

Elektriska mätsystem och mätmetoder

Laborationsmanual

Giuseppe Durisi, Göran Hult, Jessica Chani & Sven Jacobsson

Chalmers tekniska högskola

2016

Obs! Du förväntas ha läst igenom det här dokumentet innan laboration 1 påbörjas!

1 Funktionsgeneratoren OR-X MODEL 310

Funktionsgeneratoren som finns i labbsalen visas i figur 1 nedan. Med funktionsgeneratorn kan man producera sinus-, triangel- eller fyrkantsformade spänningar med frekvens 0,01 Hz till 10 MHz och topp-till-topp amplitud upp till 10 V, eller en DC spänning mellan -10 V och 10 V.

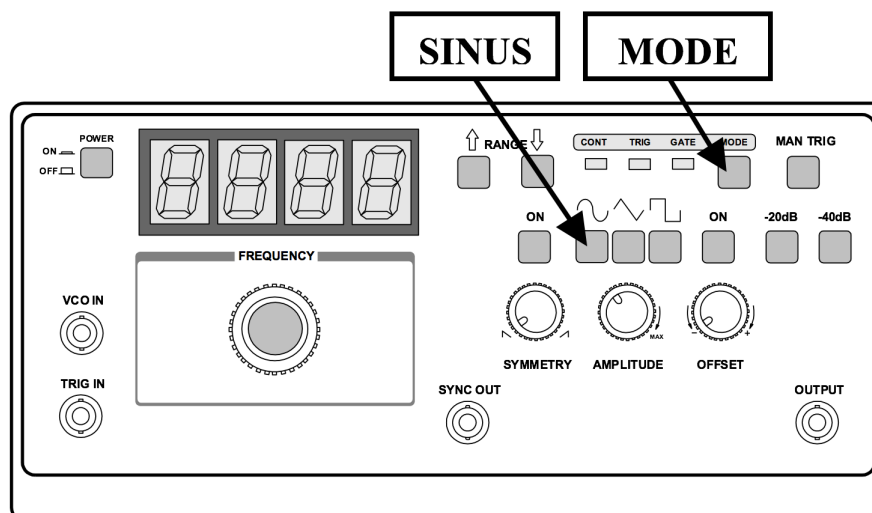


Fig. 1: Funktionsgeneratoren OR-X MODEL 310.

Nedan följer en beskrivning av hur man ställer in funktionsgeneratoren för att generera en sinusformad spänning.

1. Slå på spänningen med **POWER**-knappen.
2. Tryck på **MODE**-knappen tills läget **CONT** anges för att kontinuerligt mata ut signal.
3. Se till att alla tryckknappar är i sitt yttre läge utom knappen för önskad vågform (t.ex. sinusvåg). Om DC-spänning önskas ser man till att ingen vågform är vald (ingen knapp är intryckt).
4. Med hjälp av **RANGE**-knapparna och **FREQUENCY**-ratten ställer man in frekvensen. **Obs! Lita inte på att frekvensen som visas i panelfönstret är korrekt.** Kontrollera frekvensen med hjälp av oscilloskopet och justera till korrekt frekvens med **FREQUENCY**-ratten.
5. Med **AMPLITUDE**-ratten ställer man in önskad amplitud.
6. Med **OFFSET**-ratten kan man lägga till en överlagrad DC-spänning.
7. Signalens symmetri kan ändras med **SYMMETRY**-ratten (t.ex. kan man ställa in pulskvot (duty cycle) för en fyrkantsvåg här).
8. Med knapparna **-20dB** och **-40dB** kan man försvaga amplituden på signalen om det inte går att få den tillräckligt liten med **AMPLITUDE**-ratten.
9. Signalen matas ut från BNC-utgången **OUTPUT** nere till höger i figuren.

2 Digitala oscilloskopet Tektronix TBS 1052B-EDU

Med ett oscilloskop kan man mäta hur spänningar ser ut som en funktion av tiden. Det digitala oscilloskopet TBS 1052B-EDU som finns i labbsalen kan visa två spänningar samtidigt på **Ch1** (gul) och **Ch2** (blå). Oscilloskopets frontpanel illustreras i figur 2 nedan, där vissa viktiga funktioner har märkts ut.

