

Introduktion till det digitala oscilloskopet R&S HMO1002

1 Inledning

Det här dokumentet syftar till att ge grundläggande kunskaper i hur man hanterar ett digitalt oscilloskop. Digitala oscilloskop har i regel många inbyggda funktioner för att underlätta och möjliggöra avancerade mätningar. Här beskrivs endast de mest grundläggande funktionerna.

Med ett oscilloskop mäter man elektriska spänningar. Till skillnad från en voltmeter mäter man inte bara spänningens storlek, utan även hur spänningen ändrar sig med tiden.

Funktionen för ett digitalt oscilloskop är annorlunda än för ett analogt oscilloskop som du kanske använt tidigare. Den analoga spänningen förstärks, samplas, omvandlas till digitala värden och läggs i ett minne. Minnesinnehållet visas sen på skärmen. Detta sker dock så snabbt att man normalt uppfattar det som "ögonblickligen".

Utrustning

- 1 st oscilloskop R&S HMO1002
- 1 st funktionsgenerator (Wavetek model 19)
- 1 st likspänningsaggregat (Powerbox 3000)
- 2 st koaxialkablar: BNC - BNC
- 1 st koaxialkabel: BNC – banan/hane-hane

Inom parentes anges de specifika instrumenten som instruktionerna refererar till. Man kan använda andra instrument så länge funktionerna är likadana.

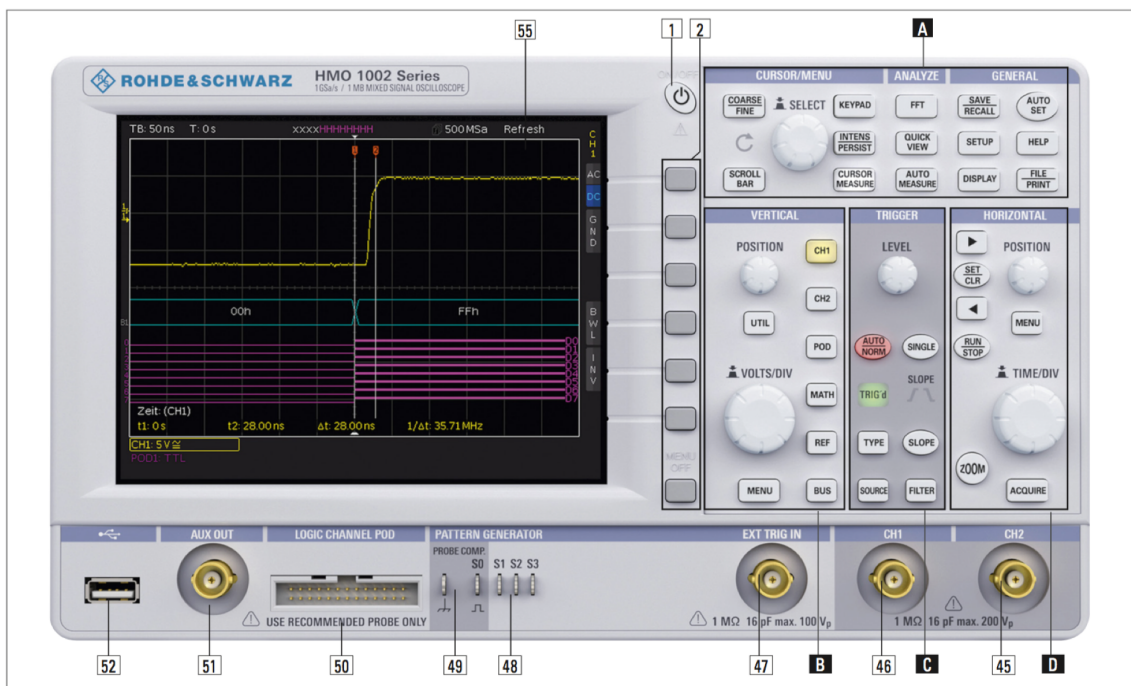


Figur 1-1: Kabel med två BNC-kontakter

2 Beskrivning av oscilloskopet

Figur 2-1 visar en illustration av oscilloskopets (R&S HMO1002) framsida. Man kan mäta två olika spänningar samtidigt, på varsin kanal. Dessa ansluts via ingångarna nere till höger, kanal 1 (CH 1) respektive kanal 2 (CH 2).

