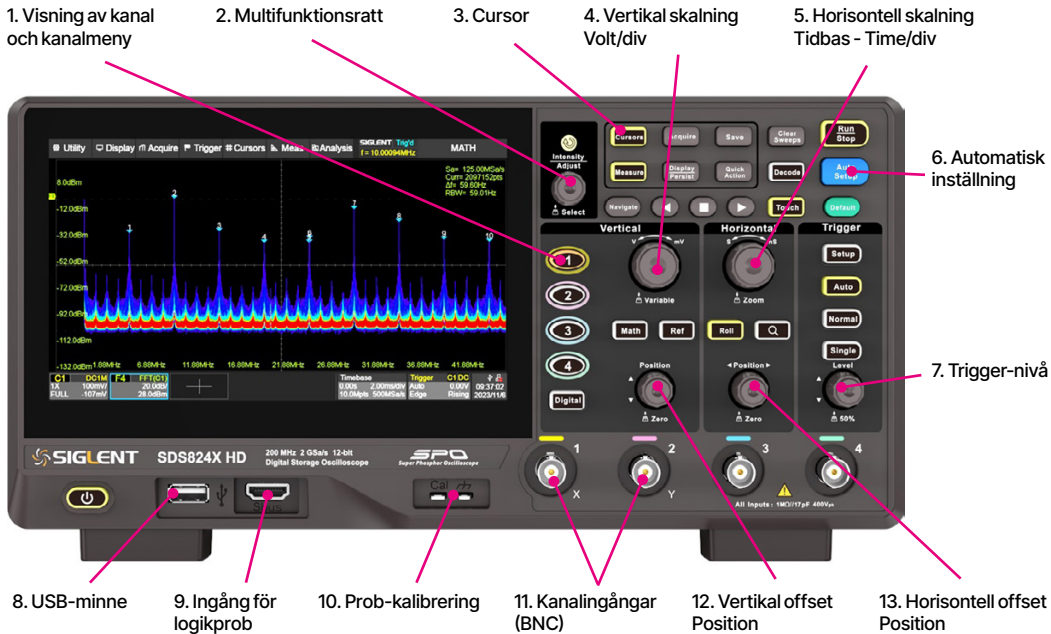




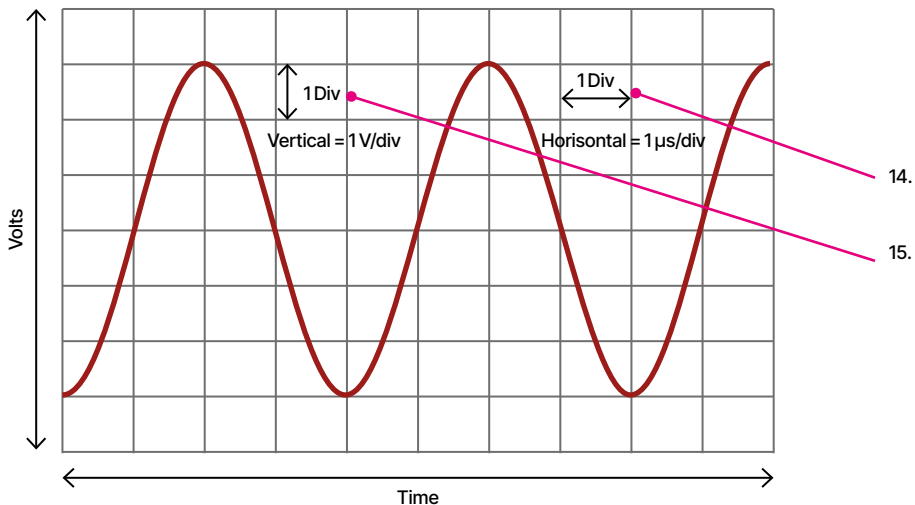
Hur fungerar ett oscilloskop?

Oscilloskopet är ett av de viktigaste mätinstrumenten inom elektronik och används för att grafiskt återge spänning som en funktion av tiden. Till skillnad från en multimeter kan det visa signalförändringar i realtid, vilket gör det användbart för felsökning, kalibrering och utveckling av elektronik. Oscilloskop används för att analysera periodiska signaler som vågformer. För att fullt utnyttja oscilloskopets potential krävs förståelse för dess funktioner och tillämpningar.

Exempel på ett vanligt oscilloskop



Förstå oscilloskopets display (grid / rutnät)



Oscilloskopets funktion och användning

Oscilloskopet visar hur spänning förändras över tid. Det kan mäta både likspänning och växelspanning, men saknar vanligtvis förmåga att mäta ström och resistans.

Till skillnad från en multimeter som visar ett fast numeriskt värde, kan oscilloskopet visa signalförändringar i realtid. Den resulterande kurvan, ofta kallad vågform, ger en detaljerad bild av signalens beteende.

Oscilloskopet används vid felsökning, kalibrering och utveckling av elektronik. Moderna oscilloskop är huvudsakligen digitala, men bygger på samma principer som sina analoga föregångare. Många analoga modeller är fortfarande i bruk, och de grundläggande funktionerna och reglagen är lika.

För att förstå ett oscilloskops fulla potential krävs kunskap om dess funktioner och tillämpningar. Det utforskar vi vidare i denna guide.

Det analoga oscilloskopet

Ett analogt oscilloskop använder ett katodstrålerör (CRT) för att visa elektriska signaler. Tekniken liknar den som användes i äldre TV-apparater, där en elektronstråle genereras av en elektronkanon och riktas mot skärmens insida. Skärmen är belagd med ett fosforescerande material som lyser upp när det träffas av elektroner, vilket gör signalen synlig.

Elektronstrålen styrs i två riktningar för att skapa en bild av signalen:

- **Spänning – Vertikal Y-axel:** Beror av den uppmätta spänningen (volt). Högre spänningar riktar strålen uppåt, medan lägre spänningar riktar den nedåt.
- **Tid – Horisontell X-axel:** Hanteras av en svepgenerator, som rör strålen från vänster till höger, om och om igen.

Genom att kontinuerligt svepa strålen horisontellt och låta den vertikala positionen variera med spänningen skapas en tvådimensionell representation av signalen. Detta gör att oscilloskopet kan återge signalers vågformer i realtid.

I praktiken har det analoga oscilloskopet idag helt ersatts av digitala modeller.

Förstärkarkretsen – signalhantering i ett oscilloskop

Mätningen i ett oscilloskop utförs av en precisionsförstärkare med hög bandbredd. Förstärkningsgraden och referensspänningens förskjutning (offset) påverkar hur signalen visas.

Förstärkardelen är alltid analog och fungerar på samma sätt i både analoga och digitala oscilloskop. Skillnaden är att förstärkaren i digitala oscilloskop styrs av mjukvara i stället för fysiska vridomkopplare och potentiometrar. Digitala oscilloskop kan därför spara inställningar eller automatiskt ställa in sig baserat på insignalen, ungefär som multimetrar med auto-range.

Oscilloskopets förstärkare och den omgivande ingångselektroniken, inklusive reläer och passiva komponenter, kallas ofta för dess **front end**.

Digitala oscilloskop - DSO

Digitala oscilloskop, ofta kallade DSO (Digital Storage Oscilloscope) liknar de analoga oscilloskopens funktioner men arbetar med annan teknik. En tydlig skillnad är att katodstråleröret (CRT) har ersatts av en elektronisk display. Den största skillnaden ligger dock i hur mätdata hanteras. Digitala oscilloskop har minne, processor och mjukvara.

I ett digitalt oscilloskop följs den analoga ingångsdelen (**front end**) av en analog-till-digital-omvandlare (A/D-omvandlare), även kallad **ADC** (analog-to-digital converter). Den omvandlar den uppmätta spänningen till digital information. Vågens form fångas som en serie av prover (sampling) och lagras tills tillräckligt många prover har samlats in för att beskriva vågformen. Därefter rekonstrueras vågformen, lagras i minnet och bearbetas av processorn för att sedan visas på skärmen.

