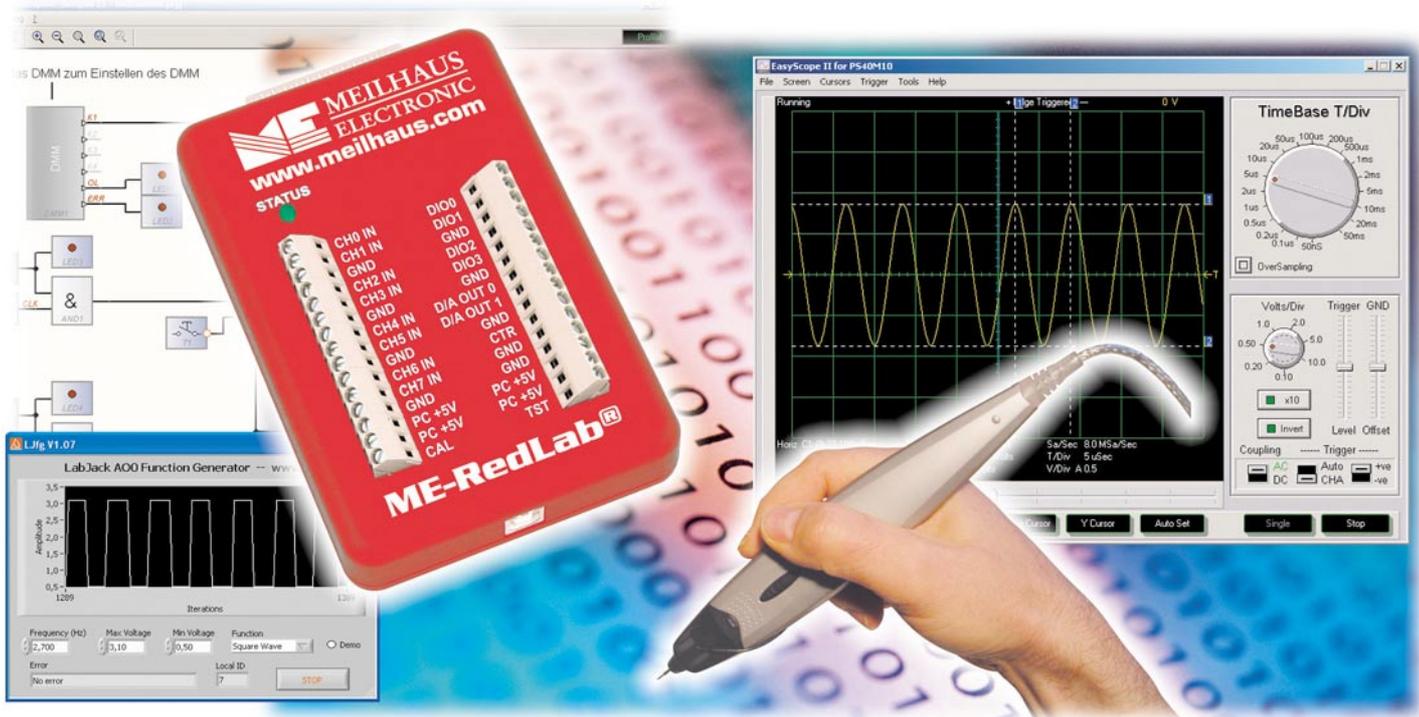


Kleine Kästchen und weiche Ware –



Messen, Steuern, Regeln per USB

Dank des allgegenwärtigen PCs müssen es heute nicht mehr Geräte-Gebirge im Labor sein – eine kleine unscheinbare Box, die es allerdings in sich hat, einige Software-CDs, und schon hat man für wenig Geld Mess-, Regel- und Steuertechnik vom Feinsten im Haus. Wir betrachten stellvertretend für diese Klasse von Labortechnik u. a. die neue RedLab- und LabJack-Serie von Meilhaus Electronic und zeigen, was solch ein Mini-Labor am USB kann.

