

50-MHz-Digital-Speicher- oszilloskop für den PC

Das neue PC-Messsystem erweitert einen PC zum digitalen Speicheroszilloskop mit den Einsatzmöglichkeiten 2-Kanal-Speicheroszilloskop, Spektrumanalyzer und Transientenrecorder. Wir stellen das PC-Scope ausführlich vor.

Virtuelles Equipment

Der Personalcomputer ist heute aus den meisten Entwicklungsbüros, Werkstätten oder Hobby-Laboren nicht mehr wegzudenken, ermöglicht er doch dank universeller Schnittstellen, hoher Rechenkapazität und hervorragender Möglichkeit, Prozesse zu visualisieren, den Aufbau virtueller Laboranordnungen (fast) allein per Software. Dies ist nicht nur billiger als Hardware, es spart auch Platz, Material und eröffnet auch dem kleinen Geldbeutel ungeahnte Möglichkeiten.

Ein interessantes Beispiel hierfür wollen wir an dieser Stelle vorstellen: Eine Hard- und Softwarekombination für ein digitales PC-Scope, das mit Features glänzt, die als reine Hardware erst deutlich jenseits der 2000-DM-Grenze den Besitzer wechseln. Das PCS-500-System stellt

gleich drei Messgeräte zur Verfügung.

Da wäre zunächst das digitale Speicheroszilloskop (2 Kanäle, 50 MHz Analogbandbreite), das alle Bedien- und Anzeigenelemente eines Hardware-Scopes bietet, Signale speichert und das Vermessen von Details erlaubt.

Zusätzlich bietet das virtuelle Labor die Funktion Spektrumanalysator. Hiermit erfolgt die Darstellung der spektralen Zusammensetzung eines Messsignals. So kann man z. B. ein Sinussignal auf Harmonische untersuchen.

Und schließlich verfügt die Software über einen Transientenrecorder, der das langfristige Aufzeichnen von Signalen (bis zu einem Jahr), das Speichern und Analysieren ermöglicht.

Als Hardware-Interface dient ein unscheinbares Kästchen, das aber keinerlei Bedienung erfordert. Das Interface ermöglicht den einfachen Anschluss des Messob-

jekts über die üblichen BNC-Buchsen (2 x Eingangskanal, 1 x externes Triggersignal) und realisiert über eine optisch isolierte Schnittstelle eine vollkommene Potentialtrennung zwischen PC und Messobjekt. Deshalb wird das Interface auch über ein eigenes Netzteil und nicht durch den PC mit Spannung versorgt. Der Anschluss des Interfaces erfolgt über den Parallelport des Rechners. Abbildung 1 zeigt Front- und Rückansicht des Hardware-Interfaces.

Die Systemanforderungen an den PC sind dabei gar nicht einmal hoch: Der Hersteller schreibt lediglich einen IBM-kompatiblen PC vor, auf dem ein MS Windows ab 95 läuft, der über eine SVGA-Grafikkarte mit einer Auflösung von 800 x 600 Pixeln, 3 MB freien Festplattenspeicher, einen freien Parallelport und ein CD-ROM-Laufwerk verfügen muss. Als Prozessor sollte man allerdings schon wenigstens einen 486DX einsetzen, damit Windows

Technische Daten: PCS 500

Oszilloskop

Bandbreite: PCS 500: 50 MHz
 Abtastrate: 1 GS/s repetitiv, 50 MS/s Echtzeit
 Y-Ablenkung: 5 mV bis 15 V/DIV mit Autoset
 Zeitablenkung: 20 ns bis 100 ms/DIV
 Trigger: CH1, CH2, Freilauf, EXT
 Triggerflanke: pos., neg., Level variabel
 Interpolation: linear oder abgerundet
 Cursors: Spannung und Frequenz
 Eingangsimpedanz: 1 MΩ || 30 pF
 Eingangskopplung: DC, AC, GND
 Sonstiges: Pretrigger, Echtheftmessung