Tack vare processorn och minnet kan digitala oscilloskop utföra funktioner som analoga oscilloskop saknar, exempelvis:

- **Matematisk analys** av signalen, inklusive frekvens- och RMS-beräkningar.
- **Protokollavkodning** för seriella kommunikationsbussar som t.ex. I²C, SPI och CAN.
- **Lagring av vågformer och skärmdumpar** för senare analys.
- **Kommunikation via USB, nätverk och andra gränssnitt** för fjärrstyrning och datainsamling.

Inställningar på ett oscilloskop

Liksom andra mätinstrument behöver oscilloskop ställas in korrekt. De viktigaste inställningarna är:

- **(4.) Vertical Scale** (Vertikal zoom) - Anger hur mycket signalen skalas i höjddled.
- **(12.) Vertical Offset/Position** (Vertikal position) - Justerar signalens vertikala position på bildskärmen.
- **(5.) Horizontal Scale** (Horisontell zoom) - Tidbasen bestämmer hur mycket av signalens tidsförlopp som visas på skärmen.
- **(7.) Trigger** – Synkroniserar mätningen så att vågformen visas stabilt på skärmen och inte "rullar".
- **AC- eller DC-koppling** – Bestämmer om oscilloskopet ska visa hela signalen inklusive likspänningskomponenten (DC) eller endast den varierande delen (AC).

När mätområdet är rätt inställt kan vågformen visas tydligt, vilket gör det möjligt att göra beräkningar och mäta spänning, frekvens och andra data.

Målet är att justera inställningarna så att vågformen passar skärmen i höjddled och att en stabil vågform med ett lagom stort tidsfönster visas.

Alla oscilloskop har ett raster av linjer på skärmen, kallade divisions. Inställningarna anges i enhet per division – till exempel (15.) **1V/div** eller (14.) **1 μ s/div**.

Exempel:

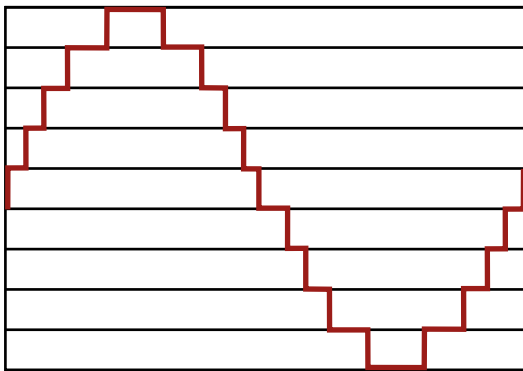
- Med **1V/div** rör sig en 1V-signal mellan två linjer i höjddled.
- En **1 kHz signal** vid **1ms/div** svänger en gång per division.
- En **5V AC-signal** vid **1V/div** svänger mellan fem linjer i höjddled.
- En **+5V DC-signal** vid **1V/div** visas som ett rakt streck vid den femte linjen.

Med ett större divisionsvärde, till exempel **10V/div**, blir signalen mer "utzoomad". Med ett mindre värde, till exempel **200mV/div**, blir visningen mer detaljerad.

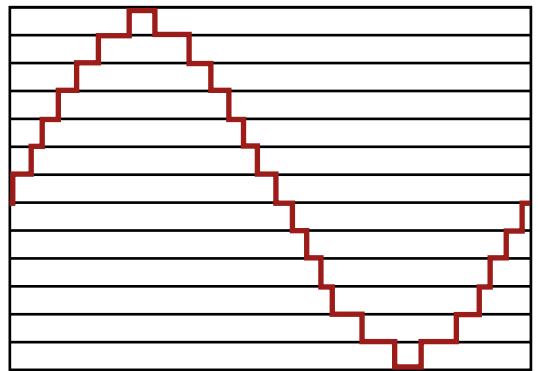
Vertikal skalning - Volts/div

Den vertikala skalningen anger hur stort den uppmätta signalen ska visas på skärmen, i praktiken regleras det av signalens förstärkning. För digitala oscilloskop är detta viktigt eftersom A/D-omvandlararen förväntar sig en signal inom ett specifikt spänningsområde. På oscilloskopet anges justeringsratten (14.) för vertikal skalning som "Volts/div" eller bara som "Vertical".

Vid låg förstärkning används en mindre del av A/D-omvandlarens totala omfång. Detta gör att det oundvikliga brus som uppstår i A/D-omvandlingen får större inverkan på signalen. Därför presterar oscilloskopet bäst när vågformen utnyttjar så stor del av skärmen som möjligt.



8 bits (256) upplösning



12 bits (4096) upplösning

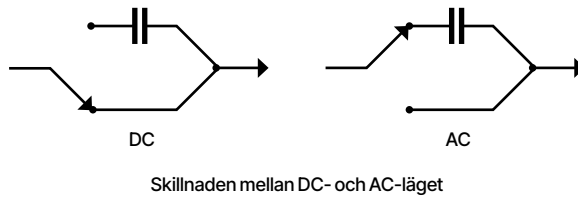
I oscilloskop med högre upplösning mildras denna effekt. Till exempel har **12-bitars oscilloskop** en bättre vertikal upplösning än **8-bitars oscilloskop**, vilket ger hela 16 gånger bättre noggrannhet!

Högre bitdjup är särskilt användbart vid mätningar av signaler med stort dynamiskt omfång, där signalens amplitud varierar kraftigt. Eftersom man i sådana fall inte alltid kan säkerställa att signalen fyller skärmen, gör en 12-bitars A/D-omvandlare det möjligt att fånga även svaga signalnivåer med betydligt högre precision.

Vertikal offset och AC-läget

På oscilloskopet heter justeringsratten för vertikal offset "Position" (12.). Den gör så att hela vågformen kan flyttas i höjddled för att bättre passa inom rutnätet och därmed göra det möjligt att läsa av spänningens storlek.

Hur fungerar ett oscilloskop?



Det går att filtrera bort **DC-komponenten** hos en signal genom att ställa ingången på **AC-läge**. Detta aktiverar ett högpasfilter som dämpar frekvenser under **cirka 1–10 Hz**, vilket tar bort likspänningen och lågfrekventa variationer.

Om man vill analysera förändringar i likspänningen över tid eller mäta mycket lågfrekventa signaler bör ingången vara inställd på **DC-läge**, där hela signalen (både AC och DC) bevaras. **AC-läget** är lämpligt när man vill titta på en DC-spänning (utan DC-komponenten) i större vertikal skalning, detta för att se små snabba förändringar tydligt.

Horisontell skalning (tidbas)

När du använder ett oscilloskop handlar det ofta om att mäta hur en spänning förändras över tid. Med inställningen (5.) för horisontell skalning (anges vanligen som "Time/div" eller bara "Horizontal") justeras tidsbasen. Den avgör över hur lång tid signalen visas på skärmen. Inställningen anger tidsbredden per ruta. Om vredet exempelvis står på **1 μ s**, motsvarar varje ruta exakt **1 μ s**. För **snabba förlopp** (högre frekvens) används en **kort tidsbas** och för långsamma förlopp (lägre frekvens) väljs en **längre tidsbas**.

Tidsbasen väljs alltså utefter hur många gånger en vågform upprepas per sekund (s, ms, μ s, ns). Perioden är den tid, i sekunder, det tar för en fullständig vågform att upprepas. Så här relaterar perioden till frekvensen:

- **1 Hz = 1 s**
- **1 kHz = 1 ms**
- **1 MHz = 1 μ s**
- **1 GHz = 1 ns**

Den horisontella skalningen avgör hur stor tidsrymd som ska visas på skärmen. Tidbasen anges i sekunder per division, till exempel **1 ms/div**, **1 μ s/div**, etc.

Hos **analog oscilloskop** styr reglaget för tidbas hur snabbt svepgeneratoren rör sig över skärmen. På **digitala oscilloskop** sätts samplingshastigheten oftast beroende på val av tidbas.

Digitala oscilloskop hämtar i motsats till analoga oscilloskop inte in data hela tiden. De kan välja att strunta i data som inte får plats på skärmen för att kunna jobba snabbare, eller visa en liten del av tiden men ändå ha lagrat mycket mer. Då kan man pausa inhämtningen, zooma ut eller flytta skärmbilden fram och tillbaka i tiden.