Mobil und kompakt

Wenn wir heute von PC-gestützter Mess-, Steuer- und Regeltechnik sprechen, kann auch der Hobby-Elektroniker ein gewichtiges Wörtchen mitreden, ist er doch heute dank moderner Betriebssysteme und benutzerfreundlicher Schnittstellen in der Lage, Letztere genauso selbstverständlich zu benutzen wie die Textverarbeitung oder einen Internet-Browser. Besonders der USB und dessen Unterstützung durch alle gängigen Betriebssysteme machen heute die Nutzung einer Schnittstelle kinderleicht. Für viele Standard-Geräte ist nicht einmal die Installation eines Treibers erforderlich, wenn doch, erfolgt dies halbautomatisch und ohne Konfigurationsarbeit durch den Benutzer. Und da moderne Computer, allen voran die tragbaren, immer seltener bzw. gar nicht mehr die altbekannte serielle Schnittstelle („V.24“) für den Anschluss von Peripherie besitzen, ist der USB vor allem für tragbare Computer die erste Wahl.

Zumal – hier finden, ohne Umschalten, bis zu 128 Geräte Anschluss, natürlich mit einem entsprechenden Timing.

Demgemäß erfolgt für periphere Mess-, Regel- und Steuertechnik auch auf der Herstellerseite der komplette Schwenk auf den USB. Dieser weist eine Reihe von Vorteilen auf, die für solche Einsatzfälle prädestiniert sind: Er ist einfach zu handhaben, es kann keine manuellen Konfigurationsfehler mehr geben, und er ist für eine schnelle Datenübertragung geeignet. Gleichzeitig kann hierüber auf einfachste Weise die Spannungsversorgung peripherer Geräte erfolgen – ein unschlagbarer Vorteil beim mobilen Einsatz!

Betreibt man also sowieso einen Rechner im Labor, in der Werkstatt oder unterwegs, liegt es nahe, sich nach entsprechender Peripherie umzusehen, die die Anschaffung und den Betrieb etwa von konventioneller Messtechnik überflüssig macht.

Aber auch Steuer- und Regelaufgaben lassen sich per USB sehr effizient lösen. Ob es sich um die Auswertung von Mel-

dern, Spannungen, Schaltsignalen handelt oder man digitale oder analoge Signale ausgeben will, über eine kleine externe Box lässt sich nahezu jede Aufgabenstellung lösen – natürlich mit der zugehörigen Software!

Wir unternehmen einen kleinen Exkurs durch diese Technik und stellen dabei einige Systeme der beschriebenen Art mit ihren Möglichkeiten vor.

Scope in der Hemdentasche

Das Oszilloskop ist neben dem Multimeter das wohl am meisten benutzte Messinstrument. Dabei haben sich moderne Oszilloskope zu wahren Alleskönnern entwickelt, die z. B. auch gleich noch die Aufgaben von Multimetern mit übernehmen.

Solch eine Konfiguration findet sich auch im aktuellen PenScope von Meilhaus Electronic wieder (Abbildung 1). Die Hardware ist in eine kompakte, handliche Messspitze verpackt, die wahlweise mit



Bild 1: Das USB-PenScope ist ein leistungsfähiges Werkzeug für Service, Ausbildung und Hobby.

einer Tastspitze, einer Cinch-Buchse oder aufsteckbarer BNC-Buchse (hier kann z. B. ein passiver Tastkopf angeschlossen werden) arbeiten kann. Die Spannungsversorgung erfolgt über den USB. Diese Hardware erlaubt eine Analog-Bandbreite bis 5 MHz, eine Sampling-Rate bis 1 GS/s (repetitiv) bzw. 40 MS/s (nativ) und eine A/D-Auflösung von 10 Bit.

Mit der mitgelieferten Software läuft das kompakte Gerät zur vollen Form auf: „EasyScope II“ visualisiert ein Oszilloskop mit einer Zeitbasis von 50 ns/DIV bis 50 ms/DIV, die mögliche Y-Skalierung geht von 100 mV/DIV bis 10 V/DIV. Natürlich fehlen hier verschiedene Triggermöglichkeiten wie Flanken, min./max. Pulsbreite und Delay-Trigger ebenso wenig wie die Möglichkeit, das Signal mit Y- und X-Cursor abzutasten. Zusätzlich sind ein so genanntes Meter-Display für die Spannungsmessung (Min./Max., Mittelwert, Echt-Effektivwert und Frequenz) und ein FFT-Spektrum-Analysator-Display Bestandteil der Software.

