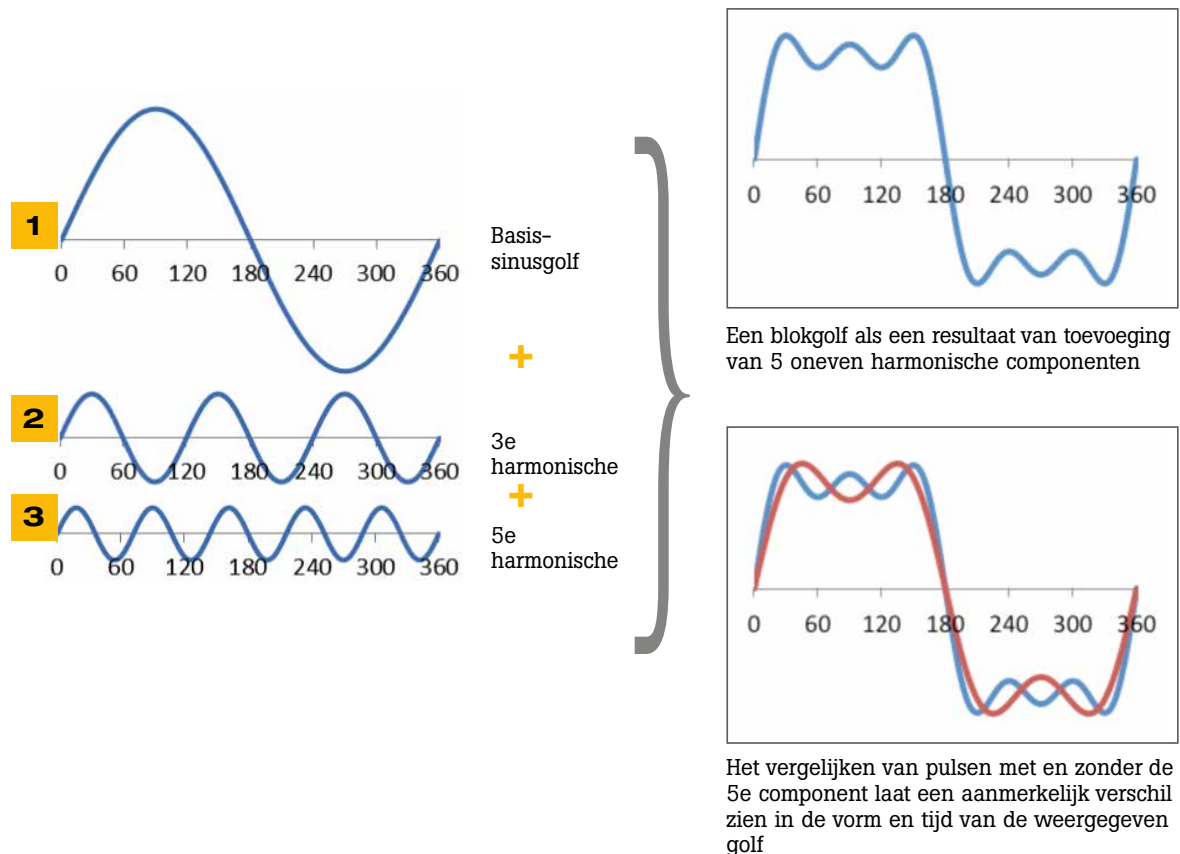
Het vergelijken van de resulterende complexe golfvorm met en zonder de 5e harmonische component, onthult een aanmerkelijk verschil in de weergegeven vorm. Daarom is de algemene vuistregel om een oscilloscoop met een bandbreedte van vijfmaal de frequentie van de gemeten sinusgolf te kiezen.

Bandbreedte oscilloscoop \geq hoogste frequentiecomponent van signaal x 5

Naast het verschil in de algehele vorm van de golf, kan onvoldoende bandbreedte van de oscilloscoop resulteren in een afwijking van de weergegeven amplitude. Door een oscilloscoop met een bandbreedte van minimaal vijfmaal de bandbreedte van de grondfrequentie te vergelijken met een oscilloscoop met een bandbreedte van slechts viermaal de frequentie, wordt het verschil in piekamplitudes zichtbaar. In dit geval berekenden wij een afwijking van 7%.



Denk vervolgens aan de invloed van de samplesnelheid op de horizontale tijdas. In digitale of analoge pulsschakelingen zijn de meest voorkomende metingen die de kwaliteit van een blokgolf of pulsen bepalen: de puls-breedte, de stijgtijd of de spanningsverandering als functie van de tijd (dV/dt). Een blokgolf met een snelle flank kan worden uitgedrukt als de som van een oneindig aantal oneven harmonische sinusgolven.