Tidsbas, minnesanvändning och samplingsfrekvens är tre faktorer som hänger samman och begränsar varandra. Tidsbasen ihop med samplingsfrekvensen ger minnesanvändning (record length). När man zoomar ut mer behövs alltmer minne. Zoomar man ut tillräckligt långt så börjar samplingsfrekvensen automatiskt sänkas. Om det inte gjordes så skulle minnet bli fullt innan displayen kan fyllas upp.

De automatiska inställningarna för samplingsfrekvens och minnesanvändning går att ändra, man kan till

exempel sätta ett tak för hur mycket minne oscilloskopet får använda.

Det finns också lägen som kombinerar samplingar på olika vis för att ge bättre data när samplingsfrekvensen är lägre än oscilloskopets högsta samplingsfrekvens. Till exempel kan man ta genomsnittet av flera samplingar. Det kan förbättra både upplösningen och signal/brus-förhållandet.

Horisontell offset

Precis som för vertikal offset så används den här funktionen (13.) för att förskjuta vågformen som visas i sidled. På ett digitalt oscilloskop kan det användas för att panorera fram och tillbaka i en lagrad vågform, till exempel de första 100 millisekunderna efter en trigger. Hela mätningen kanske inte får plats på skärmen med en fin upplösning, men med horisontell offset kan detta åtgärdas.

Horisontell offset kan vara praktisk också vid mätning i realtid, om man vill titta "inzoomat" på ett förlopp som händer först relativt långt före eller efter en trigger.

Trigger

Trigger är ett sätt att synkronisera oscilloskopet och påbörja en ny mätning (acquisition). Den tydligaste effekten av en korrekt inställd trigger är att vågformen blir stabil på skärmen. Att vågformen står stilla är en förutsättning för att vi ska kunna se den tydligt. Andra saker som möjliggörs är att t.ex. placera ut pekare (cursors) och definiera punkter för olika typer av mätningar.

Utan triggerfunktionen skulle vi behöva ställa in den horisontella skalningen så att den passar insignalen perfekt. Detta är opraktiskt, eftersom även små frekvensändringar i insignalen skulle orsaka att vågformen rör sig i sidled.

Förutom att stabilisera vågformen är triggerfunktionen nödvändig för många mätningar. För att utnyttja oscilloskopets fulla potential är det därför viktigt att förstå och hantera triggerinställningarna.

Ready och triggered

Triggers status visas ofta på skärmen, och ibland också med led-indikatorer. Statusen växlar mellan Triggered och ready.

- **Triggered (Trig'd)** – En ny mätning har aktiverats.
- **Ready** – Minnesbufferten är full och oscilloskopet är redo att trigga nästa mätning.

Oscilloskopet tar samplingar kontinuerligt för att kunna visa tiden före triggern aktiverade mätningen. Därför visas en synkroniserad vågform oftast med triggerpunkten i skärmens mitt. Utan denna funktion skulle skärmen vara tom till vänster om triggerpunkten. Hos analoga oscilloskop saknades minne, vilket innebar att signalen fördröjdes elektroniskt så att triggern kunde aktiveras "före" en händelse.

Triggerlägen (modes)

Oscilloskop har tre huvudsakliga triggerlägen: **Normal**, **Auto** och **Single**.

Normal mode

I normal-läget väntar oscilloskopet tills triggerpunkten nås och startar då en ny mätning. Detta är det

Hur fungerar ett oscilloskop?

vanligaste läget och används för att analysera hur en vågform förändras över tid. Det är särskilt användbart för att fånga sällsynta händelser, såsom enstaka pulser eller slumpmässiga signalvariationer. I ett sådant fall görs ingen mätning mellan pulserna.

Auto mode

Autoläget fungerar likt Normal mode men med en viktig skillnad: mätningarna stoppas inte om en trigger uteblir. I stället så fortsätter oscilloskopet att själv trigga med en förutbestämd period som är orelaterad till insignalen. Detta gör det möjligt att alltid se en vågform på skärmen, även om triggerinställningen ännu inte är optimerad. Autoläget är särskilt användbart vid okända signaler och vid mätning av likspänning.

Single mode

I single-läget utför oscilloskopet en enda mätning när triggern aktiveras. Därefter är mätningen kvar på skärmen, och man kan till exempel zooma, panorera, göra mätningar eller exportera datan i lugn och ro. Single mode är idealiskt för att fånga sällsynta händelser. Med extern trigger kan det även användas för att synkronisera en längre mätning, exempelvis vid uppstart av en strömförsörjning.

Triggertyper och inställningar

Moderna oscilloskop erbjuder en mängd olika triggertyper med specifika inställningar. De flesta triggers utgår från en **spänningsnivå (level)** och har ett tidsfönster som kan justeras (7).

En viktig tidsinställning som återfinns i många triggertyper är **trigger holdoff**. Holdoff innebär att oscilloskopet ignorerar nya triggers under en viss tid efter varje triggerhändelse. Detta är användbart för att:

- Förhindra att oscilloskopet triggar på ringningar efter en puls.
- Möjliggöra visning av ett helt pulståg.

Vanliga triggertyper

Edge Trigger

Triggar på flanker. Oscilloskopet triggar när signalen passerar ett tröskelvärde med en vald riktning (**stigande** eller **fallande** flank).

De två inställningarna för edge trigger är spänningen, samt om oscilloskopet ska trigga på stigande, fallande eller båda flankerna. Flanken måste inte vara brant, det räcker att tröskelvärdet korsas.

Denna trigger passar för allmänna ändamål och har enkla inställningar. Den är en bra utgångspunkt, och ofta räcker den gott och väl.

Window

Window liknar Edge, förutom att den ger ett övre och ett nedre tröskelvärde. Triggern aktiveras när signalen lämnar det definierade intervallet.

Slope Trigger

Stigtid/Falltids-trigger (även kallad Slew rate-trigger). Triggern mäter tiden det tar för signalen att övergå mellan två spänningströsklar: från en lägre tröskel till en högre vid stigtid, eller omvänt vid falltid.

Pulse Width Trigger (Pulsbredds-trigger)

Triggers vid en positiv eller negativ puls med en viss pulsbredd. Pulsbredden anges i en tidsenhet, och triggern kan aktiveras när en pulsbredd är under, över, inom eller utanför ett tidsspänn.

Video

Analoga videosignaler har ofta komplicerade vågformer som kan försvåra vanlig trigging. Videotrigger går att anpassa efter de olika videoformaten (till exempel PAL och NTSC) för enklare inspektion och felsökning.

Serial

Triggar när särskilda förhållanden uppnås i ett seriellt protokoll, till exempel en I²C-adress.

Oscilloskop-prober

Proben är gränssnittet mellan signalen och mätinstrumentet. Den är det första steget i signalkedjan, och dess påverkan av signalen, såsom störningar och distorsion, kan fortplanta sig genom hela systemet och leda till mätfel.

För att säkerställa korrekta mätningar är det viktigt att förstå hur prober fungerar, hur de används optimalt och hur de underhålls. Detta gäller särskilt de passiva, justerbara proberna som ofta medföljer oscilloskopet.

Nedan följer en genomgång av passiva probers konstruktion, följt av en översikt av aktiva prober och deras tillämpningar.

Passiva prober

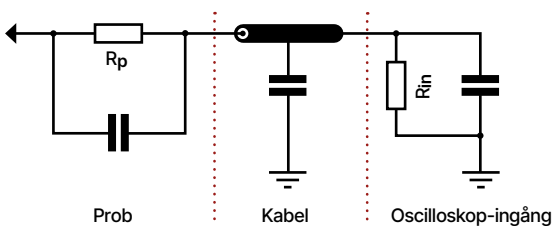
Passiva prober är det vanligaste valet för oscilloskop och medföljer ofta som standardtillbehör. De har oftast en **BNC-kontakt** i ena änden för anslutning till oscilloskopet och en **krok/hake** i den andra änden för anslutning till testpunkter, exempelvis komponentben, kopplingstrådar eller lödöglor.