Spektrumanalysator

Frequenzbereich: PCS 500: 0...1,2 kHz ...25 MHz
 Maßstab: linear oder logarithmisch
 Funktionsweise: FFT der Eingangssignale von CH1 oder CH2
 Cursors: Amplitude und Frequenz
 Sonstiges: Zoomfunktion

Transientenrecorder

Zeitmaßstab: 20 ms bis 2000 s/DIV
 Max. Aufnahmezeit: 9,4 h/Schirm, automatische Aufnahme bis über 1 Jahr
 Max. Abtastrate: 100/s
 Cursors: Amplitude und Zeit
 Sonstiges: Zoomfunktion, Aufnahme und Abbildung von Bildschirmen

ausreichend schnell läuft. Solche Rechner fristen heute vielfach ein abgelegtes Dasein in dunklen Ecken oder im Abstellraum und kommen so zu neuen Ehren.

Die Tabelle 1 listet die beeindruckenden technischen Möglichkeiten und Features des Messsystems auf, die wir im Folgenden einmal näher betrachten wollen.

Die Software

Zum Lieferumfang des Systems gehört neben dem Interface, dem Netzgerät, zwei Messkabeln und dem Parallelport-Kabel eine CD-ROM mit der Software „PC-Lab 2000“, die universell für weitere Produkte des Herstellers, darunter auch mehrere Funktionsgeneratoren, ausgelegt ist.

Diese wird über eine Windows-übliche Setup-Prozedur installiert und begrüßt den Nutzer mit einem Startbildschirm, der die Auswahl der angeschlossenen Hardware (Interface) sowie der Port-Adresse des benutzten Parallelports anbietet (Abbil-

dung 2). Die Option „Demo-Mode“ erlaubt den Betrieb der Software auch ohne angeschlossenes Interface, etwa zum Auswerten von auf dem Rechner gespeicherter Daten. Als Oszilloskop-Typ ist „PCS 500“ einzustellen, für „Function Generator“ hier „None“.

Öffnet man nun das angelegte Programm-Icon, so kann man unter „Options“ und „Hardware-Setup“ bei Bedarf jederzeit die Hardwareeinstellungen ändern (Abbildung 3).

Digitales 2-Kanal-Speicheroszilloskop

Nach Anwahl von „Oscilloscope“ öffnet sich das zugehörige Programmfenster. Es erscheint eine Grafik, auf der sich jeder, der schon einmal ein Oszilloskop bedient hat, schnell zurecht finden wird.

Die zunächst verwirrende Vielfalt der Tasten stellt sich auf den zweiten Blick als unglaublich einfach gestaltetes Bedieninterface heraus, denn man kann alle Bereiche statt über früher übliche Drehschalter-Attrappen direkt anwählen und hat so einen viel besseren Überblick über alle aktuellen Funktionen.

Abbildung 4 zeigt das Programmfenster des Oszilloskops (DSO).

Die Bedienung erfolgt prinzipiell analog der eines

„Hardware“-Gerätes, wobei diese hier durch einige automatische Funktionen unterstützt wird. So kann man z. B. die Eingangsempfindlichkeit auch automatisch entsprechend einem anliegenden Signal einstellen lassen.

Dennoch findet man, vor allem, wenn man bisher ausschließlich mit Analog-Oszilloskopen zu tun hatte, einige Besonderheiten.

So verbirgt sich hinter dem Button „S/L“ eine Umschaltmöglichkeit für die Signal-darstellung bei sehr schnellen Zeitkoeffizienten (unterhalb 0,2 µs bzw. bei 1 GS/s).

„L“ bedeutet lineare Interpolation für den Aufbau der Signalabbildung. Hierbei erfolgt zwischen den einzelnen „Datenpunkten“ des Signals eine Verbindung streng linear, sodass etwa steile Signalfanken oder sehr kurze Signale (schnelle Zeitkoeffizienten) noch einwandfrei dargestellt werden. Bei herkömmlichen Analogoszilloskopen werden diese Signale entweder gar nicht oder mit nur geringer Abbildungshelligkeit angezeigt.

„S“ wiederum interpoliert die Messwerte zu einer Kurvendarstellung, sodass selbst hochfrequente Sinussignale als exakte Kurve dargestellt werden.