Ingångarna består av kontakter av typen BNC, vilket är vanligt för koaxialkablar.



Figur 2-1: Oscilloskopet R&S HMO1002 (bilden är hämtad från oscilloskopets manual)

Inställning av oscilloskopets grundläge

Innan man börjar mäta är det en god idé att sätta oscilloskopet i sitt grundläge. Börja med att slå på oscilloskopet med knappen som är märkt 1 i figuren. Trycka in knappen "AUTOSET" längst upp till höger. Håll inne den någon sekund så att det hörs ett pip. Grundinställningen innebär bland annat att kanal 1 väljs (knappen CH1 lyser gult). Du kommer också att se en gul horisontell linje. Precis till vänster om linjen finns en markering, 1→, som visar var referensnivån (nollnivån) är för kanal 1. Eftersom det inte är något anslutet till kanal 1 är inspanningen 0 V och linjen ligger precis där markeringen 1→ pekar.

3 Mätning av likspänning

Oscilloskop används framför allt för att mäta signaler som varierar i tiden men vi startar försiktigt med likspänning.

Med ratten VOLTS/DIV kan man välja mätområde för spänningen man vill mäta.

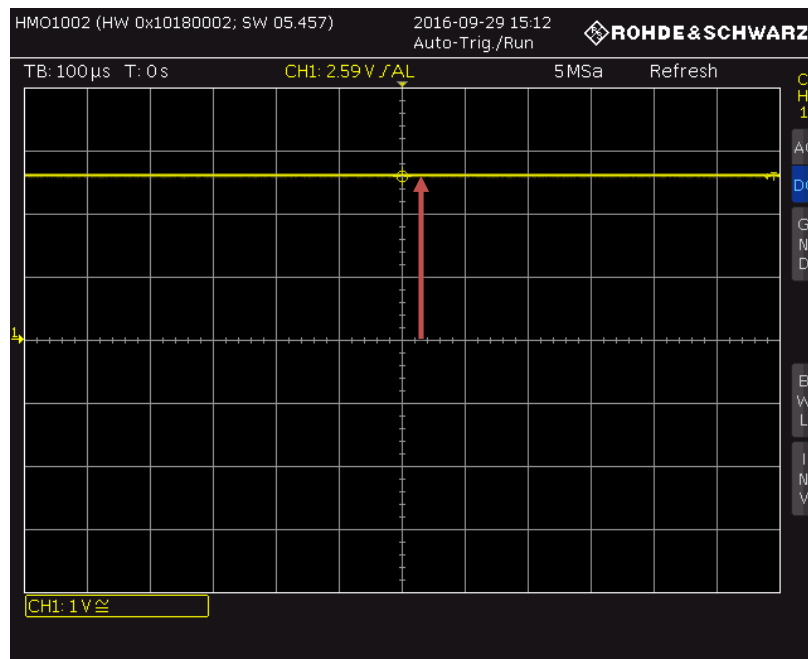
Vrid på ratten så att texten längst ner till vänster på skärmen visar CH1: 1 V.

Oscilloskopet är nu inställt så att en ruta i vertikal led svarar mot inspanningen 1 V.

Anslut nu ett likspänningsaggregat till ingången för kanal 1 med en av koaxialkablarna (röd banankontakt i röd polskruv, svart banankontakt i blå polskruv, BNC-kontakten har en sk. bajonettfattnings, den trycks i CH1-ingången och vrides ¼ varv medurs).

Ställ in spänningen på likspänningsaggregatet så att oscilloskopet visar bilden i figur 3-1 med den gula linjen placerad två och tre femtedels ($2\frac{3}{5}$) rutor upp, räknat från referensnivån.

Spänningen räknas ut som: $(2+3/5) \cdot 1 \text{ V} = 2,6 \text{ V}$



Figur 3-1: Mätning av likspänning

Variera spänningen och testa att räkna rutor. Kontrollera att linjen rör sig en ruta för varje volt som spänningsaggregatet ger. Justera ratten VOLTS/DIV så att linjen blir kvar på skärmen.

Prova att kasta om anslutningarna till spänningsaggregatet. Linjen lägger sig nu under referensnivån och visar att inspänningen är negativ.

Ibland vill man inte ha referensnivån mitt på skärmen. Då kan den flyttas med vredet POSITION som sitter ovanför VOLTS/DIV. Prova!