Nära kroken finns ofta en löstagbar kabel som kopplas till jord på mätobjektet. Jordkabelns induktans kan dock dämpa högfrekventa signaler. Vid mätningar av mycket höga frekvenser används därför ett kort fjädrande jordstift, placerat nära probens krok, för att minimera störningar. För bästa noggrannhet bör jordkabeln alltid hållas så kort som möjligt. Jordpunkten bör ligga så nära signalen som möjligt.

Som namnet antyder saknar passiva prober aktiv elektronik. De består dock inte enbart av en kabel med kontakter. Kvalitativa passiva prober är konstruerade för att ge precisa mätresultat, och de allra bästa proberna kan kosta mer än ett enkelt oscilloskop.

Dämpning och bandbredd

Oscilloskopets prober kan vara den svagaste länken i mätkedjan, men de kan också användas för att kompensera för oscilloskopets begränsningar och skydda från skadliga spänningar.

Spänningsdelning och dämpning

Dämpning av signaler till oscilloskopet sker med en spänningsdelare. Oscilloskopets ingångsimpedans (R_{in}) är vanligtvis $1\text{ M}\Omega$, vilket motsvarar ett $1\text{ M}\Omega$ -motstånd till jord. Genom att placera ett seriemotstånd (R_p) inuti proben bildas en spänningsdelare som dämpar (attenuerar) signalen innan den når oscilloskopet.

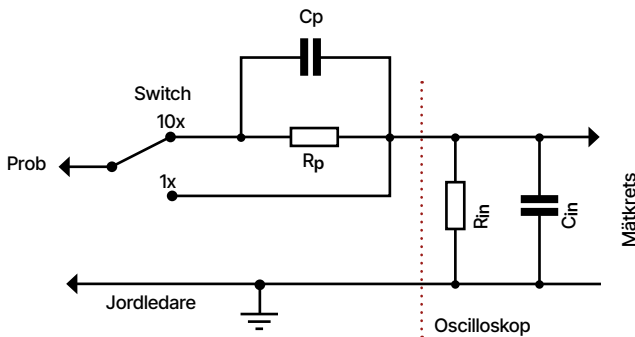
Hur fungerar ett oscilloskop?

Dämpningen anges i faktorer såsom 1x, 10x eller 100x, alternativt i förhållande 1:1, 1:10 eller 1:100. Om dämpningsfaktorn ställs in i oscilloskopets menyer kan instrumentet automatiskt kompensera för detta och visa den faktiska spänningen vid mätpunkten. Många oscilloskop kan dessutom automatiskt detektera en 10x-prob och anpassa sina inställningar därefter.

Fördelar med högre dämpning (10x, 100x)

- **Minskad belastning på mätkretsen** – Högre ingångsresistans innebär att oscilloskopet påverkar den uppmätta kretsen mindre. Ett mätinstrument ska helst påverka mätobjektet så lite som möjligt för att ge ett korrekt mätvärde.
- **Skydd för oscilloskopet** – Dämpning och seriemotståndet i proben fungerar även som ett skydd mot för höga spänningar, vilket minskar risken för skador på oscilloskopets ingångssteg.

10x-dämpning



Prob med 1x/10x switch

10x-dämpning är standardvalet för allmänna mätningar och används särskilt vid högre frekvenser. För att åstadkomma denna dämpning placeras ett **9 M Ω -motstånd (R_p)** i serie med oscilloskopets **ingångsimpedans ($R_{in} = 1\text{ M}\Omega$)**. Tillsammans bildar de en spänningsdelare som reducerar insignalen med en faktor 10.

Frekvensberoende dämpning

Dämpningen är dock inte linjär över alla frekvenser. Problemet uppstår eftersom **R_p tillsammans med oscilloskopets ingångskapacitans (C_{in})** bildar ett **passivt lågpasfilter**. Detta filter begränsar oscilloskopets bandbredd och påverkar mätresultatet.

Ett 9 M Ω -motstånd i proben, R_p ihop med R_{in} (1M Ω) dämpar spänningen med en faktor 10. Men signalen dämpas inte linjärt över alla frekvenser: R_p bildar ihop med oscilloskopets strökapacitans C_{in} ett passivt lågpasfilter, som sänker oscilloskopets bandbredd. Med R_{in} på 9M Ω och en C_{in} på 15pF blir -3dB-punkten strax över 1 kHz! I jämförelse med ett oscilloskop med en bandbredd på bara 50 MHz är det nästan ingen-ting, oacceptabelt lågt.

För att komma runt problemet placerar man en kondensator (C_p) parallellt med R_p . C_p släpper fram höga frekvenser, så de är opåverkade av R_{in} . Samtidigt bildar C_p och C_{in} en kapacitiv spänningsdelare. För låga frekvenser under några kHz kan vi bortse från kapacitanserna i prob och oscilloskop. Vid högre frekvenser gäller det motsatta: det är kapacitanserna och deras förhållande som påverkar signalstyrkan. Längre ner beskrivs hur de två spänningsdelarna kan kompenseras för en rak frekvensgång.

En ställbar kompromiss

De prober som följer med många oscilloskop, särskilt instegsmodeller, är ställbara mellan 10x och 1x. Inställningen görs med en skjutomkopplare på proben, som helt enkelt förbikopplar C_p och R_p .

I 10x-läget fungerar oscilloskopet som en vanlig 10x-prob. I 1x-läget finns ingen spänningsdelare, men bandbredden är betydligt lägre, ofta bara ett fåtal MHz. Förluster i kabeln ihop med oscilloskopets ingångskapacitans och trimkondensator ger en bandbredd på omkring 6–10 MHz.

Förlusterna i kabeln är skapade med flit för att ge en rak frekvensgång utan ringning med högsta möjliga bandbredd – men de är anpassade för 10x-läge. 1x-läget är en praktisk och billig bonusfunktion, men i grunden en kompromiss.

Strökapacitanser i omkopplaren gör dessutom att ställbara prober inte är lika högpresterande i 10x-läget som fasta prober. De passiva proberna med högst bandbredd brukar därför inte vara ställbara, utan har fast 10x dämpning.

1x-lägets fördelar

1x innebär ingen dämpning – alltså inget motstånd i proben. Det ger en högre känslighet. Avsaknaden av motstånd ger även lägre termiskt brus, samtidigt som avsaknad av dämpning gör att oscilloskopets egenbrus är minsta möjliga i förhållande till signalen. 1x-läget passar därför för mätningar på svaga signaler.

Eftersom bandbredden är lägre passar 1x-läget bättre för lågfrekventa applikationer, exempelvis felsökning av audioutrustning. Högfrekventa störningar filtreras bort, ett beteende som mer liknar verkliga kretsar som hanterar lågfrekventa signaler. Störningar på många MHz filtreras normalt bort av vanliga kontakter och kablar och är mest en distraktion i en felsökning.

Fasta 1x-prober

Det finns dedikerade 1x oscilloskopprober med hög bandbredd. Även de har krok, krokodilklämma och koaxialkabel, men är de relativt ovanliga.

Också passiva prober med exempelvis stift för kopplingsdäck räknas som 1x. BNC-adaptrar med t.ex. skruvplint eller banankontakter fungerar också som 1x-prober. För dessa brukar dock inte bandbredden specificeras.

100x, 1000x och vidare

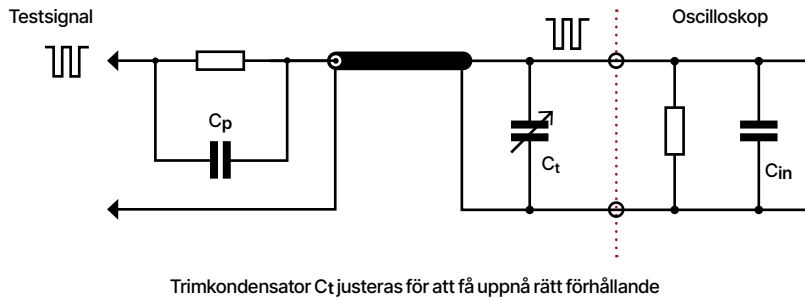
För arbete med högspänning används särskilda prober med mycket stor dämpningsfaktor, 100:1 eller ännu högre. Konstruktionen är annorlunda, eftersom tunna ledare som passar en liten krok sällan används för högspänning. En kraftig krage runt probens handtag skyddar användaren från att halka och råka vidröra farliga spänningar.

