

## De oscilloscoop:

Een oscilloscoop, afgekort scoop, is een elektrotechnisch meetinstrument dat de amplitude van variërende elektrische signalen op een scherm zichtbaar maakt.

De bedoeling is om wat dingen met betrekking tot scopen toe te lichten. Dit om het wat eenvoudiger te maken voor iemand die er nog geen ervaring mee heeft maar er wel een wil aanschaffen.

Het probleem is dat je een scoop moet uitzoeken die past bij je wensen en eisen maar daarvoor moet je wel weten wat de kenmerken van de verschillende scopen zijn. Als je bv niet weet dat een scoop een bandbreedte (wordt verder op uitgelegd) heeft dan zul je daar ook niet op letten. Koop je dan een 10MHz scoop en wil je 50Mhz meten dan wordt het toch een teleurstelling.

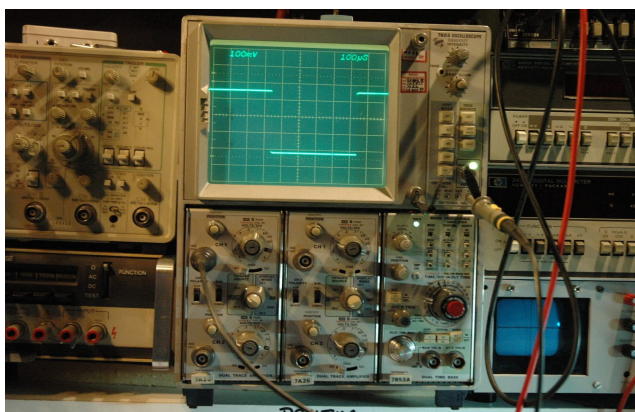
## Stukje geschiedenis:

De eerste oscilloscopen stammen al van voor de tweede wereld oorlog. Ze waren vanzelfsprekend helemaal analoog met een beeldbuis, ook CRT, cathode ray tube, genoemd. De eerste hadden nog geen triggering (ook dit komt aan bod). Dat was een uitvinding van Tektronix eind jaren 40. De eerste scopen waren alleen geschikt voor laag frequente signalen. Een scoop die een paar Mhz kon doen was toe iets heel bijzonders. In de jaren 50 en 60 werd dat voor een gewone scoop zo'n 5 tot 20Mhz en een echte topper deed 50 tot 100Mhz, maar dat waren haast onbetaalbare apparaten. Hele goede scopen uit die tijd zijn de 5XX serie van Tektronix. Grote kasten met meer dan 60 buizen en ze stoken genoeg vermogen om je kamer mee te verwarmen. Ze zijn echter nog steeds erg goed bruikbaar en waren extreem goed in kwaliteit en prestaties.



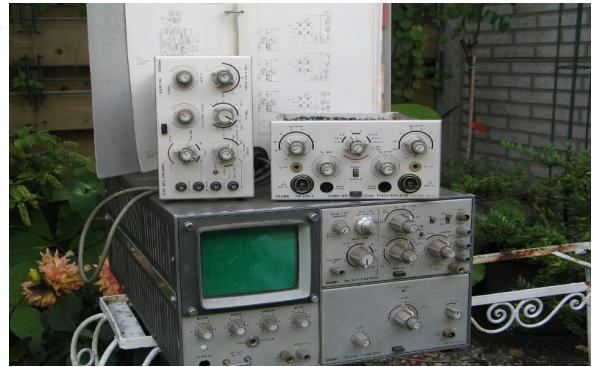
Ze gebruikten losse plugins voor de horizontale versterker. Maar er waren er ook met tijdbasis plugins. Zo kon je van je scoop bv ook een TDR of spectrum analyser maken. Hiernaast zie je een 545B. Philips was er ook al vroeg bij met het maken van scopen. De foto hierboven is van een model uit de jaren 40. Later kwamen er "portable" scopen. In eerste instantie als service scoop. Dus om mee te nemen om op locatie te meten. Je had toen dus laboratorium en service scopen. De laboratorium scopen waren grote kasten zoals de Philips PM3370 of de Tektronix 5000 en 7000 serie. Rechts zie je een Tektronix 465, een heel bekende 100MHz service scoop uit de jaren 70.

De Tek 7603 die je hieronder ziet is een laboratorium scoop die door Tektronix meer dan 20 jaar is gemaakt.



In de jaren 70 en 80 werden de meeste scopen als servicescoop gebouwd. De lab scopen hadden nog bestaansrecht voor speciale toepassingen en doordat ze vaak modulair waren. De bandbreedte ging nog steeds verder omhoog. Tot wel 1Ghz toe. Vaak waren dat zogenaamde sampling scopen. Deze werkten meestal met plugins en vaak nog aparte sampling heads en actieve probes. Wat dat allemaal betekent kom ik nog op terug.

Dit is een 1GHz samplingscope uit 1968. Daar konden gewone plugins in maar ook sampling plugins. Deze scopen waren destijds voor het gemiddelde bedrijf onbetaalbaar. Je ziet ze dan ook niet veel. Erg mooie techniek maar ook erg moeilijk te repareren. Ook iets wat je niet veel meer ziet zijn de analoge storage scopen. Deze duiken nog wel eens een enkele keer op maar meestal is de beeldbuis op. Deze scopen konden een trace “bevroren” op hun scherm. Als of het in een geheugen was opgeslagen. Met speciale knoppen kon je dat beeld weer “wissen” Een erg kwetsbaar systeem.