Een oscilloscoop moet over een voldoende snelle reactietijd op stijgende en dalende flanken beschikken om de voor- en achterflanken plus eventuele reflecties, transiënten of andere gebruikelijke storingen nauwkeurig te registreren en weer te geven. Een vergelijking van een golfvorm die uitsluitend harmonische componenten bevat, laat duidelijk zien hoe verschillend een oscilloscoop de vorm en flanken kan weergeven. Het verschil zou kunnen leiden tot een aanzienlijke afwijking van de weergegeven golfvorm. Het prestatievermogen van digitale geheugenoscilloscopen met betrekking tot de stijgtijd, is afhankelijk van het analoge ingangscircuit en van de samplesnelheid van de analoog-digitaalomzetter. Een in de industrie erkende algemene vuistregel is om een oscilloscoop met een stijgtijd van vijfmaal de stijgtijd van de gemeten sinusgolf te kiezen.

Stijgtijd oscilloscoop ≤ snelste stijgtijd van signaal x 1/5

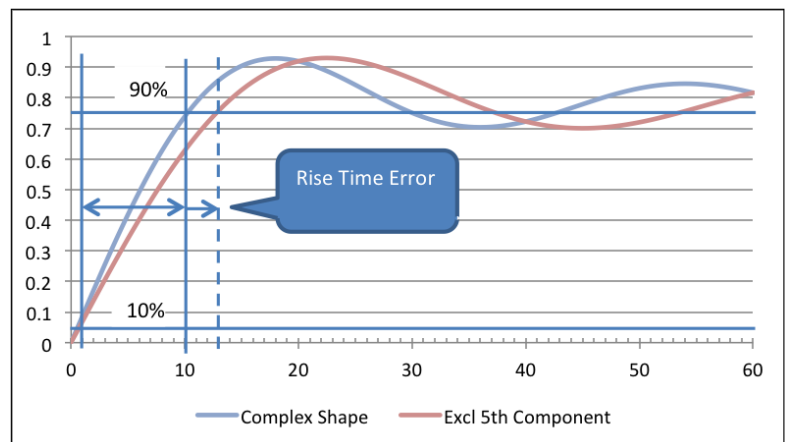
Als er om de signaalflank te controleren wordt ingezoomd met een oscilloscoop met een stijgtijd van minder dan een vijfde van de stijgtijd van het geteste signaal, laat dit een afwijking van de weergegeven stijgtijd zien van maar liefst 33%.

De relatie tussen stijgtijd en bandbreedte kan ook worden geëvalueerd met een andere gebruikelijke formule: $\text{stijgtijd} = 0,35 / \text{bandbreedte}$. Deze bewezen formule houdt rekening met het frequentiegedrag van typische oscilloscopen met een bandbreedte van 1 GHz of minder. Bovendien moeten in de analyse extra afwijkingen van de probes, het geteste signaal en de gebruikte oscilloscoop in de hele meetketen worden meegenomen.

Moderne commerciële en industriële apparaten zoals medische beeldvormingsapparatuur, radars, digitale communicatiesystemen en stroomomvormers gebruiken microprocessors en halfgeleider-schakelapparatuur met kloksnelheden in het bereik van honderden megahertz of produceren digitale pulsen die werken met stijg- en daaltijden van de flanken die worden gemeten in tientallen nanoseconden. Bovenop de hoge bedrijfssnelheden zijn deze apparaten onderworpen aan de invloed van elektromagnetische interferentie en omgevingsomstandigheden die kunnen leiden tot veranderingen in de impedantie, onbalans en vervorming, waardoor het apparaat niet goed werkt. Het gebruik van een oscilloscoop met voldoende bandbreedte en stijgtijd kan het verschil betekenen tussen het snel vaststellen van de basisoorzaak en op een dwaalspoor gebracht worden. Onthoud altijd dat een oscilloscoop met een snellere stijgtijd en grotere bandbreedte de werkelijke vorm van de golf en kritische details zoals signaalruis, vervorming of de pieken van transiënten of reflecties nauwkeuriger zal registreren en weergeven.

Conclusie

Monteurs en technici worden dagelijks geconfronteerd met uitdagingen wanneer zij metingen uitvoeren aan moderne snelle elektronische apparatuur en industriële voedingssystemen. Bij sommige van deze metingen krijgt u te maken met hoge spanningen en stroomsterktes met hoge frequenties, met snelle flanken met harmonische vervormingen of andere snelle signaalafwijkingen. Tafeloscilloscopen beschikken weliswaar over de benodigde bandbreedte en samplesnelheden, maar ze zijn niet draagbaar, zijn niet veilig genoeg of hebben geen geïsoleerde kanalen. De nieuwe Fluke 190-504 beschikt echter over het beste van beide werelden, een handheld draagbaar elektrisch geïsoleerd instrument met 4 kanalen met een bandbreedte van 500 MHz en een samplesnelheid van 5 GS/s, zodat monteurs en technici snel, nauwkeurig en veilig metingen met hoge snelheden kunnen uitvoeren.



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

©2013-2014 Fluke Corporation. Alle rechten voorbehouden. Wijzigingen zonder voorafgaande kennisgeving voorbehouden. 4/2014 4252284b-nl

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