„EasyLogger“ ist eine Datenlogger-Software, die nicht nur gesammelte Messwerte



Bild 2: Robustes 2-Kanal-USB-Scope aus der Meilhaus-MEphisto-Reihe mit 24 zusätzlichen Digital-Ein-/Ausgängen

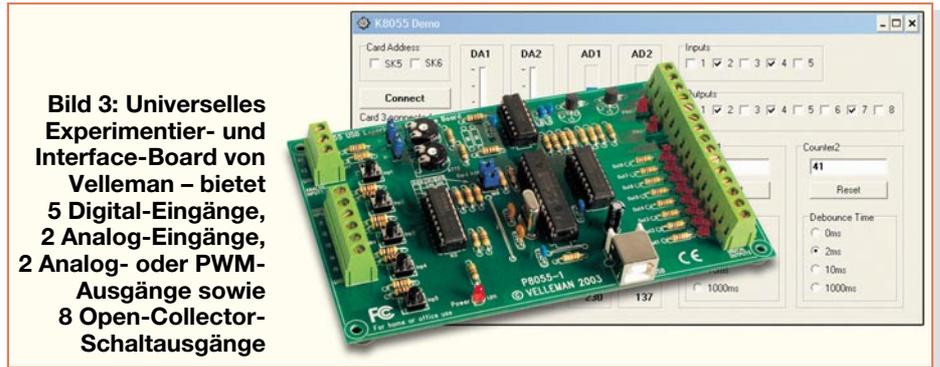


Bild 3: Universelles Experimentier- und Interface-Board von Velleman – bietet 5 Digital-Eingänge, 2 Analog-Eingänge, 2 Analog- oder PWM-Ausgänge sowie 8 Open-Collector-Schaltausgänge

in verschiedenen Dateiformaten speichert, sondern diese auch visualisiert und ein sehr komfortables Datentracking erlaubt, das z. B. Pop-up-Alarme auf dem Bildschirm oder sogar das Absetzen von Alarm-E-Mails erlaubt.

Damit steht hier schon ein umfangreiches Komplettpaket für Ausbildung, Hobby, aber auch Werkstatt und Service bereit, dessen Konfiguration denkbar einfach ist – einfach DLL und Treiber sowie die eigentliche Software installieren und das PenScope an einen USB-Port anschließen!

Bleibt für Profi-Anwender noch zu erwähnen, dass die mitgelieferte CD auch Anbindungsbeispiele für die verbreitete La-

bietet darüber hinaus zusätzlich noch 24 wahlweise als Ein- oder Ausgänge konfigurierbare Digitalkanäle, die für Steuer- und Regelaufgaben, z. B. mit den im folgenden Abschnitt beschriebenen Relais- oder optischen Schnittstellen einsetzbar sind.

Messen, Ausgeben, Schalten, Steuern – Interfaces für alle Fälle

Natürlich eignet sich die USB-Schnittstelle nicht nur für die „einfache“ Signalaufnahme (nach entsprechender Verarbeitung durch die Hardware) von außen, sondern universell für nahezu alle anfallenden