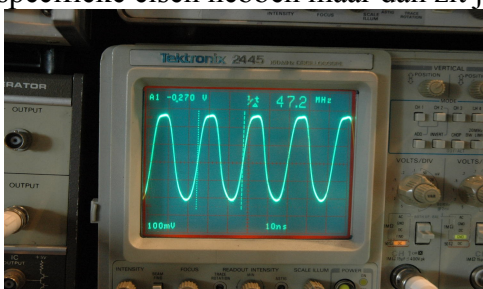


In de jaren 80 verschenen de eerste scopen met digitale technieken. Nog wel met beeldbuis, met analoge signaalverwerking maar met dingen als digitale informatie op het scherm en digitale techniek mbt de besturing van sommige interne processen. Later kwam daar digitale signaalverwerking bij en werd de beeldbuis vervangen door een LCD display. Eerst monochrome en later ook in kleur. Op dit moment worden er bijna geen analoge scopen met beeldbuis meer gemaakt. Het meeste is nu digitaal wat vooral enorm in ruimte scheelt. Ben wel voorzichtig met oudere digitale scopen (jaren 90). Die kan je beter laten staan. Ze zijn complex gebouwd en zeer moeilijk te repareren. Ze waren ook alles behalve perfect. De meeste fabrikanten moesten nog veel leren. Maar ook een geavanceerde jaren 80 scoop als een Tek 2465 is geen pretje om zelf te repareren.

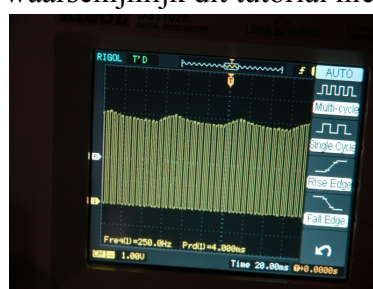
Waren scopen vroeger heel dure precisie instrumenten nu zijn er al nieuwe scopen voor een prijs die lager is dan een goede multimeter. Deze komen uit China en zijn van een heel ander kaliber dan hetgeen hierboven besproken. De keus is daarom vaak moeilijk. Koop je voor weinig geld een nieuwe scoop met veel toeters en bellen of zo'n oud geval. Bedenk dan wel dat die oude scopen top producten waren waar niet op een paar euro werd gekeken en een nieuwe Chinese scoop van 300 euro alleen maar gemaakt wordt vanwege de lage prijs, de rest is daaraan ondergeschikt. Ze zijn dus kwalitatief absoluut niet vergelijkbaar. Je moet het vergelijken met een multimeter van vier tot vijf tientjes, die zijn natuurlijk best bruikbaar maar “goed” is iets anders en ze zullen vast nog verder zakken in kwaliteit en prijs. Maar het ligt er aan wat je er van verwacht en er mee wil doen. Als je rekening met de beperkingen houdt, kun je er best plezier van hebben.

### Analoog versus Digitaal:

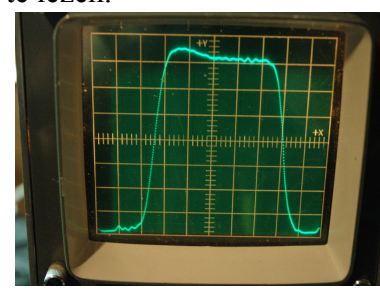
Een analoge scoop kan vaak een groter spanningsbereik aan en is minder kwetsbaar bij overbelasting. Ze zijn eenvoudig en overzichtelijk te bedienen en voor de hoog frequent amateur nog steeds een goede keus. Ze zijn erg allround en je kan ze eigenlijk altijd gebruiken. Natuurlijk zijn digitale scopen ook geschikt voor RF maar dan ga je eigenlijk naar de duurdere, niet Chinese, Agilents, Tektronix of Lecroy scopen. De goedkopere schieten daar vaak toch te kort maar zijn voor de amateur toch heel bruikbaar. De meeste digitale scopen worden gebouwd voor meten aan digitale signalen of schakelende voedingen. Ze hebben veel handige meetfuncties en vaak heel veel trigger mogelijkheden. Ook kan je meestal een PC koppelen om beelden op te slaan of zelfs de scoop te bedienen. Het is vaak wel een zoek in menu's. Wat je neemt maakt niet zoveel uit of je moet heel specifieke eisen hebben maar dan zit je waarschijnlijk dit tutorial niet te lezen.



Analoog met digitale uitlezing.



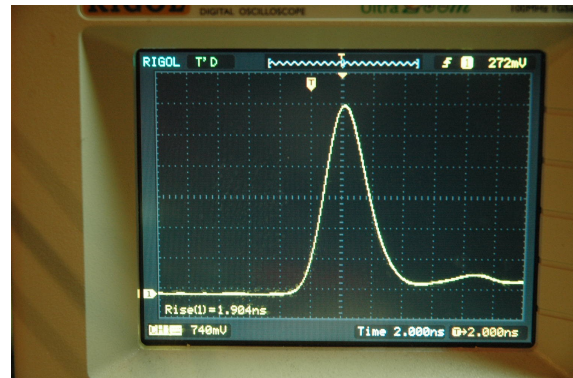
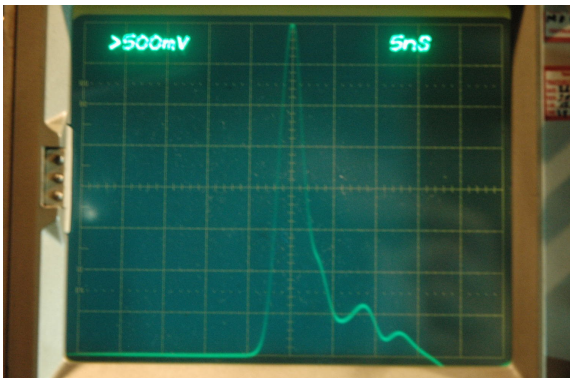
Digitaal