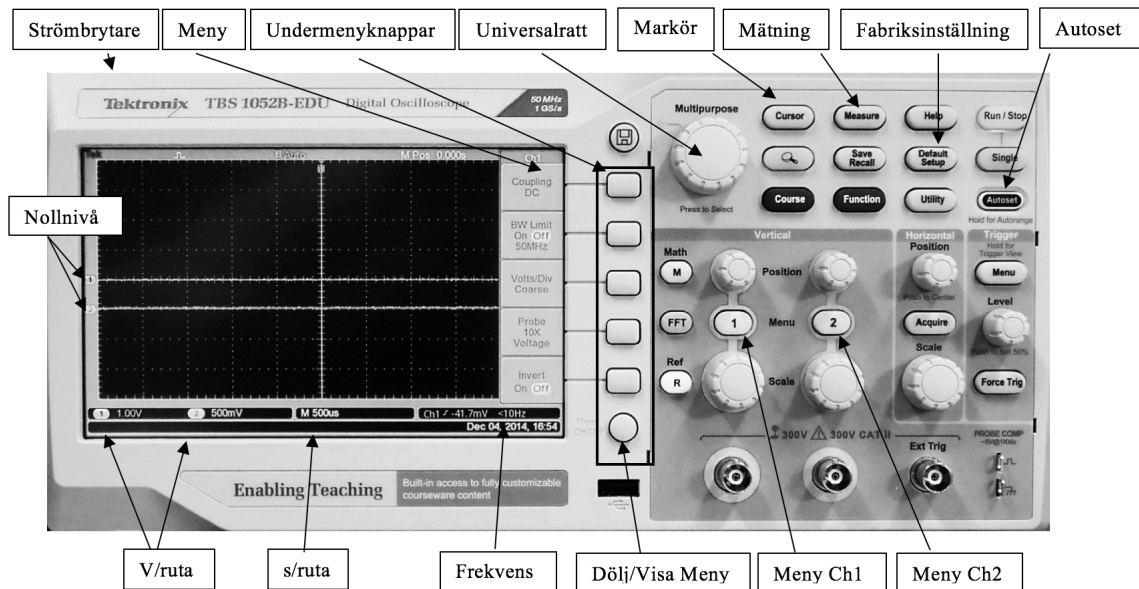


Fig. 2: Det digitala oscilloskopet TBS 1052B-EDU.

I detta stycke ämnar vi ge en kort introduktion till hur använder oscilloskopet TBS 1052B-EDU. För en mer allmän genomgång av digitala oscilloskop rekommenderar vi att ni läser Kapitel 6 i boken *Elektriska mätsystem och mätmetoder* (Bengtsson, 2012).

2.1 Grundläggande användning av oscilloskop

Nedan följer en kort genomgång av ett urval av oscilloskopets knappar och funktioner.

- Genom att trycka på **Default Setup** återställer man oscilloskopet till dess grundinställning (fabriksinställning).
- Genom att trycka på **Autoset** så ställer oscilloskopet automatiskt in sig för att mäta de aktuella signalerna på oscilloskopets ingångar.
- För att kunna använda oscilloskopet måste man känna till vilken funktion som rattarna i följande områden av oscilloskopets frontpanel har:
 1. **Vertical**-delen (separata inställningar för **Ch1** och **Ch2**): Med **Position**-ratten ställer man in nollnivån för **Ch1** resp. **Ch2**. Nollnivåerna visas som "pilar" ute till vänster på skärmen. Med **Scale**-ratten ställer man in skalan i vertikal

[V/ruta]. Denna skala visas nere till vänster på skärmen. Obs! Skalan kan vara olika för **Ch1** och **Ch2**.

2. **Horizontal**-delen (separata inställningar för **Ch1** och **Ch2**): Med **Position**-ratten ställer man in positionen i horisontalled (tidsled). Med **Scale**-ratten ställer man in skalan i horisontalled [s/ruta]. Denna skala visas nere i mitten av skärmen.
3. **Trigger**-delen. Med **Level**-ratten bestäms triggernivån där oscilloskopet börjar att mäta upp signalen på skärmen. Då man vrider på **Level**-ratten syns denna triggernivå som en horisontell linje på skärmen. Triggernivån måste ligga mellan topp- och bottenvärdet på signalen för att en stillastående bild ska visas på skärmen.