4 Mätning av växelspänning

En växelspänning är en periodisk signal. Genom att mäta en periodisk signal med ett oscilloskop ser man hur spänningen varierar över tid, vilket innebär att man ser hur kurvformen ser ut. Då kan man samtidigt mäta signalens amplitud och periodtid. Ett exempel på en periodisk signal är spänningen i vägguttaget. Denna växelspänning har periodtiden $1/50 \text{ s}$, vilket innebär en frekvens på 50 Hz . Växelspänningen är dessutom sinusformad. OBS! Mät inte spänningen från vägguttaget! Som växelspänningskälla ska ni istället använda en funktionsgenerator, även kallad signalgenerator.

Koppla nu in en signalgenerator (Wavetek) till kanal 1 med hjälp av en BNC-BNC kabel. Signalgeneratorns utgång är märkt MAIN OUT längst ner till höger. Slå på signalgeneratoren, knappen sitter på baksidan.



Figur 4-1: Signalgeneratorm Wavetek model 19

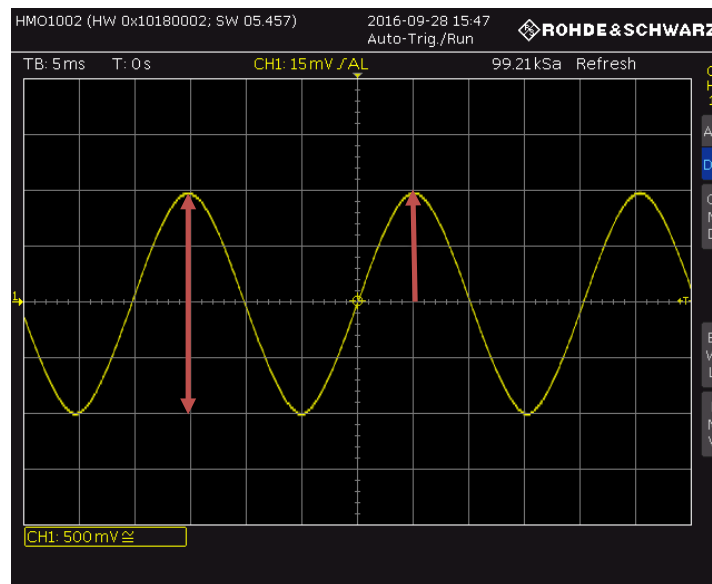
Signalgeneratormen har flera olika funktioner, som exempelvis amplitudmodulering och "sweep". Dessa ska inte användas. För denna övning ska endast enkla signalformer användas. För att undvika problem, börja med att göra följande inställningar:

- Se till att rattarna under SWEEP, dvs STOP och RATE, är intryckta.
- Under AMPLITUDE MODULATION finns en ON-OFF-knapp. Se till att den *inte* är intryckt.
- Med DC-offset förskjuter man signalen i vertikalt led. Sätt denna ratt till 0 (det känns när ratten står på 0).
- Längst upp till höger finns en knapp (ATTENUATOR -20dB). Den ska *inte* vara intryckt. Om den är intryckt dämpas signalen och endast en tiondel av signalstyrkan kommer ut.

Man ställer in kurvform under FUNCTION. För denna övning ska ni välja sinusform. Knapparna längst upp i mitten, under FREQUENCY RANGE, används för att välja frekvensintervall. Inom detta intervall varierar man frekvensen med ratten längst ner till vänster (FREQUENCY). Ställ in frekvensen 50 Hz.

Genom att trycka på knappen DISPLAY SELECT kan man växla mellan att visa frekvens (Hz), signalens *topp-till-topp*spänning (V_{p-p}) och DC-offset (DC).

Välj en topp-till-toppspänning på 2 V, genom att vrida på AMPLITUDE. Ställ in oscilloskopet för att visa 500 mV per ruta. Vrid på ratten TIME/DIV tills du det ser ut som på figur 4-2.
(om du inte följt anvisningarna ovan helt kan du råka ut för att du inte ser någon kurva, gå då tillbaka och kontrollera dina inställningar av signalgeneratormen)



Figur 4-2: Topp-till-topp och amplitud

Det du nu ser är hur spänningen varierar med tiden och hur den skiftar mellan positiva och negativa värden.