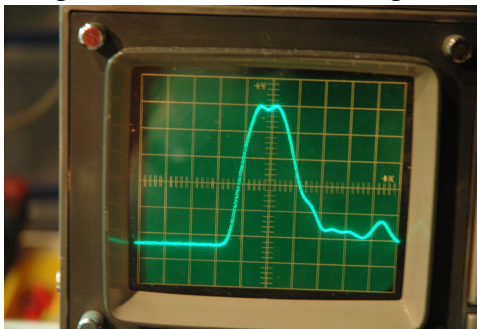
Analoge sampling scoop

## Bandbreedte:

Als belangrijkste kenmerk de bandbreedte. Het staat in elke specificatie en ook vaak op de scoop zelf. De waarde die men opgeeft is het 3dB punt. De weergegeven amplitude is daar dus 3dB (0,7x) minder dan werkelijk. Maar er zijn twee manieren hoe een scoop dat traject daarvoor doorloopt. De analoge scoop is altijd Gaussian. Dat betekent dat er een geleidelijke afbouw is tot dat 3dB punt die daarna vaak in de zelfde lijn doorzet. De tegenhanger is Flat respons of brick respons. Ideaal blijft de amplitude respons vlak tot het "3dB" punt om daar ineens recht omlaag te storten. Digitale scopen zijn in theorie allemaal flat respons. In de praktijk echter niet, oa als voorversterker een lage bandbreedte heeft. Een top scoop van een van de grote merken zal dat aardig benaderen. De gemiddelde goedkope Chinees zeker niet. De frequentie begint al op een derde van de bandbreedte langzaam af te lopen tot het 3dB punt om daarna snel verder af te bouwen. Een digitale scoop kun je niet zo ver buiten zijn specificaties gebruiken. Behalve dat de amplitude niet meer klopt en snel afbouwt kunnen er ook andere effecten optreden waardoor je dingen ziet die er niet zijn. Digitale scopen zijn tegenwoordig allemaal sampling scopen en daar treedt boven de halve sampling frequentie het Nyquist effect op. Een analoge, niet sampling, scoop heeft daar geen last van en bouwt meestal ook niet zo snel af.



Dit zijn twee 100MHz scopen. Ze geven de zelfde puls weer. De tijdbasis van beide staat anders dus verkijk je niet op de vorm. De Digitale geeft 4,44Vt en 2ns stijgtijd. De analoge gaf ongeveer het zelfde aan. Ook de stijgtijd is vergelijkbaar. Je ziet alleen meer definitie bij de analoge op de neergaande flank. Dit is het signaal zoals het in het echt er uit zag. Deze scoop kan 250pS aan. Je



ziet dat het boven op geen punt is. De echte stijgtijd is rond de 700pS en de echte amplitude 10,6V.

Je ziet dus dat je ook goed moet weten wat je meet.

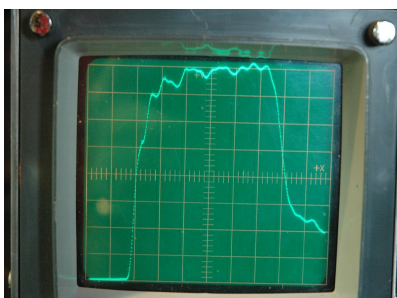
Op deze manier kun je de bandbreedte meten. Je moet de Tr (risetime) van de puls weten. Dan meet je op 10 en 90% van de amplitude de Tr op het scherm.

$$T_{recht} = \text{Wortel}((T_{r\text{gemeten}} - T_{r\text{pulser}}) / 0,66)$$

Bandbreedte scoop is dan

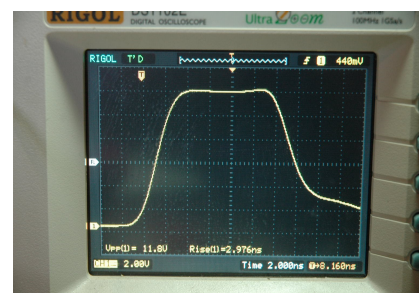
$$BW = 350 / T_{recht}$$

De tweede manier is om met een sinus de bandbreedte te meten. Dan zul je zien dat daar twee verschillende dingen uit komen. De ene scoop is namelijk beter geschikt voor sinus achtige repeterende signalen, de ander voor pulsvormige signalen. Met de opkomst van de digitale technieken wilde de klant meer stijgtijd om ringing en overshoot op blokvormige digitale signalen



te zien. Daarvoor was het voornamelijk radio of audio gebruik.

Hier zie je nog twee voorbeelden. Links zoals het echt is. Rechts wat een te lage bandbreedte er van maakt.