Eine weitere Besonderheit stellt das Repetitiv-Abtastverfahren dar, das hier eine Abtastrate von 1 GS/s erlaubt. So lassen sich periodische Signale mit Frequen-



Bild 1: Unscheinbares Kästchen, das es in sich hat - das PCS-500-Interface.

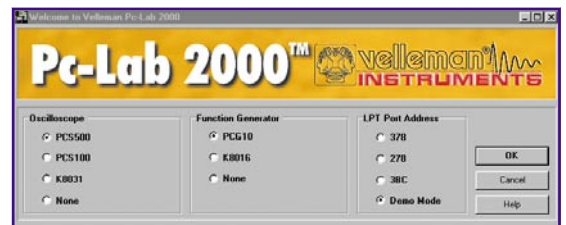


Bild 2: Erster Kontakt - das Setup-Menü des Bedienprogramms.

zen oberhalb der halben Abtastrate (hier 25 MHz) darstellen. Das Oszilloskop arbeitet nach dem Repetitiv-Abtastverfahren mit Random-Abtastung. Zur Erläuterung ist ein kurzer Ausflug in die Theorie der Digital-Oszilloskope notwendig.

Die Analogbandbreite und die Abtastrate stellen die wichtigsten Leistungsmerk-

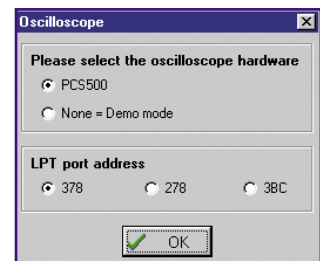


Bild 3: Auch nachträglich sind Hardwareeinstellungen möglich.

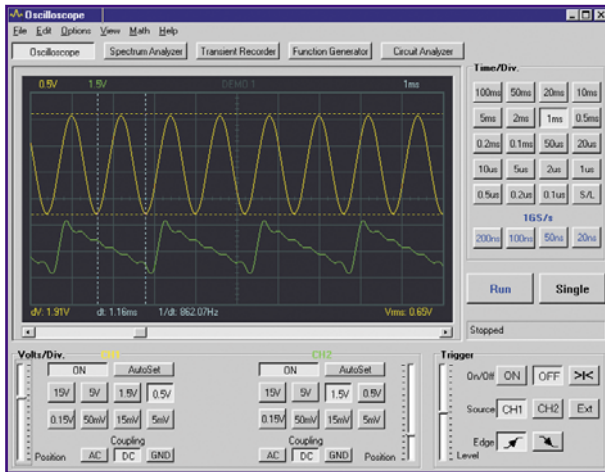


Bild 4: Das Programmfenster des Digital-Oszilloskops mit übersichtlichen Bedienfeldern.

male eines Digital-Oszilloskops dar. Dazu kommt die Art des Abtastverfahrens.

Bei der Echtzeit-Abtastung werden sämtliche Abtastwerte während einer einzigen Triggerperiode erfasst. Einmalige Signale, so genannte „Single Shots“, sind ausschließlich mit diesem Verfahren erfassbar, da alle nötigen Signal-Abtastwerte von diesem einmaligen Signal abgeleitet

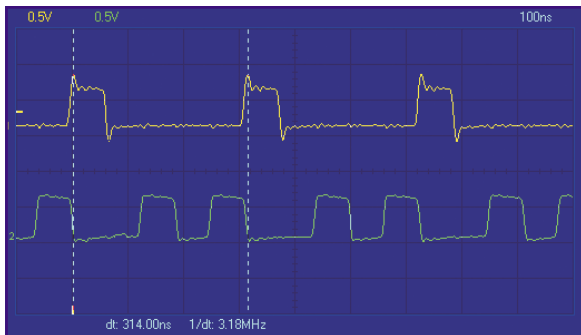


Bild 5: Ein Beispiel für die Funktion des Repetitiv-Abtastverfahrens.

werden müssen. Diese Single Shots sind bis zu einer maximalen Abtastrate von 0,1 μ s auch mit unserem Digital-Oszilloskop darstellbar.