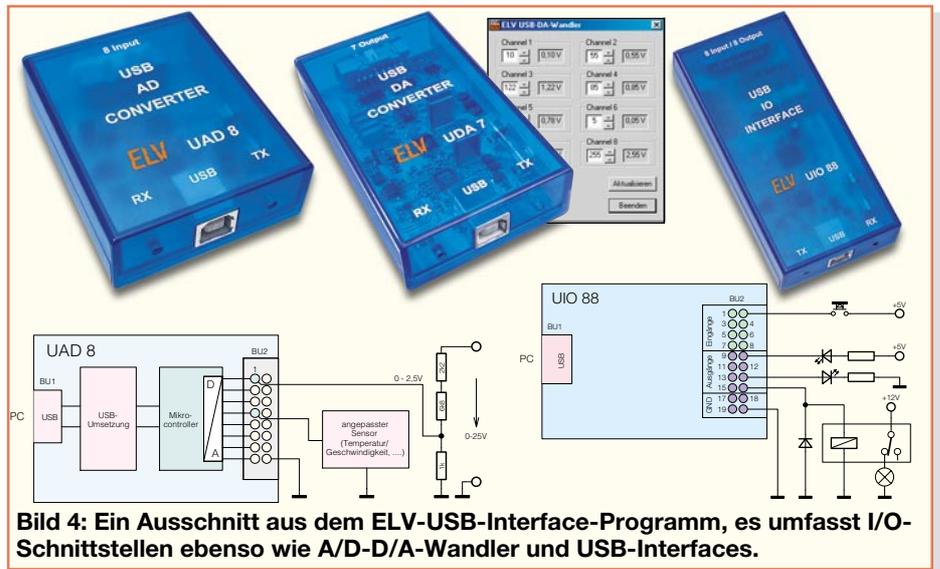


Bild 4: Ein Ausschnitt aus dem ELV-USB-Interface-Programm, es umfasst I/O-Schnittstellen ebenso wie A/D-D/A-Wandler und USB-Interfaces.

borsoftware „LabVIEW“ enthält, das kleine Gerät also auch mit dieser einsetzbar ist.

Natürlich gibt es diese Art des USB-Oszilloskops auch in leistungsfähigeren Ausführungen, etwa als Zweikanal-Digital-Oszilloskop (10 MHz, 16 Bit Auflösung, 2 MS/s Summen-Sampling-Rate, 256 kS Sampling-Speicher), wie es das neue UM 202 aus der MEphisto-Reihe von Meilhaus Electronic darstellt (Abbildung 2), oder die aus gleichem Hause stammenden DSOs der M5xx-Reihe, die für Bandbreiten bis 120 MHz lieferbar sind. An diese externen „USB-Kästchen“ sind einfach normale Standard-Passiv-Abtastköpfe anzuschließen, die DSO-Software befindet sich natürlich im Lieferumfang. Das UM 202

I/O-Aufgaben. So verwundert es kaum, dass deren Möglichkeiten auch entsprechend ausgenutzt werden – mit verblüffenden Ergebnissen. Denn mit externen USB-Boxen wie den als Mini-Labor bezeichneten Interfaces der LabJack-, MEphisto-Switch- oder RedLab-Reihe von Meilhaus Electronic, USB-Experimentier- und Interface-Boards wie von Velleman (Abbildung 3) oder dem Interface-Programm von ELV (Abbildung 4) kann man quasi alles via USB erfassen und steuern, was sich denken lässt. Die ELV-Geräte kennen treue Leser ja schon aus vergangenen Ausgaben, wollen wir uns daher den äußerst universell einsetzbaren Meilhaus-Boxen zuwenden.



Bild 5: USB-Mini-Messlabor LabJack U12 mit Verteilerkabel für Breakout-Boxen

Mini-Messlabor-Reihe LabJack

„Messlabor“ ist eigentlich tiefgestapelt. Denn das, was sich hinter dem unscheinbaren roten Kästchen (Abbildung 5) verbirgt, ist nicht nur eine einfache Anlogschnittstelle zur Einspeisung von Messdaten – nein, der Blick in die technischen Daten (Tabelle 1) zeigt ein weit größeres Potential: 8 Analog-Eingänge bis ± 10 V, wahlweise als „single-ended“ oder „differenziell“ (4 Kanäle) konfigurierbar, 2 Analog-Ausgänge bis +5 V, insgesamt 16 Digital-E/A-Kanäle (4 über die Schraubklemmen, 16 über den Sub-D-Verbinder) und ein Zähler-Eingang (bis 1 MHz) sowie ein integrierter Watchdog-Timer zeigen an, dass hierüber auch gesteuert und geregelt werden kann.