2.2 Mätning

För att få god noggrannhet på sina mätningar när man mäter periodiska signaler så ska en period av signalen fylla ut så stor del av skärmen som möjligt. Använder man sig av funktionen **Autoset** så visas insignalens uppmätta frekvens nere till höger på skärmen. De huvudsakliga metoderna som används för att genomföra mätningar med oscilloskopet är som följer.

- *Manuell mätning.* Räkna antalet "rutor" på skärmen för att uppskatta t.ex. amplitud eller periodtid. För rätt enhet, glöm inte att multiplicera med skalfaktorn [V/ruta] eller [s/ruta].
- *Mätning med markörer.* Det går också att mäta genom att placera markörer på skärmen. Följ stegen nedan för att använda dig av markörer.
 1. Tryck på knappen **Cursor**.
 2. Tryck på undermenyknapp **Source Ch1** (eller **Source Ch2**).
 3. Välj **Ch1** eller **Ch2** i **Source**-menyn som dyker upp på skärmen genom att först vrida på **Multipurpose**-ratten till önskat val och därefter trycka in **Multipurpose**-ratten.
 4. Tryck på undermenyknappen **Type**. Välj **Amplitude** eller **Time** med **Multipurpose**-ratten.
 5. Placera **Cursor 1** på skärmen genom att vrida på **Multipurpose**-ratten.
 6. Tryck på undermenyknapp **Cursor 2**.
 7. Placera **Cursor 2** på skärmen genom att vrida på **Multipurpose**-ratten.
 8. Läs av önskat mätvärde (skillnaden mellan markörerna) på skärmen.
- *Automatiskt beräknade mätvärden.* Det digitala oscilloskopet har också inbyggda funktioner för att automatiskt genomföra flera olika sorters mätningar.
 1. Tryck på knappen **Measure**.
 2. Tryck på undermenyknapp **Ch1** eller **Ch2** för att välja vilken kanal som du vill mäta på.

3. I **Measurements**-menyn, gå till önskad mätning genom att vrida på **Multipurpose**-ratten (t.ex. **Maximum** för att mäta signalens amplitud, **Rise Time** för att mäta stigtiden eller **Period** för att mäta periodtiden).
4. Välj önskad mätning genom att trycka in **Multipurpose**-ratten, läs sedan av mätvärdet som visas på skärmen.

2.3 Triggning

Triggern bestämmer när oscilloskopet börjar att samla in data och visa signalen på skärmen. Triggning kan användas för att stabilisera visningen av periodiska (repetitiva) signaler eller för att fånga icke-periodiska signaler (transienter). Oscilloskopet kan ställas in för att trigga i tre olika lägen: **Edge**, **Video** och **Pulse**. Vi kommer enbart att använda oss av **Edge** för kanttriggning, som är den enklaste och vanligaste metoden, så att oscilloskopet triggas då signalen korsar en viss trignivå (som bestäms av användaren). För att använda kanttriggning så måste två villkor ställas in: **Slope** och **Level**. Med **Slope** ställer man in om oscilloskopet ska trigga på stigande eller fallande kant. Med **Level** ställer man in vilken spänningsnivå som oscilloskopet ska trigga på. Gör som följer för att ställa in hur oscilloskopet ska trigga.

1. Tryck på knappen **Menu** på triggerpanelen.
2. Välj kanttriggning i menyn som dyker upp på skärmen genom att trycka på **Type** och välj sedan **Edge** med hjälp av **Multipurpose**-ratten.
3. Tryck på undermenyknappen **Source** och välj **Ch1** eller **Ch2** med **Multipurpose**-ratten.
4. Tryck på undermenyknappen **Slope** och välj **Rising** eller **Falling** med **Multipurpose**-ratten.
5. Justera trignivån genom att vrida på **Level**-ratten på frontpanelen.

Man kan också välja om oscilloskopet ska trigga i **Normal Mode** eller **Auto Mode**. Om oscilloskopet triggar i **Normal Mode** så visas en vågform på skärmen endast om triggvillkoren (**Slope** och **Level**) är uppfyllda. Annars visas en blank skärm. I **Auto Mode** så förnyas bilden på skärmen kontinuerligt; oavsett om triggvillkoren är uppfyllda eller inte. Om villkoren inte är uppfyllda kommer bilden att svepa över skärmen eftersom ingen triggpunkt har hittats. Båda lägen är användbara beroende på vad man vill mäta. Oscilloskopets grundinställning är att trigga i **Auto Mode**. För att ställa in hur oscilloskopet ska trigga gör man som följer.