Dieses kann aber noch mehr. Es verfügt über ein zweites, wählbares Abtastverfahren, das erwähnte Repetitiv-Abtastverfahren, das die Abtastwerte während mehrerer

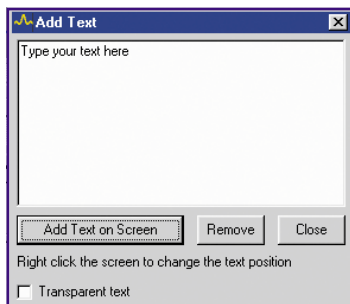


Bild 6: Über ein Dialogfeld sind komfortabel Kommentare einzugeben.

Triggerperioden erfasst und sich somit „nur“ für die Darstellung periodischer Signale eignet.

Die auf dem Bildschirm dargestellte Messkurve (Abbildung 5 zeigt ein Beispiel dafür, oben das Messsignal, unten das zugehörige Triggersignal) wird anschließend aus diesen Abtastwerten zusammengesetzt. Random-Abtastung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass das Eingangssignal über mehrere Triggerperioden hinweg mit einer konstanten Abtastrate digitalisiert wird.

Bei jedem Abtastpunkt wird nicht nur der Amplitudenpunkt, sondern auch der zeitliche Abstand zum Triggerpunkt gemessen. Diese Zeitabstände sind zufällig verteilt, daher der englische Begriff „Random“. Mit Hilfe dieses Abtastverfahrens können auch Signalabschnitte aus dem Zeitraum vor der Triggerung erfasst werden (Pretriggerung).

Ein weiteres Kriterium für die Beurteilung eines Digital-Oszilloskops ist die so genannte Speichertiefe, d. h., wie viele Abtastwerte im internen Speicher ablegbar sind. Je höher diese Speichertiefe ist, desto höher ist die erreichbare zeitliche Auflösung und desto genauer ist die Signalabbildung. Die Speichertiefe erreicht bei unserem Oszilloskop 4096 Abtastpunkte je Kanal, was bereits einen sehr hohen Wert darstellt.

Wer detailliert in die Materie eindringen möchte, dem sei die Lektüre des 15ten Teils unserer Serie „Moderne Oszilloskopentechnik“ im „ELVjournal“ 6/96

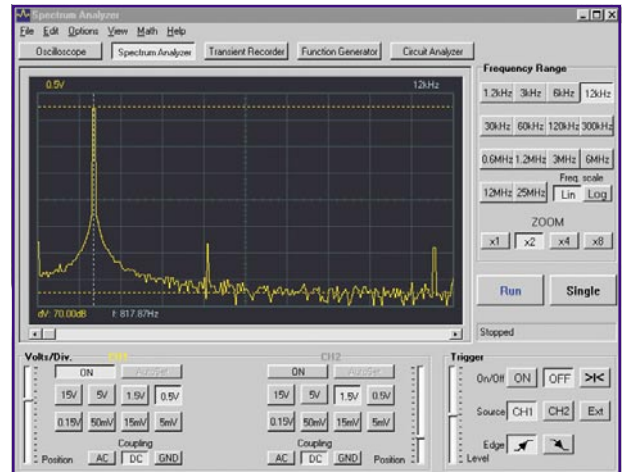


Bild 7: So präsentiert sich der Spektrum-Analyzer auf dem Bildschirm.

empfohlen, wo die Spezifikationen von Digital-Oszilloskopen ausführlich und fundiert dargestellt sind.

Weitere Funktionen

Darüber hinaus bietet das Digital-Oszilloskop weitere Messmöglichkeiten wie die Anzeige von Signalparametern in der Messfläche, Cursormessungen für Zeit-, Spannungs- und Frequenzdifferenzen, Speicher- und Druckfunktionen. In diesem Zusammenhang sei auch die Mathematikfunktion „Math“ des Programms erwähnt, die schnelle Berechnungen direkt auf dem Bildschirm zulässt. Hier kann man folgende Berechnungen ausführen lassen: CH 1+CH 2; CH 1-CH 2; XY-Plot (CH 1 - X-Achse; CH 2 -Y-Achse); CH 2 invertieren.