Für das Messen und Einlesen gibt es dazu ein umfangreiches Treiber- und Beispiel-Softwarepaket inkl. LabVIEW-Treiber. Das Beispiel-Softwarepaket basiert auf einer Runtime-Version von LabVIEW und gibt einen ausführlichen Einblick

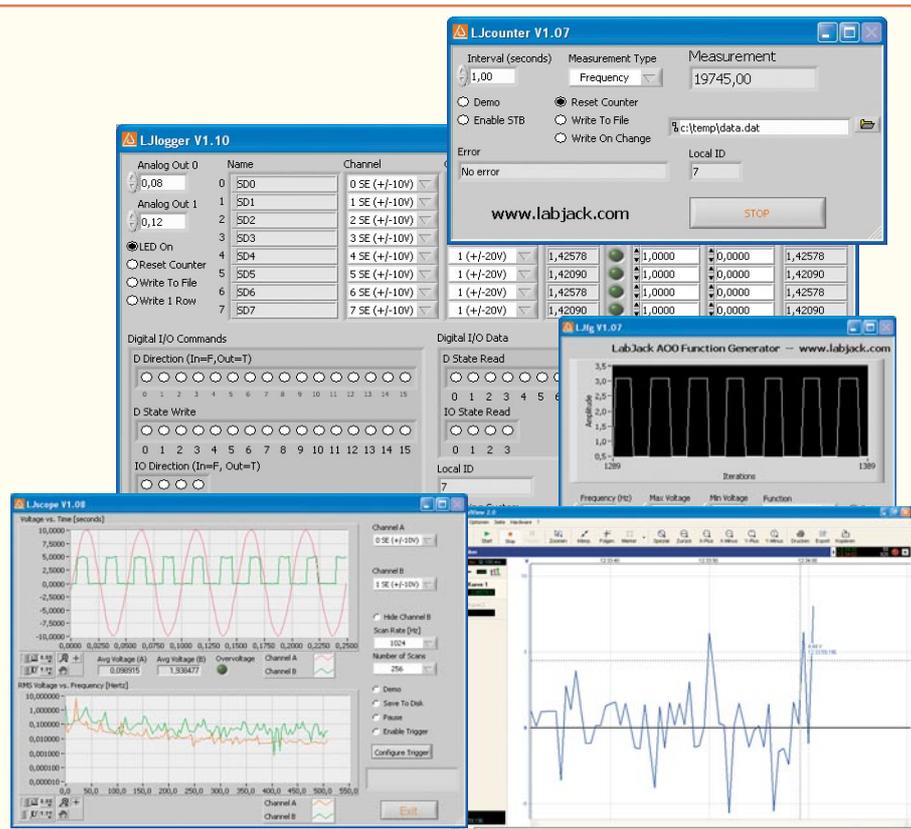


Bild 6: Im Lieferumfang von LabJack: Einstiegs-Softwarebausteine mit LabVIEW-Runtime-Engine. Auch die Anbindung an RealView ist möglich.

in die Messmöglichkeiten des LabJack. Abbildung 6 zeigt einige davon. So ist ein 2-Kanal-Oszilloskop ebenso dabei wie ein Frequenzzähler, ein Datenlogger, ein Funktionsgenerator usw. Auch die Einbindung in das bekannte RealView-Messprogramm ist möglich.

Richtig interessant wird es aber hier erst mit einem für „ELVJournal“-Leser guten Bekannten – dem Programm „Profilab Expert“ von Abacom. Das ermöglicht die komplette Nutzung der Schnittstellen des LabJack für das Messen, das Steuern und das Regeln von Vorgängen. Dabei wird das

LabJack als normales Bauteil (Abbildung 7) in die eigene Schaltung eingebunden und bildet für diese den Kontakt zur Außenwelt. Mit dem Frontplattentool des Programms ist so ein ganz normales virtuelles Gerät erstellbar. Um die Details der Schnittstelle muss sich dabei der Nutzer nicht kümmern, das tut das Programm bereits.

Für den, der seine Programme selbst schreibt, sind sowohl die mitgelieferten Treiber, so u. a. der VEE-Pro-Treiber, als auch das 45-seitige (englischsprachige) PDF-Handbuch auf der CD-ROM interessant. In Letzterem werden alle Zugriffsroutinen ebenso ausführlich beschrieben wie die Konfiguration und Eigenschaften aller Ports des Interfaces.