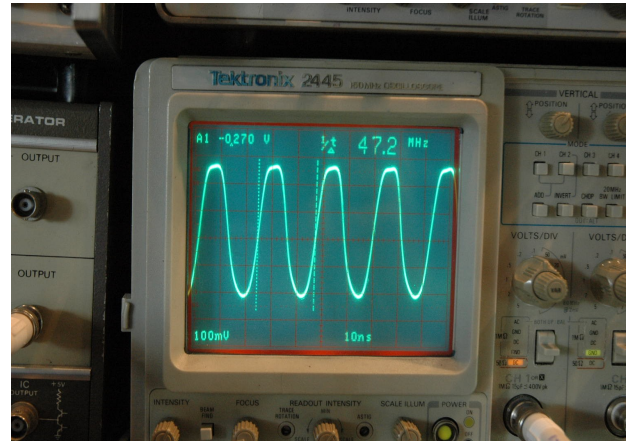
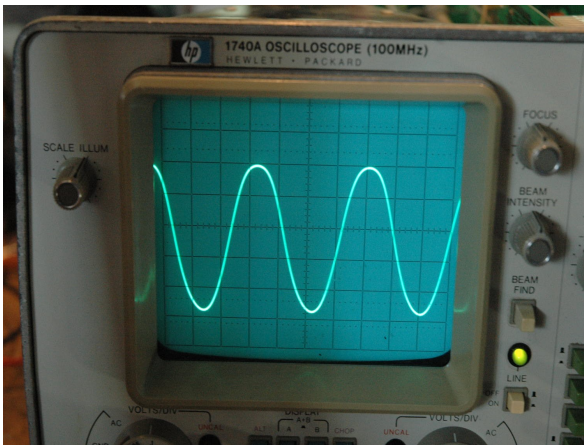


Waarom is dit nu zo belangrijk. Dat is het niet als je met puur sinusvormige signalen werkt. Maar een blokgolf, veel in digitale technieken gebruikt is een ander geval.

Een periodiek signaal is volgens Fourier te ontleden in sinussen. Om een signaal zoals een blokgolf goed weer te geven op een oscilloscoop kan als vuistregel worden aangehouden dat de bandbreedte van die oscilloscoop 10x de frequentie van die blokgolf is.

Een 100 MHz oscilloscoop kan dus een 10MHz blokgolf goed weergeven. Een blokgolf met een hogere frequentie gaat op een dergelijke scope wat meer op een sinus lijken.

De golfvorm met een frequentie boven de bandbreedte van een oscilloscoop is dus totaal niet meer te vertrouwen. Er is een overeenkomst met de stijgtijd. Als je 100MHz wil weergeven moet het electronen kanon in 2,5nS van 0V naar maximale amplitude. Als de stijgtijd 20nS is dan zijn er al een paar complete sinusjes voorbij gekomen voor hij 1 opgaande gang heeft gemaakt.



Hierboven zie je een 50Mhz ( $T_r=5nS$ ) blokgolf op een 100MHz scope en rechts op een 150MHz. Die eerste ziet er uit als een perfecte sinus, bij de tweede zie je net nog dat het toch geen perfecte sinus is.

### Gevoeligheid (vertical):

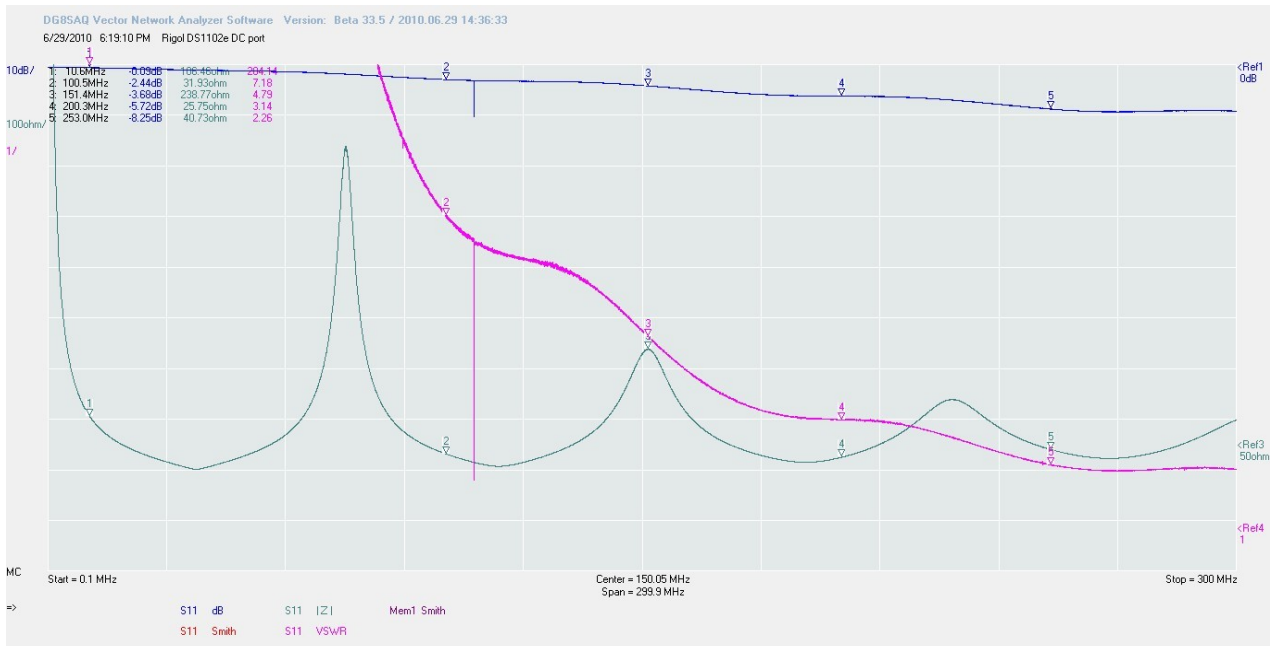
Het signaal wat je wil meten heeft een bepaalde amplitude. De scope moet hier wel tegen kunnen en aan de andere kant, het nog kunnen triggeren en weergeven. Een scope heeft een ingang waar achter een verzwakker is geplaatst. Deze verzwakt het signaal zodat de ingangsversterker het kan verwerken. Maar hele zwakke signalen moeten direct worden aangeboden en versterkt worden. Sommige scopen hebben alleen een verzwakker en één versterker, andere hebben meerdere versterkers. Die onderdelen zijn natuurlijk kwetsbaar dus je kunt niet ongelimiteerd daar spanning op zetten. Werk je met heel kleine signalen dan is bv een stand met 0,5 mV/div erg handig, werk je met hoge spanningen dan is 10V/div veel handiger. Sommige scopen kunnen kort duren 1000V of meer aan, andere maar 40V. Dat wordt in de specificaties aangegeven. Hou er rekening mee dat frequentie ook een rol speelt. Hoe hoger die wordt, hoe minder hoog de spanning mag zijn. Tegenwoordig is er een trend om het iets rooskleuriger voor te stellen dan het is. Dan staat er bv 300V en als je geluk hebt ergens met kleine lettertjes dat het met een 1:10 probe is bij 1MHz, als dat er dus al specifiek staat. De ingang kan dus dan maar 30V hebben. Kan meer dan genoeg zijn maar als je probe fout staat en je tikt de netspanning aan is dat gelijk einde scope. Lees dat dus zeer aandachtig door. Vaak staat er een DC waarde met AC component genoemd. Een 10Vrms sinus is 28,3Vtt. Hou daar rekening mee. Een scope die 100Vtt kan hebben of een die 100Vrms kan verwerken is dus een heel verschil. De Chinezen zijn heel creatief op dat punt.