Kompensering av passiva prober

1 M Ω impedans på oscilloskopets ingång är industristandard. Tillsammans med det 9 M Ω -motstånd i proben är allt som krävs för att dividera lågfrekventa spänningar med 10. $V_{ut} = V_{in} \times R_p / (R_{in} + R_p)$. För att de två spänningsdelarna ska fungera ihop behöver den kapacitiva spänningsdelaren ha samma förhållande, fast omvänt, 1:9. Om C_{in} är 15 pF så behöver C_p vara en niondel av det, d.v.s. 15/9. Det ger ett önskat värde på 1,6 pF för C_p .

Hur fungerar ett oscilloskop?

Problemet är att oscilloskopets C_{in} är okänd. I motsats till R_{in} består C_{in} till stor del av strökapacitans, och inte en faktisk kondensator. Toleranserna för kondensatorer (inklusive C_p) är dessutom sämre än för motstånd. Då prober inte tillverkas för specifika oscilloskop-modeller måste det lösas på annat sätt. Man kan helt enkelt inte veta vad det exakta värdet för C_p ska vara.



För att få rätt exakt rätt värde används en trimkondensator. Av olika orsaker har C_p vanligtvis fast värde (8-12 pF), och en extra trimkondensator C_t placeras parallellt med C_{in} , ofta i ett hölje vid BNC-kontakten. Det är alltså mellan C_p och $C_t + C_{in}$ som förhållandet 1:9 ska uppnås.



Kompensering (kalibrering) av passiv oscilloskop-prob

På oscilloskopets framsida finns en anslutning som lämnar 1 kHz fyrkantsvåg. Den är avsedd för kompensering (kalibrering) av prober. Hit ansluts proben med krok (signal) och krokodilklämma (jordpunkt). Justering sker sedan av trimkondensatorn tills flankerna på fyrkantvågen är raka och snygga.

En prob med hög bandbredd är inte bäst i alla lägen, eftersom omfånget för trimkondensatorn är anpassat för oscilloskop med hög bandbredd – alltså låg C_{in} . Det är inte säkert att en sådan går att kompensera fullt ut för oscilloskop med lägre bandbredd. Det trimbara omfånget för prober anges i dess datablad.

Aktiva prober

Utöver passiva prober finns det många typer av aktiva prober. De löser olika problem hos de passiva proberna, eller möjliggör andra typer av mätningar. Det de har gemensamt är att de har någon sorts aktiv elektronik. Den drivs antingen av batteri, en extern spänningsmatning eller direkt från oscilloskopet.



Aktiva spänningsprober

Aktiva spänningsprober kallas ofta bara "aktiv prob", eftersom de används på samma sätt som passiva prober, för att mäta spänningar. Den aktiva elektroniken består av en JFET-transistor som är placerad mycket nära mätpunkten, precis vid probens krok. Transistorns mycket höga ingångsimpedans, en låg ingångskapacitans (någon enstaka pF) tillsammans med den aktiva förstärkningen ger mycket låg belastning av kretsen, och en hög bandbredd på flera GHz.

Aktiva spänningsprober har ofta relativt låg spänningstålighet med några tiotal volt, eller ännu lägre för de med allra högst bandbredd. Passiva prober tål i jämförelse ofta flera hundra volt.

Dessa prober får ofta spänningsmatning från oscilloskopet via kontaktstift nära BNC-kontakterna. Kommunikation sker då över proprietära protokoll, som både informerar oscilloskopet om vilken prob som används, och möjliggör styrning av offsetsänning från oscilloskopets menysystem.

Vanliga aktiva spänningsprober har samma jordreferens som passiva prober (skyddsjord) och kallas av den anledningen ofta single ended active probe. På grund av de höga frekvenserna används 50Ω terminering i oscilloskopet.

Aktiva prober används i utbildning, utveckling, för karakterisering av komponenter inför produktion, och mycket annat.

Hur fungerar ett oscilloscop?



Differentialprober

Differentiella prober mäter **differentiella signaler**, det vill säga skillnaden mellan två valfria punkter. Detta skiljer sig från en vanlig prob som mäter skillnaden mellan en enskild punkt och jord. De används alltså vid mätningar med en annan jordreferens än oscilloskopets jord. Den vanligaste typen klarar flera kilovolt, och brukar ha bandbredd på upp till några hundra MHz. På de modeller med ställbar dämpning blir bandbredden lägre med minskad dämpningsgrad, precis som för passiva prober.

Differentiella prober används exempelvis vid utveckling och reparation av nätansluten utrustning, till exempel strömförsörjningar. Det finns också differentiella prober med hög bandbredd och låg frekvens, de används som vanliga aktiva spänningsprober. Den stora skillnaden är just att de är differentiella och isolerade från oscilloskopet.

Eftersom de är så olika kallas de exempelvis, *differential high voltage probe* respektive *high frequency differential probe*.



Strömprober

Strömprober mäter precis som namnet antyder ström (A), och genererar en spänning (V) som motsvarar strömmens storlek. Spänningen går sedan till oscilloskopet, där den mäts som vanligt. På många oscilloskop kan man byta enhet från volt till ampere och ange probens omvandlingsfaktor (till exempel 100mV/A) så att man ser rätt värden direkt på skärmen. Annars får man räkna om själv.

Själva mätningen görs oftast med halleffektsensorer. För mycket hög precision används shuntmotstånd i

kombination med en differentialprob.

Till skillnad från strömmätning med multimeter så kan man med strömprober se väldigt snabba fluktuationer i strömmar, bandbredden kan ligga på något hundratal MHz för strömprober med hall-effekt-sensorer. Prober som klarar högre strömmar har dock lägre bandbredd.


Spänningstålighet och skydd

Precis som annan mätutrustning har prober specifikationer och gränsvärden. Viktigast av dessa är spänningståligheten. Överskrid inte den. Läs alltid datablad och instruktionsmanualen om du är osäker. Detta för att skydda dig själv och din utrustning. Även oscilloskopet har en spänningstålighet, om den är lägre än probens sätter den såklart taket för mätningarna.

Jordreferensen

Det finns risk att man förstör sitt oscilloskop och de passiva proberna genom att koppla jorden fel. I värsta fall skadar du även dig själv.

Om du mäter på en krets som delar jord med oscilloskopet och kopplar jorden fel, så kan stora strömmar gå genom dina prober, via oscilloskopet ut till elnätets jord. Risken finns med de flesta nätanslutna apparater, från labbaggregat till USB-drivna apparater till vanlig elektronik som du kanske felsöker.

Mycket elektronik idag är isolerad, och i sådana fall finns ingen risk att strömmen går genom probens jord. Om du ser symbolen för dubbelisolering () eller Klass II kan du vara trygg. Detsamma gäller för batteri-drivna apparater. En differentialprob kan vara en extra försäkring för den som ofta reparerar nätansluten elektronik.

Om du utvecklar kretsar och är osäker på om ditt labbaggregat är isolerat är det bäst att kontrollmäta mellan jordstiftet på IEC-kontakten på aggregatets baksida och kontaktorna på framsidan. På oscilloskop med flera kanaler är ofta den gröna kontakten ansluten till chassi och skyddsjord, medan den svarta (minus) är isolerad.