1. Tryck på knappen **Menu** på triggerpanelen.
2. Välj hur oscilloskopet ska trigga i menyn som dyker upp på skärmen genom att trycka på **Mode** och välj sedan **Auto** eller **Normal** med hjälp av **Multipurpose**-ratten.

2.4 AC-koppling

Om man har en växelspanning (AC) som är överlagrad en likspänning (DC) vill man ibland ta bort likspänningen och enbart visa AC-komponenten. Detta kan åstadkommas genom att ställa in oscilloskopet i *AC-kopplat* läge. Fabriksinställningen för oscilloskopet är DC-kopplat läge. För att ändra oscilloskopet från DC-kopplat till AC-kopplat läge följer man stegen nedan.

1. Tryck på **Menu Ch1** eller **Menu Ch2**, som hittas i **Vertical**-delen.
2. Tryck på undermenyknappen **Coupling**.
3. I **Coupling**-menyn, välj **AC** genom att vrida på **Multipurpose**-ratten.

Oscilloskopet ska nu vara inställt på AC-koppling. Ändra tillbaka till DC-kopplat läge genom att istället välja **DC** under **Coupling**.

2.5 Invertera oscilloskopets ingångar

I laboration 1 kommer ni i ett par uppgifter att behöva invertera oscilloskopets ingångar, så att positiva värdet visas som negativa och vice versa. För att invertera signaler på oscilloskopets ingångar följer man stegen nedan.

1. Tryck på **Menu Ch1** eller **Menu Ch2**, som hittas i **Vertical**-delen.
2. Tryk på undermenyknappen **Invert** för att växla mellan **On** och **Off**.

2.6 Oscilloskopprob

Ett idealt oscilloskop har en oändlig ingångsimpedans så att det inte belastar kretsen som man mäter på, sådana oscilloskop existerar inte i verkligheten. För att minska oscilloskopets inverkan på kretsen ska man använda sig av en *oscilloskopprob*. Oscilloskopet TBS 1052B-EDU säljs med en tillhörande prob (se figur 3) som ansluts till en av oscilloskopets BNC-ingångar. Denna prob har $10\times$ dämpning, vilket innebär att spänningen vid oscilloskopets ingång har försvagats 10 gånger jämfört med spänningen man mäter på i kretsen. Som tur är kompenserar oscilloskopet själv för denna dämpning så att "rätt" värde visas på skärmen. Detta innebär att om man inte använder en prob, så kommer oscilloskopet att visa en felaktigt hög spänning.

Obs! Använd alltid $10\times$ -probar. Utan $10\times$ -prob tål oscilloskopet bara endast spänningen 13 V för frekvenser högre än 3 MHz.

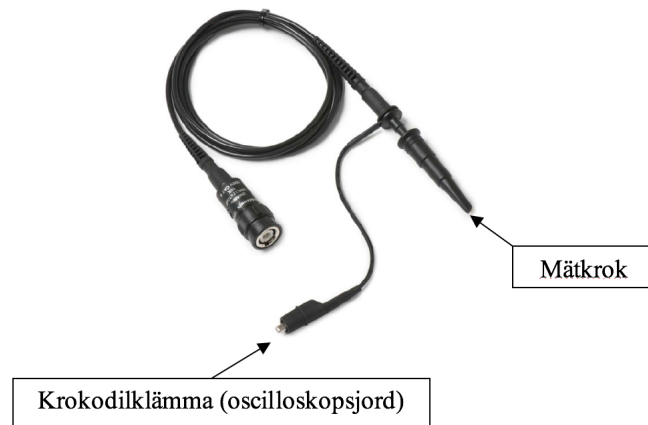


Fig. 3: Den tillhörande oscilloskopsproben TPP0051.

Var dessutom försiktig med proberna, de är mekaniskt ganska bräckliga. Tänk dessutom på att om man använder två prober, så måste krokodilklämmorna på båda prober anslutas till samma jordpunkt. Mättekarna får bara anslutas till ett komponentben eller till tunna kopplingstrådar.

3 Multimetern HP 34401A

I labbsalen finns, förutom en handhållen multimeter från Fluke som ni vid det här laget är vana med att använda, också bordsmultimetern 34401A från Hewlett Packard. En översikt av multimeterns frontpanel visas i figur 4.