Een scope heeft een AC, DC en soms 50 ohm ingang. Bij AC zit er een condensator in het signaalpad. De AC stand maakt het mogelijk om een AC component op een DC signaal te zien. Maar als dat DC signaal 400V is en dat AC deel 10V dan staat er wel 410V op die ingang. Als de

scoop maar 300Vtt mag hebben dan zit je toch in de gevaarzone. De AC stand beïnvloedt ook het signaal bij lagere frequenties. De 50 ohm ingang kan meestal maar heel weinig spanning aan. Dat is logisch want die weerstand moet het vermogen dissiperen. 10V in 50 ohm is al 2W !!! 100V is een geroosterde ingang.

### Ingang impedantie en capaciteit:

De ingang is meestal 1Mohm en een aantal pF. Voor DC is die ingang dus mooi hoogohmig maar als de capaciteit bv 20pF is dan ziet een 100Mhz signaal dus nog maar 80 ohm. Dat is een aardige belasting van je signaal.



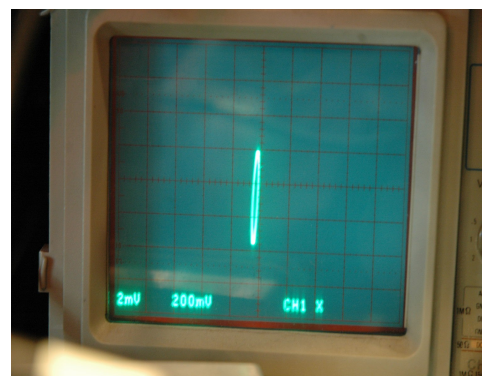
Dit is de impedantie van een 100MHz digitale scoop op de DC ingang. De groenige lijn is de impedantie. Je ziet dat deze bij 100Mhz nog maar 32 ohm is. Als je met een 1:1 probe aan een 100Mhz generator zou meten dan belast je deze dus behoorlijk en kloppen je metingen niet meer. Een scoop met een hoger dan gemiddelde ingangscapaciteit zal waarschijnlijk niet snel zijn opgegeven bandbreedte halen. Soms geven ze een bandbreedte op die je alleen haalt bij gebruik van een 10:1 probe. Als je geluk hebt staat het er bij. Staat er niets bij een specificatie waardoor er onduidelijkheid heerst, ga bij een budget scoop dan maar uit van de meest negatieve optie, een goede fabrikant zal dat namelijk precies specificeren.

Zonder 50 ohm ingang kan je ook een T-stuk met 50 ohm terminator of nog beter een feedthrough terminator gebruiken.

### Knoppen:

Meestal zit er een flink aantal knoppen op zo'n ding. De belangrijkste zijn de Volt/divisie en Time/divisie knop. Daarmee stel je de trace zo in dat deze binnen het scherm blijft. Die Volts/Div bedient de Y-versterker en verzwakkers. De Time/div bedient de tijdbasis of X versterker. De tijdbasis is een zaagtand generator die de trace bij een analoge scoop van links naar rechts over het scherm schrijft door de electronen straal af te buigen via deflectie platen. Bij een digitale heeft het niets meer met dat principe te maken maar het resultaat voor de gebruiker is gelijk.

Veel scopen hebben een X,Y stand. Dat is handig om bv de



modulatie van een signaal te testen of een curvetracer of sweepegenerator aan te sluiten. Een van de twee Y ingangen wordt dan als X gebruikt.