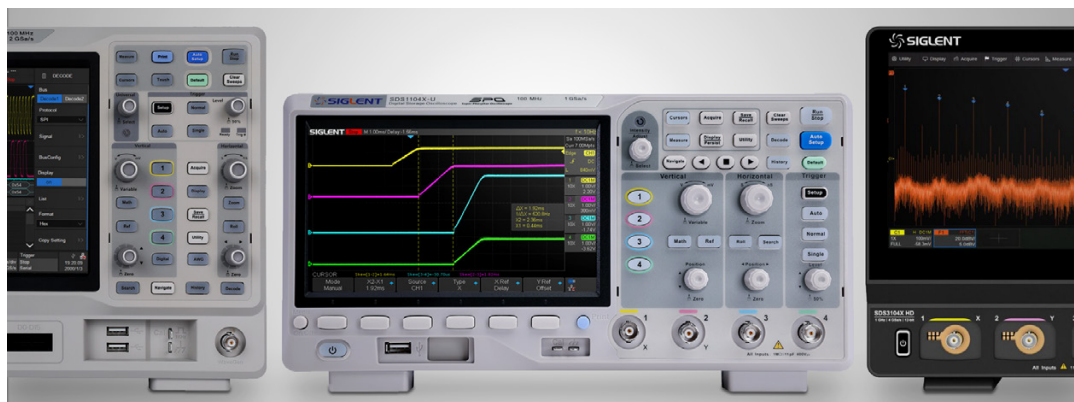
Allmänna råd

Många oscilloskop har ingångar som kan ställas om mellan 1 M Ω och 50 Ω terminering. I 50 Ω -läget tål ingången betydligt lägre spänning. För att undvika skador, återställ alltid till 1M Ω efter mätning för att undvika att oscilloskopet skadas vid framtida mätningar.

Prober med ställbar spänningsdelare måste såklart vara i rätt läge för att inte oscilloskopet ska skadas. Om man ofta mäter högre spänningar är det säkrast är att använda en prob med fast spänningsdelning. Att råka komma åt omkopplaren mellan 1x/10x är lätt – och kan bli dyrt!

När du använder en prob med spänningsdelare, säkerställ att den utgående spänningen inte överstiger oscilloskopets gräns. För att vara på den säkra sidan, gör en kontrollmätning med en tåligare multimeter innan anslutning.

Hur fungerar ett oscilloskop?



Att välja oscilloskop

När du behöver ett oscilloskop för utveckling, reparation, kalibrering eller modifiering av elektronik uppstår frågan: Vilket ska du välja?

Oscilloskop är avancerade instrument. Trots att alla visar spänning som en vågform skiljer de sig i prestanda, funktioner och formfaktor. För att underlätta ditt val går vi igenom dessa aspekter.

Prestanda

Specifikationerna avgör hur väl ett oscilloskop presterar, men för att göra ett informerat val behöver du förstå vad de olika begreppen betyder och hur oscilloskopets data påverkar praktisk användning. Här följer några av de viktigaste specifikationerna.

Bandbredd

Bandbredden anger den högsta frekvens som oscilloskopets analoga signalväg kan hantera. Högre bandbredd gör det möjligt att mäta snabba signaler med större noggrannhet. Bandbredden bestäms av förstärkaren och dess kringkomponenter, såsom passiva komponenter, relän, ledningsbanor på mönsterkortet och ingångens kontakt-typ.

Bandbredden anges som en frekvens, t.ex. 100 MHz, och definieras som den punkt där signalen dämpas med 3 dB. Detta innebär att om vi mäter en 100 MHz-sinusvåg med ett sving på 10 V på ett 100 MHz-oscilloskop, visas vågformen korrekt, men med ett reducerat sving på cirka 7,07 V. Vid högre frekvenser ökar dämpningen med 3 dB per oktav (en fördubbling av frekvensen). Exempel: Om en signal har en grundfrekvens på 100 MHz, ligger en oktav över vid 200 MHz och en oktav under vid 50 MHz.

För sinusvågor med relativt stora sving, exempelvis 10 V, kan en oscilloskopbandbredd på 100 MHz vara tillräcklig. Problemet uppstår när vi mäter vågformer med övertoner, t.ex. fyrkantsvågor, som innehåller udda övertoner vid 300 MHz, 500 MHz, 700 MHz osv.

När man väljer oscilloskop vill man såklart ha så hög bandbredd som möjligt, men bandbredd kostar pengar. En bra tumregel är att man bör ha en bandbredd som är ungefär fem gånger den högsta frekvensen på de signaler man vill mäta. Behoven varierar också beroende på vilken typ av vågor man tittar på. Digitala signaler kräver högre bandbredd för att representeras korrekt.

Samplingsfrekvens

Samplingsfrekvensen anger hur snabbt oscilloskopets A/D-omvandlare arbetar och mäts i samplingar per

sekund, t.ex. 1 GS/s (en miljard samplingar per sekund).

En hög samplingsfrekvens är viktigt för att fånga alla detaljer i en signal. Ju högre signalfrekvens, desto högre samplingsfrekvens krävs. Och eftersom oscilloskop inte har något bandbegränsningsfilter innebär en hög samplingsfrekvens också mindre vinkningsdistorsion från starka övertoner.

Mätningar med oscilloskop handlar till stor del om att hitta fel. Korta pulsformade hack i en kontinuerlig vågform (s.k. glitches) är ett exempel, och de har per definition mängder med övertoner och kan vara mycket korta stunder. Om sådant filtrerades bort innan A/D-omvandlaren vore mätningen onödig från början. För att fånga sådant krävs en hög samplingsfrekvens.

En bra tumregel är att samplingsfrekvensen bör vara minst fem gånger högre än oscilloskopets bandbredd. Enligt Nyquists teorem räcker det med dubbla frekvensen för att återskapa en signal, men det gäller för en signal som är filtrerad innan omvandlingen.

Man ska inte heller glömma att om samma A/D-omvandlare delas mellan flera kanaler (vanligt i billigare oscilloskop) så blir samplingsfrekvensen lägre när flera kanaler används samtidigt. I ett fyrkanaligt oscilloskop krävs därför dubbelt så hög samplingsfrekvens jämfört med ett tvåkanaligt för att upprätthålla samma prestanda per kanal.

Minnesdjup

Oscilloskopets minne, ofta kallat minnesdjup, lagrar de insamlade samplingarna. Ett större minne ger flera fördelar: det möjliggör lagring av längre tidsförlopp i en enda mätning, alternativt fånga samma mängd tid med högre samplingsfrekvens, och där med få tydligare detaljer.

Minnesdjup anges som record length och mäts i punkter (points), t.ex. 128Kpts. Specifikationen anges ofta per kanal, men kan ibland ha ett övre tak, t.ex. 200Mpts per kanal men max 400Mpts totalt för 4 kanaler. Ju högre samplingsfrekvens som används, desto snabbare fylls minnet upp. Ett oscilloskop med hög bandbredd och samplingsfrekvens begränsas kraftigt om minnet är litet, detta eftersom bara mycket korta händelser kan fångas. En glitch kan vara nog så kort – men om man vill se händelser som händer innan den så kan det behövas en miljon punkter extra, eller mer.

Med ett stort minne kan man spela in en händelse och i efterhand zooma in på detaljer och panorera framåt och bakåt i tiden. Ett större minne ger helt enkelt mer information (längre tid och/eller mer detaljer).

Vertikal upplösning

Vertikal upplösning, eller bara upplösning, anger hur många bitar oscilloskopets A/D-omvandlare har. Ju högre upplösning, desto fler spänningar kan fångas - ett större dynamiskt omfång. Svaga signaler fångas bättre samtidigt som starkare signaler inte "klippas av".

Eftersom minnesdjup mäts i punkter och inte exakt hur stort minnet är, så påverkas inte minnesdjupet av bitdjup.

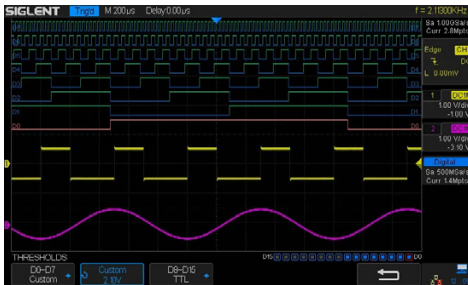
Ibland finns ett högupplöst läge. Oscilloskopet tar då ett antal lågupplösta samplingar, kanske 8 bitar, och kombinerar dem till ett 10-bitars värde. Ett sådant enkelt genomsnitt av samplingarna kräver att en signal är periodisk och triggas konsekvent, men filtrerar samtidigt bort allt oregelbundet i signalen. För oscilloskop med mer avancerade funktioner kan högre upplösning uppnås även för oregelbundna signaler och instabil trigger, men detta sker ofta på bekostnad av bandbredden, som då reduceras kraftigt. Ett oscilloskop med 12-bitars upplösning kan vara ett bättre val än ett 8-bitars oscilloskop med högre bandbredd. Samtidigt kan bandbredd "växlas in" mot bitdjup, med vissa begränsningar.