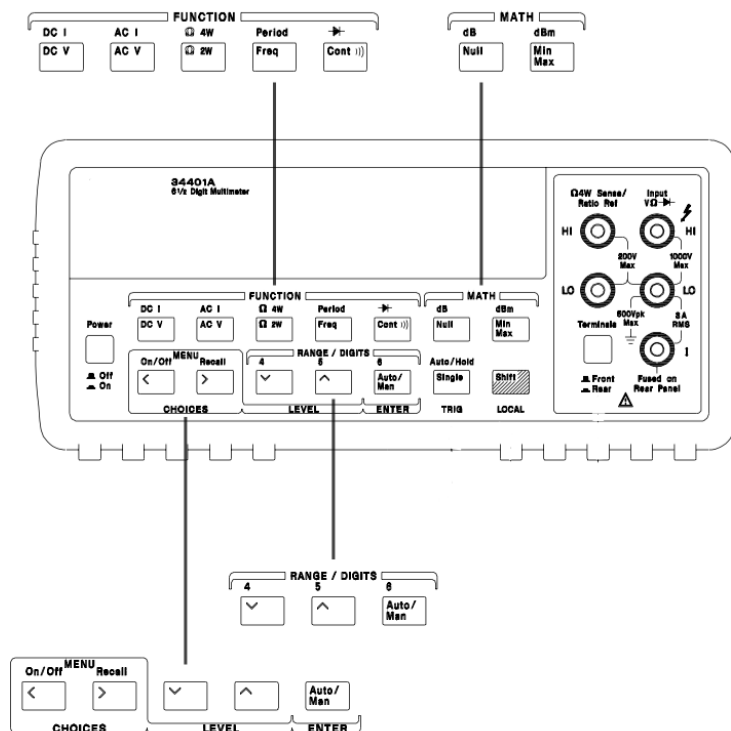


Fig. 4: Multimetern Hewlett Packard 34401A.

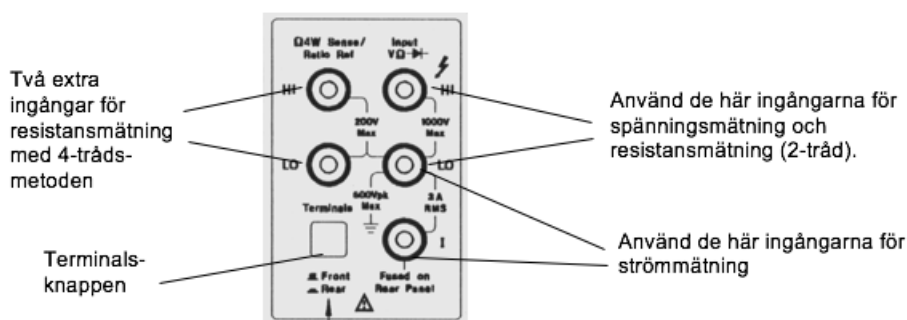


Fig. 5: Multimeterns fem ingångar och hur de används.

Till höger på frontpanelen finns fem stycken ingångar för "bananstiftade" kablar. Dessa fem ingångar finns också på baksidan av multimetern, då det i vissa mätuppställningar kan vara smidigare att ta in signalen från baksidan. Man väljer med knappen **Terminals** om det är ingångarna på framsidan eller baksidan som ska användas. De fem ingångarna kopplas enligt anvisningarna i figur 5.

Mätfunktion väljer man med hjälp av **FUNCTION**-knapparna (som visas i uppe till vänster

i figuren ovan). Observera att samtliga knappar också har en alternativ funktion som är angiven med blå text ovanför knappen. Denna funktion kommer man åt genom att först trycka på den blå **Shift**-knappen.

Med multimetern kan följande storheter mätas

1. Likspänning (**DC V**),
2. Växelspänning (**AC V**),
3. Likström (**DC I**),
4. Växelström (**AC I**),
5. Resistans med 2-tråds-metoden (**Ω 2W**),
6. Resistans med 4-tråds-metoden (**Ω 4W**),
7. Frekvens (**Freq**),
8. Period (**Period**).

Obs! Vid växelspännings- eller växelströmsmätning mäts signalens RMS-värde.