Verder een boel knopjes voor triggering of diverse menu functies, kiezen van ingang, aan en uit zetten van traces en soms nog dingen als een delayed tijdbasis of het bedienen van cursors.

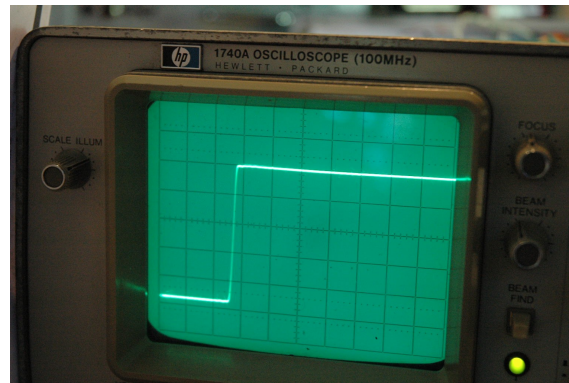
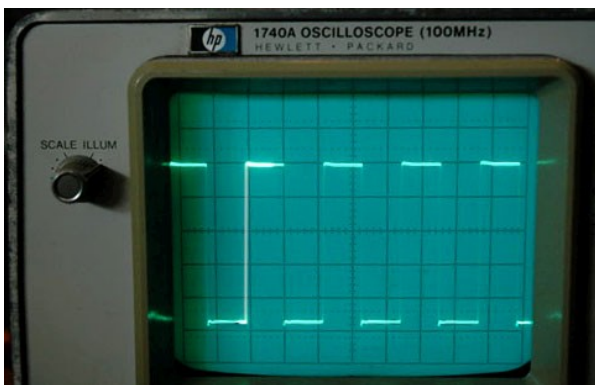
Er zijn scopen met 1, 2 of meer ingangen. Dat heet dan bv een twee kanaals scoop. Vaak heeft zo'n scoop maar een tijdbasis. Om twee kanalen tegelijk te gebruiken hebben ze dan functies als Add, diff of chop en alt. Bij Add worden de traces bij elkaar opgeteld. Je ziet dus de som, bij Diff zie je het verschil en bij chop en alt zie je twee traces tegelijk. De scoop switched heel snel steeds tussen kanaal 1 en 2. Er zijn ook zogenaamde dual beam scopen, dat is dus iets anders als dual channel. Deze hebben twee tijdbasissen, dus ook twee knoppen daarvoor. Dat is beter maar niet het meest gebruikelijk. Ook bij digitale scopen speelt dit. Die hebben een bepaalde sample snelheid maar bij twee kanalen verdelen ze die capaciteit ook over twee kanalen. De sample snelheid en geheugen capaciteit wordt dus gehalveerd per kanaal.

Verder hebben analoge scopen knoppen voor helderheid, gratitude verlichting, focus (scherpstellen), trace rotation of alignment (trace horizontaal) en astigmatie (ivm de rondheid van de spot).

Bij digitale scopen speelt dat niet. Daar heb je vaak menufuncties voor contrast en kleur.

### **Delayed tijdbasis:**

Dit moet je zien als een soort zoom functie. Bij een digitale scoop is dat software matig. Met een knop highlight je een deel van de trace en op de tweede trace wordt dat dan vergroot weergegeven.



Deze functie is soms redelijk complex en heeft dan nog verschillende sub functies. Niet veel mensen weten hoe het werkt of gebruiken het maar het is een handige functie. Ook zit er vaak een x5 of x10 knop op. Soms alleen voor X maar soms ook voor Y. Bij digitale scopen is dit meestal een menu functie.

### **Calibrator:**

Een scoop heeft meestal voorop een uitgang zitten waar een blok golf op staat. Dat kun je gebruiken om je probe te compenseren. In het manual staat hoe dat moet. Het komt er op neer dat je blok golf er dan uitziet zoals hierboven. Goede hoogfrequent probes hebben daar twee stelschroefjes voor. Je moet een probe altijd compenseren voor de ingang van je scoop. Een calibrator kan je ook mooi gebruiken om bij aankoop wat basis functies van de scoop te testen.

### **Triggering:**

Een heel belangrijke eigenschap. Zonder triggering zie je een signaal voorbij lopen of meerdere beelden door elkaar. Het is echter ook het meest complexe deel van de scoop. Veel triggerfuncties maakt het mogelijk moeilijke signalen toch stil op beeld te krijgen. Digitale scopen hebben daar veel software functies voor maar hebben wel de nijging een wat "dansend" beeld te geven. Dat heet jitter. Door de samplerate te stellen en average te kiezen kun je dat wat verbloemen. Analoge scopen hebben er weinig last van. Hoe goedkoper de digitale scoop, hoe meer kans op jitter. Vaak is er