Hur fungerar ett oscilloskop?

Antal kanaler

Antalet kanaler är en avgörande faktor vid val av oscilloskop. Idag blir fyra kanaler allt vanligare, vilket ger större flexibilitet vid mätningar. För få kanaler kan däremot bli en begränsning som inte går att göra något åt. Om bandbredden eller samplingsfrekvensen är på gränsen kan man ofta ändå få användbara mätningar, men en extra kanal går inte att trola fram i efterhand.

Med två kanaler kan man t.ex. se en signal som går in och ut ur en krets samtidigt. Fyra kanaler gör det möjligt att se flera punkter på vägen. Det finns också mätningar då flera kanaler går åt, exempelvis när man använder två kanaler med subtraktion för att mäta på en differentiell signal.



Logikanalysator

Utöver vanliga analoga kanaler finns även så kallade digitala kanaler, som används i logikanalysatorer. Dessa fungerar på samma sätt som oscilloskop men är anpassade för att mäta digitala signaler som en funktion av tid. Logikanalysatorer har ofta fler kanaler, exempelvis 16 stycken.

Oscilloskop med inbyggd logikanalysator brukar kallas MSO (Mixed signal oscilloscope) eftersom de mäter både digitala och analoga signaler.

Logikanalysatorer används t.ex. för att mäta parallella dataströmmar. Om några av signalerna man analyserar är pulser, så kan en logikanalysator frigöra vanliga oscilloskopkanaler för mätning på kontinuerliga signaler.

Även om man inte behöver en logikanalysator direkt, så finns det ofta som ett tillval. Att välja ett sådant oscilloskop lämnar möjligheten öppen för framtiden, och sprider ut kostnaderna något.

Waveform Capture Rate

Hur snabbt ett oscilloskop kan uppdatera skärmen kallas Waveform Capture Rate och anges i vågformer per sekund, waveforms per second (wfms/s).

Digitala oscilloskop kan inte uppdatera skärmen och arbeta samtidigt. Efter att triggern har satt igång en inhämtning (acquisition) finns det alltid lite "dödtid", blind time, då oscilloskopet behöver processa data på olika sätt. Denna dödtid har två delar: en liten del som är konstant, och en större del som varierar. Den variabla delen påverkas av operationer som användaren har ställt in – exempelvis pekare (cursors), histogram, masker, matematiska uträkningar, FFT, etc. Även storleken på minnet som används har stor inverkan på hastigheten.

Specifikationen för waveform capture rate som anges i ett datablad är alltså ett tak och inte en konstant.

Enklare oscilloskop använder en processor med mjukvara för beräkningar – en billig men långsam lösning. En snabbare metod är att använda en FPGA, en programmerbar och mångsidig integrerad krets som kan anpassas för olika uppgifter. Den dyraste och snabbaste lösningen är en ASIC, en skräddarsydd krets optimerad för ett specifikt ändamål. ASIC:ar kräver stora produktionsserier för att vara ett kostnadseffektivt alternativ.

Oscilloskop hämtar alltså inte in data oavbrutet, utan är "blinda" en del av tiden. En hög uppdateringsfrekvens betyder inte bara att skärmen uppdateras oftare, utan att en större del av oscilloskopets "uppmärksamhet" ägnas åt signalen den får. Sannolikheten att pulser och ovanliga händelser fångas in ökar således. Beräkningar av datan är alltid prioriterat i oscilloskop, och en långsam processor med fel inställningar gör användargränssnittet trögt och hackigt. Ett instrument med hög uppdateringsfrekvens blir trevligare att använda på alla sätt.

Billiga oscilloskop kan vara blinda en stor del av tiden, ibland över 95%. För att alls gå att använda kan man behöva begränsa minnesstorlek eller samplingsfrekvens (eller båda).

Utöver ökad användarvänlighet ger snabbare oscilloskop bättre mätresultat. Man kan t.ex. vara mer frikostig med minne och samplingsfrekvens. Men det blir också mer sannolikt att ovanliga händelser fångas in, detaljer syns bättre, och statistiska mätningar blir mer tillförlitliga.

Processen tar dessutom kortare tid, eftersom användaren kan ställa in oscilloskopet snabbare, med mindre frustration, och mer och bättre data fångas in per sekund.

Funktioner

Att läsa igenom specifikationerna för oscilloskop kan vara en förvirrande upplevelse. Man vet kanske inte vad de många funktionerna innebär, eller ens vilka man behöver. Nedan listas några av de vanligaste funktionerna och deras användningsområden.

Bra reglage och gränssnitt

Viktigare än mängder av funktioner är kanske hur man interagerar med oscilloskopet, särskilt för den som använder det dagligen. Dediikerade reglage för viktiga funktioner, knappar med snabb respons för kanalerna, touchskärm och knappar, autoinställning är alla saker som förbättrar livet med sitt oscilloskop. Genomtänkta menysystem med tydligt språk är också viktigt. Färgkodning av kanalerna och vilken som är aktiv trigger minskar risken för användarfel. En stor och tydlig skärm är viktig.

Ju fler funktioner ett oscilloskop har – desto högre krav ställs på fysiskt och digitalt gränssnitt. Det är enkelt att lägga in många funktioner i ett enkelt oscilloskop, men reglagen bör motsvara komplexiteten.

Reglagens kvalitet, placering och respons påverkar hur effektivt och smidigt oscilloskopet kan användas.

Automatisk mätning och analys

Digitala oscilloskop kan göra mycket av jobbet åt oss. Automatisk mätning och beräkning av sving, frekvens,

Hur fungerar ett oscilloskop?

effektivvärde (RMS) och stigtid kan räknas som standard. Mer avancerade funktioner är t.ex. beräkning av modulationsindex för frekvensmodulerade signaler, histogram och statistisk analys.

Math

Digitala oscilloskop har nästan alltid grundläggande matematiska funktioner. De kan användas för att göra differentiell mätning, beräkna kraft (med en strömprob), och mycket annat. De oscilloskop med möjlighet att mata in egna funktioner är mest flexibla.

FFT

Bland mattefunktionerna bör FFT nämnas. Det kan användas för att se ett frekvensspektrum likt en spektrumanalysator. Med FFT kan man göra mätningar i frekvensdomänen och inte bara tidsdomänen. Funktionen är relativt vanlig, men ställer stora krav på oscilloskopet. Hårdvaruaccelererad FFT är en fördel, liksom en hög grundhastighet. Den som behöver se spektrum ofta bör ta sikte på ett oscilloskop med en hög waveform capture rate eller ännu bättre, satsa på en dedikerad spektrumanalysator.

Triggermöjligheter

Att ha flera olika triggers och bra inställningar för dem gör alla mätningar lättare. För särskilda applikationer är vissa triggers ett måste. Ett antal triggertyper beskrivs ovan.

Extern triggeringång

En extern triggeringång kan underlätta i många fall, särskilt om en signal ibland försvinner eller försvagas, oavsett om den är digital eller analog. Att trigga direkt ifrån en funktionsgenerator gör att alla vågformer visas tydligt även om man flyttar runt proberna mellan olika mätpunkter. I bästa fall kan det frigöra en kanal som mest hade använts för trigger till riktiga mätningar.

Decode - Avkodning av seriella protokoll

Moderna oscilloskop kan nästan alltid avkoda de vanligaste seriella protokollen. Ju fler protokoll som stöds, desto bättre. Några av de vanligaste protokollen är SPI, I²C och CAN. Vilka protokoll som finns listas i oscilloskopets datablad och ovanligare typer finns ibland som tillval (genom köp av licensnyckel).

USB-anslutning

USB-anslutningar kan ta flera former. Från att spara bilder och läsa vågformer från ett USB-minne, till att hantera tangentbord och mus och firmwareuppdatering. Styrning av oscilloskopet från en PC med ett dedikerat program förekommer också.