Um diese tatsächlich alle nutzen zu können, sind optional ein Anschlusskabel und diverse, so genannte Breakout-Boxen erhältlich (Abbildung 8). Das Anschlusskabel (ME AK-DUB/LJ) verbindet die 15-polige Sub-D-Schnittstelle des LabJack mit bis zu drei der Breakout-Boxen. Diese realisieren verschiedene Aufgaben. So führt etwa die ME-UB 15 die Anschlüsse der Sub-D-Schnittstelle (Digitale E/A-Ports) direkt auf den LabJack, während die ME-UBRE acht Relais-Schaltausgänge bietet und bis die ME-UBIO/OO jeweils 8 Opto-Ein- bzw. -Ausgänge beherbergen. Für Temperatur-Messaufgaben ist ein eigener Temperatursensor erhältlich. Der Anschluss der Peripherie an die Breakout-Boxen erfolgt mit

Tabelle 1: Technische Daten: LJ U12

Analog-Eingänge Kanäle	8 Schraubklemmen (AI 0...7); individuell konfigurierbar als 8 single-ended oder 4 differenzielle Kanäle oder Kombinationen daraus
Eingangsdaten	Bereich ± 10 V; 12 Bit Auflösung; Input-Bias-Strom ± 90 μ A; Low-Noise-Präzisions-PGA für Verstärkung bis 20 für die differentiellen Kanäle, effektive Auflösung: >16 Bit
Timing	Software-Timing (Command/Response; 4 Kanäle mit bis zu 50 S/s pro Kanal oder 8 Kanäle mit bis zu 25 S/s pro Kanal) oder Hardware-Timing (Erfassen im Burst oder Stream, nutzt Präzisions-Quarz-Timing und Highspeed-Sample-Puffer; bis 8192 S/s)
Analog-Ausgänge Kanäle	2 Kanäle mit Schraubklemmen (AO 0 und 1)
Ausgangsdaten	Bereich von 0 bis nominal +5 V (Versorgungsspannung), Auflösung 10 Bit; Steuerung: Command/Response mit bis zu 50 Hz/Kanal
Digital-E/A Kanäle	individuell konfigurierbar als Ein- oder Ausgänge: 4 Kanäle mit Schraubklemmen (IO 0...3, Überspannungs-/Kurzschluss-Schutz; Steuern/Lesen mit Command/Response, bis zu 50 Hz/Bit. Als Eingänge Lesen auch mit Highspeed-Burst/Stream); 16 Kanäle auf 25-poligem Sub-D-Verbinder (Steuern/Lesen mit Command/Response mit bis zu 50 Hz/Bit. Sink oder Source bis je 25 mA; Gesamt-Sink- oder -Source-Strom 200 mA max. für alle 16; z. B. als direktes Interface zu vielen Relais-Typen)
Zähler Kanäle	ein 32-Bit-Zähler mit Schraubklemme (CNT); Frequenz-Zählung bis 1 MHz; Lesen mit Command/Response bis zu 50 Hz oder bis zu 300 Hz im Hardware-getimten Stream-Modus; weitere Funktionen: Watchdog-Timer

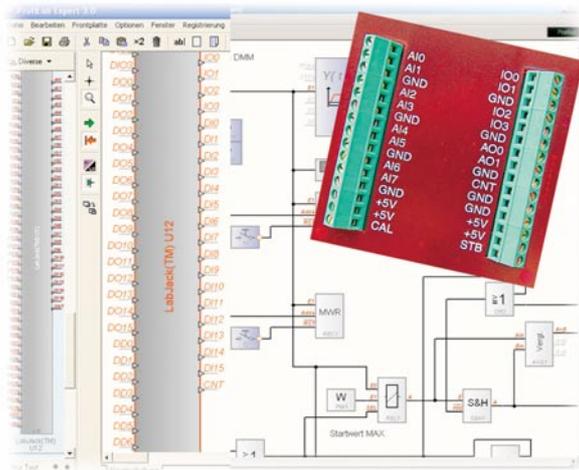


Bild 7: Alter Bekannter für „ELVjournal“-Leser – LabJack ist in die Laborsoftware „ProfiLab Expert“ integrierbar.

geln wichtigen Schnittstellen in für kleine bis mittlere Anwendungen ausreichender Anzahl (siehe technische Daten in Tabelle 2). Studiert man die technischen Daten, fällt hier auf, dass der Nutzer sehr viele eigene Konfigurations- und Kalibriermöglichkeiten für die Ein- und Ausgänge hat. Diese sind sehr komfortabel über das mitgelieferte „InstaCal“-Programm (vgl. Abbildung 9) einstellbar.