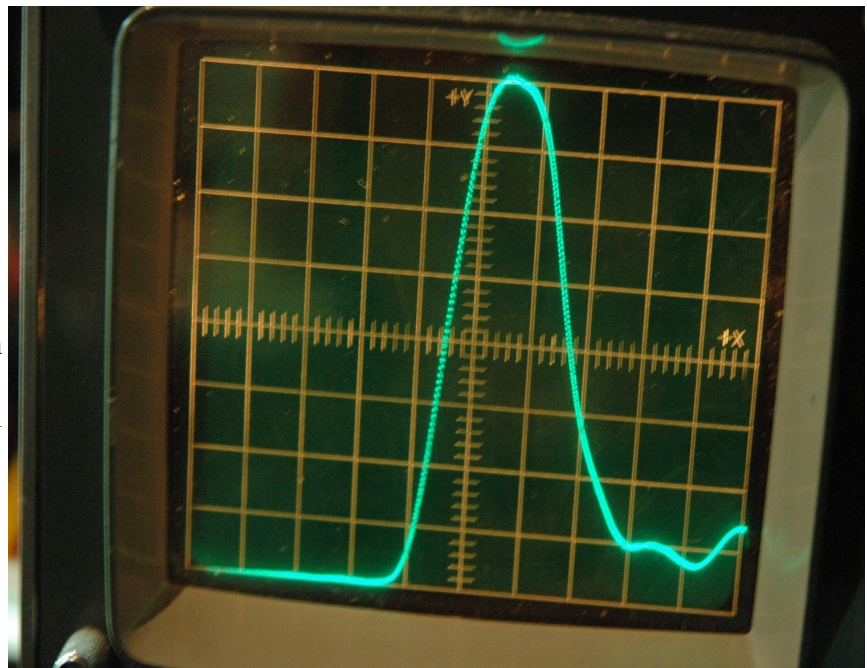
naast interne triggering op line (50Hz), instelbaar triggerpunt of nog andere opties ook een auto functie en een externe trigger ingang.

In de specs staat meestal wat het trigger bereik is. De scope kijkt op een bepaald punt van de amplitude, positief of negatief en als daar de juiste waarde voorbij komt begint de trace daar. Er zijn vaak ook weer opties om vandaar uit te vertragen zodat je gewenste puls niet links op het randje staat maar midden in beeld komt. Dat is wel het sterke punt van digitale scopen met veel geheugen. Dat geheugen bepaalt wel heel veel van de prijs. Dat geheugen moet eigenlijk heel erg snel zijn en liefst veel. Een dure Agilent heeft wanstaltig snel en duur geheugen, een budget scope gebruikt gewoon standaard geheugen en beperkt zo de papieren specs vaak in de praktijk. Dat is het zelfde als heel traag geheugen in een heel snelle pc. Het blijft bv een 2GHz maar de prestaties blijven achter.

### Sampling:

Het principe van sampling is, heel in het kort, dat je een repeterend signaal een aantal keer per cyclus gaat meten in amplitude. Er zijn verschillende manieren om dat te doen. Uiteindelijk wordt er uit die informatie het originele signaal terug gewonnen. Je bent dan wel alle incidentele fenomenen kwijt. Niet iedere manier is even goed en er wordt nu bij de digitale scopen ook flink met niets zeggende commerciële termen gestrooid. Zoals equivalent sampling time. Het gaat juist om de real time sample rate en de average mogelijkheden. Hoe meer punten in een cyclus hoe beter de "long time" reconstructie. De sample rate wordt in aantal samples per seconde opgegeven. Een 1GSa/s scope is dus geen 1GHz scope. Bij 1GHz kan de scope net 1 sample per cyclus nemen, dat schiet niet op. Die sample rate moet vaak ook verdeeld worden over de kanalen. Let daar ook op, geven ze het totaal aan, of per kanaal.

Er zijn ook **analoge** sample scopen. Hierbij kun je mooi de puntjes zien die gesampled worden. Zoals hiernaast bij de PM3410 1GHz sampling scope uit 1968. Als je een andere sample rate kiest liggen de puntjes nog veel verder uit elkaar. Maar hou in de gaten dat dit geen spelfout is. Deze scopen werden wel in bandbreedte op gegeven. Dit is dus een 1GHz en niet 1GSa/s scope. Deze kan stijgtijden van 250pS aan. Hij kan echter met audio totaal niet overweg.



### Probes:

Bij een scope gebruik je meestal probes. Die zijn er in nog meer soorten dan scopen. Ten eerste moet de bandbreedte passen bij het gebruik en bij de scope. Dat kun je op de zelfde manier testen als bij de scope. Een scope heeft een bepaalde ingangsweerstand en capaciteit. Een probe moet op die ingang aangepast worden. Daarom staat de capaciteit ook op de probe vermeld. Op de probe zit een schroefje wat je kan verstellen om hem te compenseren, zoals dat heet. Hoe dat moet staat in het manual. Een heel goede probe heeft er twee. Een voor hoge en een voor lage frequenties. Een probe zonder compensatie mogelijkheden is bagger. (of iets heel speciaals).

Ten tweede zijn er verschillende verhoudingen. 1:1 of 10:1 zijn de meest voorkomende. Vaak omschakelbaar. Handig, maar een vaste 10:1 probe is beter voor hoge frequenties. Ook hier geldt weer dat de spanningsbestendigheid verandert met de frequentie. Verder zijn er actieve probes, stroomprobes, High Z probes, hoogspanningsprobes, differentieel probes enz.

Let er op dat bij een scoop de juiste probes zitten. Vaak is een gebruikte scoop zonder probes en bij een 200MHz scoop horen dus 200MHz probes. Tweedehands probes vindt je niet veel dus vaak betekent dat nieuw kopen en dan kan de prijs van de probes wel eens die van de scoop overtreffen.

### **Plugins:**

Even een zijsprong over plugins mocht je een Tek 5XX, 5000 of 7000 serie vinden. Bij een 100MHz scoop horen 100MHz plugins. Soms zie je dan een 20MHz plugin erin, de eigenaar heeft de snelle en duurdere plugins dan zelf gehouden.