Um Beschriftungen der Abbildung, etwa zur Archivierung, vornehmen zu können, genügt ein Klick mit der rechten Maustaste in das Anzeigenfeld und schon kann man über ein Dialogfeld (Abbildung 6) Kommentare eingeben. Hierüber sind auch zuvor eingegebene Kommentare entfernen- oder änderbar und man kann die Kommentare transparent darstellen lassen.

Das Programm stellt weiterhin eine Kali-

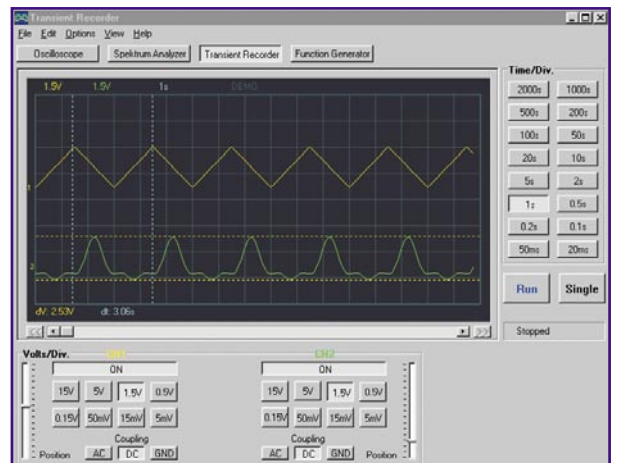
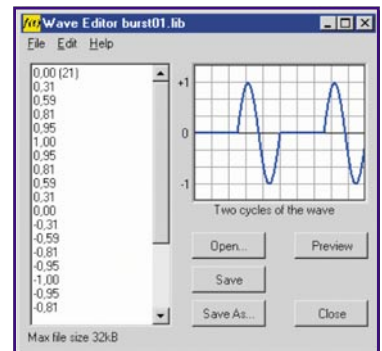


Bild 8: Der Transientenrecorder in Aktion.



Bild 9: Bietet sich für den Systemausbau an: PC-Funktionsgenerator PCG 10.

Bild 11: Der Editor erlaubt das Programmieren von eigenen Signalformen.



brierfunktion für das Oszilloskop bereit, die zugehörigen Daten werden im Rechner gespeichert, sodass man stets auf ein genau kalibriertes Messsystem zurückgreifen kann.

Unter der Menü-Option „View“ verbergen sich einige zusätzliche Einstellmöglichkeiten, so die wahlweise Anzeige von AC-Werten als True-RMS-Wert, von Pegeln (dBm-Anzeige), das Ein- und Ausblenden sowie Bewegen von Markern für die erwähnten Cursormessungen, eine Helligkeitseinstellung für das Raster und die ebenfalls bereits erwähnte Mathematikfunktion.

Der Spektrumanalyzer

Der zweite Button in der Geräteliste öffnet das Programmfenster des Spektrumanalyzers (Abbildung 7). Er stellt im Gegensatz zum Oszilloskop das gesamte Frequenzspektrum eines Eingangssignals und die Signalpegel gleichzeitig und übersichtlich dar. So kann z. B. ein Sinussignal auf Harmonische untersucht werden. Oder aber man hat die Möglichkeit, komplexe Filtersysteme auf einen Blick zu bewerten. Diese Spektrumanalyse ist für Frequenzen bis 25 MHz möglich.

Die Bedienoberfläche ähnelt logischerweise stark der des Oszilloskops, lediglich einige spezielle Funktionen sind hinzugekommen.

Denn auch hier stehen eine ganze Reihe von Komfortfunktionen zur Anwendung bereit. So kann man je nach Bedarf, die Zeitskalierung logarithmisch oder linear einstellen lassen, Zoomen und Marker für Cursormessungen für Amplitude und Frequenz setzen.