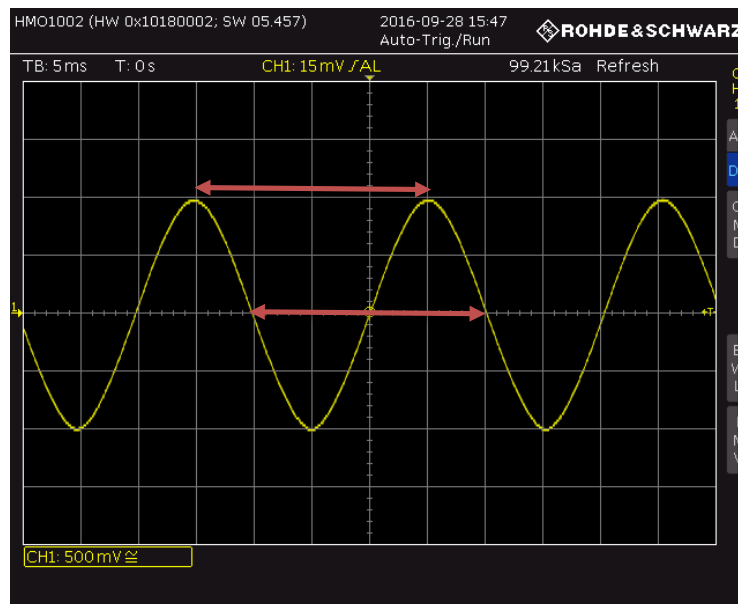
Med topp-till-topp (peak-to-peak) menar man skillnaden mellan signalens högsta och lägsta värde, vilket illustreras med den röda pilen till vänster i figur 4-2. Hälften av detta värde kallas *amplitud* (högra pilen). En alternativ term, istället för amplitud, är *toppspänning* (peak voltage). Man väljer att mäta topp-till-toppspänning eftersom det dels kan vara enklare i många fall, men även för att man får en högre precision i sitt mätvärde.

Genom att ändra "tidbasen" kan man anpassa tidskalningen i horisontell led. Längst upp till höger på skärmen anges tidbasen. När du ställt in så att din bild stämmer med figur 4-2 står det TB: 5 ms. Det betyder att en ruta på skärmen svarar mot tiden 5 ms.

För att mäta signalens period, för att sedan kunna beräkna frekvensen, räknar man antalet rutor i horisontell led, se figur 4-3. Man kan exempelvis räkna från en övre topp till en annan (övra pilen) men avläsningen blir noggrannare om man mäter vid nollgenomgången (undre pilen)

I figur 4-3 är perioden precis 4 hela rutor. TIME/DIV är inställd på 5 ms. Perioden samt frekvensen räknas ut enligt:

$$T = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \text{ s} \qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = 50 \text{ Hz}$$



Figur 4-3: Mätning av perioden

Prova att ändra tidbasen genom att vrida på TIME/DIV för att se vad som händer innan du går vidare.

5 Inställning av trigg

Oscilloskopet läser in spänningen i ett minne under en viss tid och visar sedan en del av minneshållet på skärmen. Detta sker så ofta att uppdateringen av skärmen i regel inte märks utan det känns som signalen visas precis när den kommer. För att en periodisk kurvform skall hamna på samma ställe på skärmen vid varje uppdatering har oscilloskopet en funktion som kallas "trigg". Det är genom triggen som det horisontella läget på skärmen bestäms.

Inställningen görs med ratten LEVEL (ungefär mitt på panel). Den så kallade triggpunkten markeras på skärmen som litet hårkors och ligger efter grundinställning **i mitten** på skärmen. LEVEL påverkar vilken spänning kurvan skall ha vid triggpunkten.

Ställ in signalgeneratoren och oscilloskopet så du återigen får bilden i figur 4-3.

Vrid på LEVEL och se vad som händer. Under tiden du vrider syns triggnivån som ett horisontellt streck som anger den spänning kurvan skall ha när den passerar triggpunkten (den visas också hela tiden i höger kanten på skärmen med markeringen $\leftarrow T$). När du vrider ser du också hur kurvan flyttar sig lite i sidled för att detta skall stämma.

I grundläget ritas kurvan så att spänningen stiger vid triggpunkten (som alltså ligger i mitten på skärmen), man säger att man triggar på positiv (eller stigande) flank.

Tryck knappen SLOPE. Triggningsen sker nu i stället på den negativa (fallande) flanken. Den aktuella Inställningen visas precis ovanför knappen SLOPE.



Som du märker kan man bara variera trignivån mellan signalens högsta och lägsta spänningsnivå.