Mätområdet kan ställas in automatiskt eller manuellt. Grundinställningen är att mätområdet ställs in automatiskt men man kan ändra till manuell inställning med knappen **Auto/Man**. Väljer man manuell inställning ändrar man mätområdet med uppåt- och nedåt-knapparna (under **RANGE/DIGITS** nere i mitten på multimetern). De alternativa (blå) funktionerna hos dessa tangenter är siffrorna **4**, **5** och **6**. Med hjälp av dessa kan man ställa in hur många värdesiffror som ska visas på displayen.

De dolda finesserna hittar man genom att trycka på **Shift+On/Off** under **MENU** längst ner till vänster på multimetern. Man kommer då in i multimeterns menysystem. En överblick av menysystemet visas i figur 6. Här bläddrar man mellan menyerna med hjälp av piltangenterna (tryck på nedåt-knappen för att gå in i en undermeny). Man väljer en inställning genom att trycka på **ENTER** (samma knapp som **Auto/Man**).

Härnäst följer några tips på användbara funktioner och hur de kan användas.

- Om man trycker på knappen **Min-Max** bland **MATH**-knapparna (på frontpanelen) så sparar multimetern hela tiden det största och minsta värdet i minnet. Multimetern piper varje gång ett nytt max- eller minvärde har registreras. Dessa max- och minvärden kan sedan läsas av under **B: MATH** → **1: MIN-MAX**. Där kan man också läsa av antalet avläsningar som gjorts sedan man tryckte på **Min-Max**-knappen samt vad medelvärdet av alla dessa avläsningar är.

The menu is organized in a top-down tree structure with three levels.



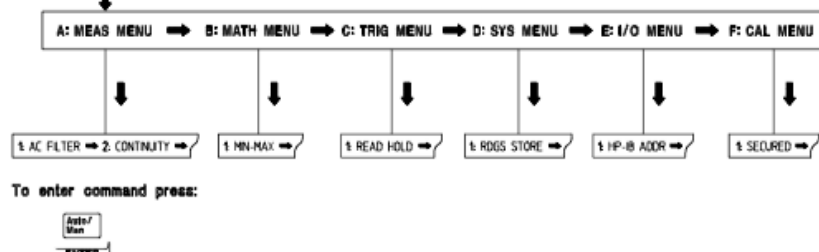
To turn on menu press:



To move
left or right



To move
up or down



A: MEASUREMENT MENU

1: AC FILTER > 2: CONTINUITY > 3: INPUT R > 4: RATIO FUNC > 5: RESOLUTION

B: MATH MENU

1: MIN-MAX > 2: NULL VALUE > 3: dB REL > 4: dBm REF R > 5: LIMIT TEST > 6: HIGH LIMIT > 7: LOW LIMIT

C: TRIGGER MENU

1: READ HOLD > 2: TRIG DELAY > 3: N SAMPLES

D: SYSTEM MENU

1: RDGS STORE > 2: SAVED RDGS > 3: ERROR > 4: TEST > 5: DISPLAY > 6: BEEP > 7: COMMA > 8: REVISION

E: Input / Output MENU

1: HP-IB ADDR > 2: INTERFACE > 3: BAUD RATE > 4: PARITY > 5: LANGUAGE

F: CALIBRATION MENU*

1: SECURED > [1: UNSECURED] > [2: CALIBRATE] > 3: CAL COUNT > 4: MESSAGE

* The commands enclosed in square brackets ([]) are "hidden" unless the multimeter is UNSECURED for calibration.

Fig. 6: Multimeters menysystem.

- Multimetern kan spara ett antal mätvärden (512 stycken) i minnet. Man talar om att man vill spara mätvärden genom att trycka på **ON** i menyn **D: SYS** → **1: RDGS STORE**. Mätvärden kan man sedan läsa av värdena under **D: SYS** → **2: SAVED RDGS**.

Vi kommer att undersöka dessa funktioner (och flera andra) under kursens gång. Några ytterligare finesser vill vi dock nämna. När man slår på multimetern och väljer en mätstorhet så blinkar en liten stjärna längst ner till vänster på displayen. Multimetern är ju digital, d.v.s. den samplar och analog-till-digital-omvandlar signalen. Att stjärnan blinkar betyder att multimetern samplar. Samplingen sker automatisk men kan ställas om till manuell sampling, d.v.s. man kan få multimetern att bara sampla när användaren trycker in en knapp. Detta åstadkommer man genom att trycka på knappen **Single** (med texten **TRIG** under). Multimetern slutar då sampla automatiskt och tar bara nya mätvärden då man trycker på **Single**-knappen igen.