### **Bakerpraatjes en diversen:**

Ook hier zie je ze, van een oud vrouwtje geweest, altijd binnen gestaan. Een scoop van 30 jaar die weinig gebruikt is komt wel voor maar vergeet niet dat 30 jaar geleden die dingen erg duur waren. Die kocht je niet even in een opwelling om hem daarna in de kast te zetten. Meestal heeft het apparaat zijn eerste jaren regelmatig zoniet dagelijks bij een bedrijf aangestaan om afgeschreven uiteindelijk bij een hobbyist te belanden.

Dus een bijna niet gebruikte scoop op leeftijd altijd wantrouwig bekijken. Het komt ook voor dat ze 25 jaar ofzo ergens op zolder hebben gestaan. Dan nog kunnen ze 5 of 10 jaar intensief gebruikt zijn maar speelt er nog wat anders. Onderdelen verouderen en verlopen en als de verkoper het ding zo plompverloren in het stopcontact heeft geduwd (en de scoop dat overleefd heeft) voor de foto, betekent dat voor jou dat je binnenkort de elco's kunt vervangen. Kijk ook of er nog genoeg licht in de buis zit. Draai even de helderheid helemaal open. Doe dat maar heel kort. De trace moet dan aardig het beeld overstralen, echt te fel om bruikbaar te zijn. Met de knop halverwege moet het beeld al heel goed zichtbaar zijn. Ziet de trace er normaal bruikbaar uit bij de maximale helderheid dan is de buis al aardig op aan het raken.

### **Manuals:**

Manuals en documentatie zijn een pré. Van veel scopen zijn manuals te vinden op het net maar veel scopen zijn jaren lang gemaakt en er zijn dan veel veranderingen. Het originele boek bevat in ieder geval de juiste schema's. Van Tek en HP zijn volop gratis manuals te vinden. Van Philips wordt het een stuk lastiger behalve de populaire modellen. Hameg is meestal geen probleem. Van de vele Japanse merken of eigen-label scopen wordt vaak lastig.

### **Opties:**

Scopen van grote merken waren/zijn leverbaar met opties. Laat je daar niet door verleiden als je niet weet wat ze inhouden. Het is niet altijd een extraatje, er waren ook opties waarbij bepaalde functies vervielen of onhandige functies zoals een 75 ohm ingang ipv 50 ohm.

### **Display geheugen:**

Vertical resolution, dit is de geheugen diepte van de scoop. Minimaal 8 bit. De meetfuncties worden bij budget scopen meestal berekend uit het display geheugen. Dat kan dus nogwel eens afwijken. 2 cijfers achter de komma zegt dan niet zoveel. Een goede test is het om een signaal te meten en dan de trace op de X en Y as te verschuiven. De meetwaarden (sp[anning, frequentie en stijgtijd) moeten dan gelijk blijven.

### **Precisie:**

Dit hoort te worden opgegeven per amplitude en frequentie bereik. Het is een percentage. Als je pech



hebt staat er alleen bv 3%, ga dan maar weer van het slechtste uit. Als het heel goed was werd het echt wel tot in detail gespecificeerd. Ook de meetwaarden op scherm en cursors lijken vaak preciezer dan ze zijn. Als je bv 100mV meet met een plus/min 3% (meestal ook nog alleen bij schermvullend gebruik) kan de meetwaarde op het scherm die de scoop ziet alles tussen 97 en 103mV zijn. Als de tekst op het scherm dan 102,23 aangeeft lijkt dat heel mooi maar het zegt niets, uiteindelijk zit hij met 2,23mV nog binnen zijn specs maar het klopt niet. Nu hebben zelfs de beste scopen een afwijking en dat is niet erg. Daar kan je rekening mee houden. Dan moet je die afwijkingen echter wel weten.

### Calibratie:

Calibreren is het meten hoever een scoop van zijn specificaties afwijkt. Justeren is het afregelen waarbij je de scoop weer binnen zijn specificatie marges brengt. Dat wordt niet standaard bij calibratie gedaan. Een calibratie sticker zegt dus niet alles. Het rapport wat **altijd** bij zo'n calibratie wordt afgegeven, zegt wel alles.

Een analoge scoop kun je zelf calibreren. Als je weet wat je doet en over de nodige apparatuur of referentie beschikt. Meestal wat bekende spanningen en frequenties. Bij een goed merk staat het stap voor stap beschreven in het manual en het soms is echt heel veel werk. Maar het is te doen.

Moderne digitale scopen hebben een zelfcalibratie in de software. Heel handig maar redt je het daar niet meer mee dan kun je het vaak vergeten. Meestal kan alleen de fabrikant/importeur het dan als de scoop niet te oud is (soms is een jaar al te oud). Calibratie is ook al snel een paar honderd euro dus voor een goedkope DSO ook niet de moeite waard extern te laten doen. Maar je kunt het dus zelf ook niet. Als er iets fout gaat met de software ben je voor updates afhankelijk van de leverancier. Ook al kun je de hardware zelf misschien redden, de software wordt een ander verhaal. Soms kan je dat zelf downloaden maar dan moet deze na bv 2 jaar nog wel beschikbaar zijn. Iets om bij een oudere DSO op te letten.



Veel plezier met het toekomstig gebruik van je oudere of splinternieuwe scoop.

September 2010

Fred

PA4TIM