Det går även att ändra triggpunktens horisontella läge på skärmen. Detta görs med ratten POSITION som sitter ovanför ratten TIME/DIV. Prova!

(För den som tidigare använt ett analogt oscilloskop: För ett sådant ligger triggpunkten alltid till vänster på skärmen och bestämmer när elektronstrålen skall börja svepa. Det betyder att man bara kan studera signalen efter triggpunkten. Denna begränsning finns inte hos digitala oscilloskop)

Det finns många ytterligare inställningsmöjligheter för triggningen som man kan få fram med knapparna TYPE och FILTER. Dessa kan man ha nytta av vid mer komplicerade kurvformer men berörs inte här.

6 AC/DC mätning

Minska amplituden på utsignalen från signalgeneratoren till minimum (dock utan trycka in knappen ATTENUATOR).

Ställ in VOLTS/DIV så du får en bra bild av sinuskurvan.

Vrid nu sakta ratten DC OFFSET på signalgeneratoren medurs och se vad som händer på skärmen. Signalgeneratoren har nu lagt till en likspänning (DC) till signalen så den blir för stor att synas på skärmen.

Ställ in VOLTS/DIV så du ser signalen igen. Du ser en ganska stor likspänning med en liten överlagrad sinusformad spänning. Förmodligen triggas inte oscilloskopet längre utan kurvan blir orolig och vandrar i horisontell led.

Det du ser skulle kunna vara utspänningen från ett dålig likspänningsaggregat och vi tänker oss nu att du vill undersöka hur dåligt det är (variationen kring den önskade likspänningen kallas "rippel").

På skärmen längst upp till höger är DC valt (blå färg). Klicka på knappen precis till höger så att AC väljs i stället. Oscilloskopet tar nu bort likspänningsnivån (egentligen medelvärdet). Nu kan du ändra VOLTS/DIV så du tydligt se hur stort rippel som finns.

7 Två kanaler

Man vill ofta se hur två varierande spänningar förhåller sig till varandra i tiden. För att kunna göra detta måste de kunna visas samtidigt på skärmen.

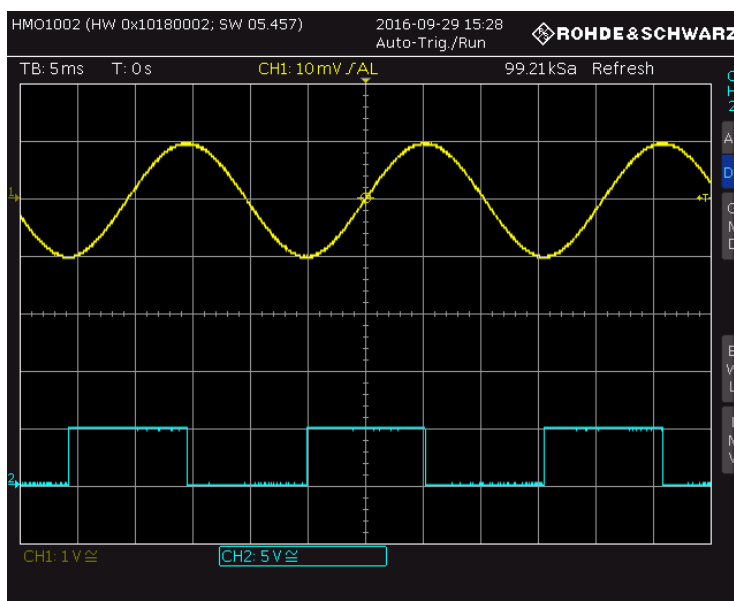
För att testa detta anslut utgången AUX OUT på signalgeneratoren till ingången CH2 på oscilloskopet. Klicka sen på knappen CH2. Denna kommer nu att lysa blått samtidigt som CH1 knappen släcks.

Vrid sen på ratten VOLT/DIV så det kommer att stå CH2: 5 V ≡ med blå text ner till på skärmen.

Du ser nu förutom den ursprungliga gula kurvan även en blå kurva som visar spänningen på CH2.

För att kurvorna inte skall gå i varandra kan du flytta den blåa kurvan nedåt med ratten POSITION (ovanför VOLTS/DIV). Markeringen 2→ till vänster visar referensnivån för CH2.