Nätverksanslutning

En nätverksanslutning gör det möjligt att styra oscilloskopet från det lokala nätverket. Anslutningen görs med Ethernet-kabel eller trådlöst med Wi-Fi. Oscilloskop med inbyggd webbserver kan styras från en vanlig webbläsare. Lösningen gör att krav på PC-operativsystem och installation av mjukvara försvinner, samt att bakåtkompatibilitet underlättas stort.

För den som behöver göra exakta inställningar och gå på djupet i menyerna kan datorstyrning underlätta betydligt.

Color grading och "phosphor"

Analoga oscilloskop visar på grund av det fosforescerande ämnet i skärmen automatiskt vanliga händelser tydligt, medan ovanliga störningar bara ger en svag linje. Det har sina för- och nackdelar.

Enklare digitala oscilloskop fungerar på motsatt vis, de har ingen gråskala, utan visar visar antingen en ljusstark linje eller ingenting. Det kan göra mätningar svårtydda, eftersom statistiskt ovanliga händelser får samma vikt som stabila vågformer. Oscilloskopen framstår också som mer brusiga än analoga, något som inte är sant.

Bättre digitala oscilloskop kan efterlikna analoga oscilloskop och visa en vågformen med olika intensitet. Funktionen marknadsförs ofta med namn som anspelar på fosfor, t.ex. Super Phosphor Oscilloscope.

Eftersom effekten är digital kan man ändra hur den fungerar. Ett vanligt sätt är att använda olika färger (colour grading), där röd är de "starkaste" bitarna hos signalen och ovanliga störningar är blå.

Tillbehör och kompatibla prober

Kompatibilitet med aktiva prober är viktigt för den som vill mäta ström, göra differentiella mätningar eller arbeta med RF. Prober som använder digitala protokoll måste såklart vara kompatibla och kan underlätta handhavandet mycket.

Enklare oscilloskop är sällan anpassade för användning av dylika tillbehör, och kanske inte ens har någon 50 Ω -ingång.

Logikanalysator

Logikanalysatorn är en sorts oscilloskop med många kanaler, specialiserat på digitala signaler. De är väldigt användbara ihop med oscilloskop för alla projekt som involverar digitala system och databussar. Logikanalysator kan ingå eller kräva en adapter (och ibland också en mjukvaruoption).

Funktionsgenerator

En inbyggd funktionsgenerator innebär ett extra instrument i sig. Dedikerade funktionsgeneratorer har såklart fler kanaler och funktioner, bättre specifikationer och dedikerade reglage, men en inbyggd generator är ofta användbar. Det finns ibland som tillval genom mjukvaruuppgredning.

Ibland delar funktionsgeneratorm kontakt med någon annan funktion, exempelvis trigger in, då kan man såklart inte använda båda funktionerna samtidigt.

Formfaktor

Formfaktorn handlar helt enkelt om oscilloskopets utformning, och här finns det i princip tre fack: bänkoscilloskop – handhållna oscilloskop och datorbaserade oscilloskop.

Bänkoscilloskopet är standardformatet, och är det de flesta tänker på när de hör ordet oscilloskop. Formatet är utan tvekan det vanligaste valet för den som ska köpa ett oscilloskop, och det är också det med störst urval. Det är typen med flest tillverkare att välja mellan, störst mängd funktioner och tillval (både i hårdvara och mjukvaran), och med det största spännet i prestanda.

Bänkoscilloskop har reglage, anslutningar och display på framsidan, och de drivs av vanlig nätspänning från vägguttaget. De trivs bäst just på din arbetsbänk, på en hylla eller ovanpå något annat instrument. Vissa modeller är små och lätta, och kan vid behov transporteras om man ska mäta på något som inte går in i verkstaden, t.ex. vitvaror och installerad ljudutrustning. En modell med bärhandtag kan enkelt tas med till föreläsningar och demonstrationer, många modeller kan kopplas till en dator så att displayen kan visas med en projektor.



Betydligt mer portabla är de **handhållna oscilloskopen**, som påminner mer om vanliga multimetrar – fast större. De drivs av laddningsbara batterier, och kan vanligtvis spänningsmatas med den DC-adapter eller USB-spänning som laddar batterierna. Handhållna oscilloskop är till för felsökning och underhåll "i fält", när man måste ta sig till mätobjektet. Exempel på användningsområden är bilverkstäder, industri och automation och installationsarbete utomhus – t.ex. solceller eller sensorer.

Av förklarliga skäl brukar handhållna oscilloskop ha en mer gedigen konstruktion än bänkosilloskop. En slitstark gummibeläggning gör att instrumenten vilar stabilt utan att glida iväg, och skyddar mot damm och stänk i tål tuffa miljöer. Bland de vanligare funktionerna finner vi avläsning av seriella protokoll, inte minst CAN-bus som förekommer i både fordon och industriautomation. Många modeller har också ingångar med skyddade banankontakter och fungerar som en vanlig multimeter.

En stor fördel med att ett oscilloskop är batteridrivet är att det är isolerat ifrån mätobjektet: det finns ingen returväg för spänningar att ta sig till jord via instrumentet. Vad det innebär är att man kan göra mätningar där ingen av mätpunkterna har en gemensam jordpotential, så kallade floating measurements.

En del handhållna oscilloskop benämns uttryckligen som isolerade – med det menas att deras ingångar också är isolerade ifrån varandra – en batteridrivna apparat har ju alltid en isolerad spänningsmatning. Fördelarna med isolerade ingångar är dels att man kan mäta med olika spänningspotential som jordreferens på kanalerna. En annan viktig fördel är att en oanvänd ingång på ett isolerat oscilloskop aldrig kommer ha en farlig spänning på jordkontakten. Det finns alltså ingen risk att man vidrör en BNC-kontakt som är ansluten till en farlig spänning.

Observera att "flytande mätningar" inte bör göras med strömförsörjningen ansluten (DC- eller USB), om inte spänningsingången är isolerad från ingångarna.

Det handhållna formatet innebär såklart vissa begränsningar, och handhållna oscilloskop har sällan samma funktionalitet eller prestanda som ett vanligt oscilloskop med samma pris. Men för vissa användningsområden finns det inget alternativ till ett handhållet oscilloskop.



Datorbaserade oscilloskop, är oscilloskop där man har tagit bort displayen, knapparna och de andra reglagen. Kvar är en kompakt låda med USB-anslutning och kontakter för ingångar och eventuella utgångar. Styrning av oscilloskopet, samt visning av mätdata, görs i mjukvara i datorn.

Den uppenbara fördelen, förutom det nätta formatet, är att sådana oscilloskop blir billiga att tillverka. Avsaknad av display och reglage gör att man kan få mer prestanda för pengarna. Huruvida styrning från datorn är en för- eller nackdel är mest en smaksak. Vissa jobbar snabbt med fysiska knappar och reglage, medan andra trivs bättre utanför oscilloskopens menysystem. På datorns stora skärm kan man se mer av mjukvarans gränssnitt på samma gång, och man behöver inte stega igenom fullt så många menyer.

Den stora skärmen är en fördel hos datorbaserade oscilloskop. Vågformen kan visas stort och med hög upplösning, och det blir enkelt att visa mätdata på en projektor eller digitalt i föreläsningar som spelas in eller strömmas. Många bänkosilloskop också har möjligheten till styrning över USB eller nätverk. I vissa fall finns även en HDMI-utgång.

Beroende på mjukvaran och användarens tillgång till mätdata är datorbaserade oscilloskop lämpade för att mäta och lagra längre serier med spänningar – det är bara att skriva till disk. Andra möjligheter som ges i och med datoranslutning är att skicka data trådlöst eller sätta igång processer i datorn eller apparater under datorns styrning. Till exempel kan det handla om automatisk kalibrering av utrustning över längre tid och med olika förutsättningar.

Beroende på mjukvaran och användarens tillgång till mätdata är datorbaserade oscilloskop lämpade för att mäta och lagra längre serier, bara att lagra till disk. Flera modeller är speciellt anpassade för utbildningsbruk. Tillsammans med en laptop erbjuder de dessutom hög portabilitet.