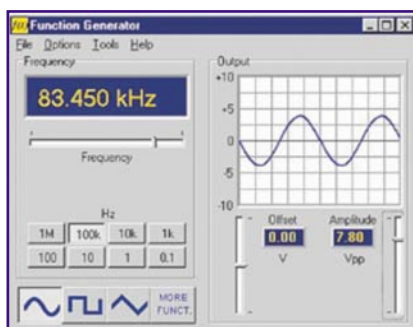


Bild 10: Das Bedienfeld des PC-Funktionsgenerators.

Die Analyse des Signals erfolgt nach dem FFT-Verfahren (Fast Fourier Transformation). Die Bewertung wird dabei standardmäßig nach der Hamming-Methode vorgenommen. Um eine differenziertere Bewertung vornehmen zu können, ist nach Anwahl von „FFT Window“ im Options-Menü die gleichzeitige Darstellung des Signalspektrums nach folgenden Methoden möglich: Rectangular, Bartlett, Hamming, Hanning, Blackman. Hier findet man auch die Option „Maximum“, die eine Aufzeichnung von Signalpegeln als Funktion der Frequenz erlaubt (Bode-Plot). Natürlich sind auch hier wieder die bereits besprochenen Kommentare einfügbar.

Transientenrecorder

Dritter im Bunde ist schließlich der Transientenrecorder, der die Signalaufzeichnung beider Messkanäle über lange Zeiträume (bis ca. 1 Jahr) realisiert (Abbildung 8). Man kann die Funktion etwa mit der eines Oszilloskops mit einer extrem langsamen Zeitbasis vergleichen. Die Signale werden direkt auf der Rechnerfestplatte gespeichert und sind später beliebig analysierbar.

Auch hier sind z. B. die bereits erwähnten Markerfunktionen für Cursormessungen verfügbar.

Die Abtastintervalle des Transientenrecorders sind zwischen 20 ms und 2000 s einstellbar. Durch die starke zeitliche Spreizung kann eine Aufzeichnungszeit von bis zu 9,4 h je Bildschirm erreicht werden, komplette Bildschirme sind speicher- und zur Analyse wieder ladbar.

Erweiterbares Messsystem

Das PC-Scope steht, wie bereits kurz erwähnt, nicht allein da. Das verfügt schon die Menüleiste des Programms - es kann mit dem PC-Funktionsgenerator PCG 10 zu einem kompletten Frequenzgang-Testsystem

tem ausgebaut werden. Auch der PCG 10 (Abbildung 9) ist als Interface für die parallele Schnittstelle des PC ausgeführt, wobei beide Geräte nur eine Schnittstelle belegen (Durchschleifen des Signals am PCG 10).

Er arbeitet nach dem DDS-Verfahren (Direct Digital Synthesis) und stellt im Frequenzbereich von 0,01 Hz bis 1 MHz neben den gängigen Kurvenverläufen Sinus, Rechteck und Dreieck ebenfalls Rauschen, Sinus (x)/x etc., sowie vorprogrammierte und frei programmierbare Signalformen zur Verfügung (Abbildung 10). Letztere können auf einfache Weise am PC mit Hilfe des Editors (Abbildung 11) erstellt und anschließend in den PCG 10 geladen werden, wobei bis zu 32000 Kurvenpunkte speicherbar sind. Auf dem Bildschirm erscheint dann zur Kontrolle die Signalvorschau.

Weitere Features sind der Wobbelgenerator, der Rauschgenerator, der geringe Klirrfaktor des Sinus-Ausgangssignals von < 0,08 % und der zusätzliche TTL-Synchronausgang. Durch das DDS-Verfahren und die interne quarzstabile Zeitbasis wird eine außerordentlich hohe Frequenz-Stabilität und Genauigkeit erreicht.

In Zusammenarbeit mit der PC-Scope-Software ist auch die bereits erwähnte Erstellung von Bode-Plots für die Darstellung von Frequenzgängen möglich (Abbildung 12).

Somit steht hier ein komplettes PC-Messsystem zur Verfügung, das auch hoch professionelle Laboransprüche erfüllt und dabei preiswert und recht einfach zu bedienen ist. **ELV**



Bild 12: Teamwork: Mit dem PCG 10 und dem PCS 500 lassen sich automatisch Bode-Plots erstellen.