Kanske vill du flytta kurvan för CH1 uppåt. Klicka då på knappen CH1 så den tänds. Nu är det den kurvan som påverkas av ratten POSITION (och ratten VOLTS/DIV). Kanske ser det nu ut som i figur 7-1.



Figur 7-1: Visning av två kanaler

Om du vill släcka en av kanalerna så bara den andra syns väljer du först kanalen du vill släcka genom att klicka på den knappen så den lyser. Sen håller du inne knappen ca 1 sekund.

Man kan även välja vilken av kurvorna som skall användas för triggingen. Det görs med knappen SOURCE (längst ner i mitten av panelen). Du får nu upp olika alternativ till höger på skärmen. Du kan välja CH2 genom att trycka på motsvarande knapp precis till höger om skärmen. Prova!

För att få bort de olika alternativen till höger på skärmen klickar du knappen MENU OFF längst ner till höger om skärmen.

Du har nu lärt dig de absolut nödvändiga funktionerna och kan stoppa här för tillfället men gå gärna vidare till de efterföljande avsnitten, det kommer att underlätta dina mätningar framöver.

8 Mätningar med hjälp av markör (cursor)

Mätningar av spänning och tid kan underlättas med speciella markörer.

Klicka först på knappen CH1.

Klicka nu på knappen "CURSOR MEASURE". Välj VOLTAGE i listan som dyker upp genom att vrida på ratten SELECT. Markera genom att trycka in ratten.

Du bör nu se två horisontella linjer med nummer 1 respektive 2. Du kan välja vilken som skall vara aktiv (eller båda) genom att klicka på ratten SELECT. När du vrider på ratten flyttar sig den som är aktiv.

Tid mäter man på motsvarande sätt genom att välja TIME.



Ett alternativ sätt att mäta spänning är att i stället för VOLTAGE välja V-Marker i listan. Prova!
Du väljer för vilken kurva spänningarna skall visas med knapparna CH1 och CH2.

9 Snabbinställning av oscilloskopet

Oscilloskopet har en funktion för att snabbt hitta hyggliga inställningar av VOLTS/DIV, TIME/DIV, triggnivå mm.

När du har anslutit signalerna klicka på knappen AUTOSET (håll inte inne den, då blir det ju grundinställningen). Du kan förstås justera inställningen så den blir riktigt bra sen på vanligt sätt.

10 Mätningar med prob

När man mäter vill man ju att mätinstrumentet skall påverka kopplingen man mäter på så lite som möjligt. Det är därför viktigt när man vill mäta spänning att mätinstrumentet har stor inresistans. När spänningen varierar i tiden dyker även andra fenomen upp (kapacitans, induktans) vilket innebär att även vanliga kablar i sig kan påverka mätningen.

För att minska denna påverkan används probar. Ta därför för vana att använda prob när du mäter på elektroniska kopplingar (när du mäter signalen direkt från en signalgenerator behövs det inte).

Nackdelen med en prob är att den i regel dämpar signalen 10 gånger. Det betyder att man måste ha detta i åtanke vid mätningarna. Dock är det så att man kan ställa in oscilloskopet så att det tar hänsyn till probdämpningen.

Probarna till vårt oscilloskop kan man ställa in för 1 eller 10 gångers dämpning. Använd 10 gångers dämpning i normalfallet eftersom det ger minst påverkan på kopplingen.

Du ställer in dämpningen så här: Klicka på knappen MENU under VOLTS/DIV. Klicka sen på knappen höger om skärmen som svarar mot PAGE 1 | 2 så du kommer till Page 2. Du kan nu välja PROBE och sen x10 för den valda kanalen. Stäng av menyn med MENU OFF längst ner till höger om skärmen.

För bästa resultat bör probarna vara anpassade till oscilloskopet. Använd därför rätt probar till oscilloskopet (de som hänger på stolparna vid labplatserna).

Inför mätningar med prob skall man ta till vana att kontrollera kalibreringen av proben. Detta görs genom att probspetsen ansluts till en speciell kalibreringsutgång på oscilloskopet. På vårt oscilloskop är den märkt PROBE COMP. Anslut jordklämman till den vänstra anslutningen och probspetsen till S0. Enklarest är nu att använda en inbyggd guide. Du kommer till den genom att klicka SETUP och sen meny PROBE ADJ på skärmen. Men hjälp av en liten skruvmejsel kan du vrida på en liten gul skruv på proben. Följ anvisningarna i guiden och kalibrera två probar för kanal 1 respektive kanal 2.