Auch hier kommen die gleichen Breakout-Boxen (bis zu drei Stück) wie beim LabJack über ein entsprechendes Verteilerkabel zur Anwendung.

Das mitgelieferte Softwarepaket enthält zahlreiche Treiber für die Anbindung z. B.

Federklemmen, für die jeweils ein Betätigungswerkzeug mitgeliefert wird.

Will man in größeren Konfigurationen mehrere LabJacks einsetzen, ist auch dies möglich – über USB-Hubs sind bis zu 80 dieser universellen Boxen an einem USB-Port betreibbar, freilich dann mit eingeschränktem Abarbeitungsstempo, wenn auch z. B. für eine Temperaturregelung absolut ausreichend.

Das bisher vorgestellte LabJack U12 ist nur ein Modell aus der LabJack-Reihe. So gibt es das vor allem um eine alternative Ethernet-Schnittstelle und einen Streaming-Puffer mit 4 MB erweiterte Modell UE9, das über den Ethernet-Port und einen WLAN-Router auch einen drahtlosen Anschluss an den PC ermöglicht. In Vorbereitung befindet sich ebenfalls eine Lowcost-Version des LabJack U12, das Modell U3. Es wird über 4 Analog-Eingänge bis 2,5 V ebenso verfügen wie über 4 flexibel programmierbare (u. a. als Zähler oder PWM-Ausgang) Digital-E/A-Kanäle, 12 Standard-E/A-Kanäle und 2 Analog-Ausgänge.

Kompakt und preiswert – die RedLab-Serie

Das preiswerte Segment der USB-Laborboxen deckt die noch junge RedLab-Serie ab. Wem dabei der Gedanke kommt: preiswert gleich weniger Ausstattung, der irrt. Wohl wesentlichstes Unterscheidungsmerkmal zu LabJack ist hier das Low-speed-USB-Interface, das 1.1-kompatibel ist. Ansonsten bietet auch RedLab (Abbildung 9) alle für Messen, Steuern und Re-

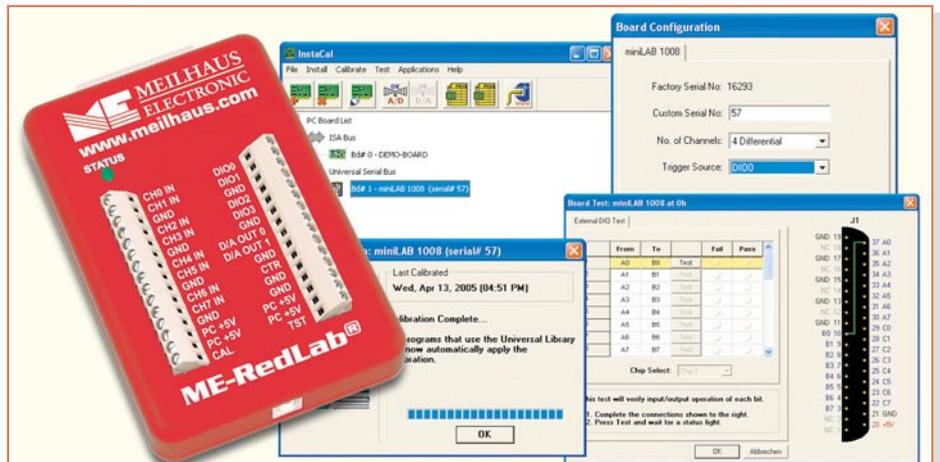


Bild 9: Das RedLab ist ebenfalls ein komplettes, kompaktes USB-Messlabor mit zahlreichen Möglichkeiten, das vielfältig konfigurierbar ist.

Tabelle 2: Technische Daten PMD-1008 (Auszug)

Analog-Eingänge	
Kanäle	8, Schraubklemmen, individuell konfigurierbar als 8 single-ended oder 4 differentielle Kanäle
Eingangsbereiche	bis ±20 V
Rate	50 S/s
Auflösung	12 Bit differentiell, 11 Bit single-ended
Trigger	Quelle programmierbar extern DIO0...DIO3
Analog-Ausgänge	
Kanäle	2 Spannungsausgänge, Schraubklemmen
Ausgangsbereiche	0...5 V
Rate	100 S/s (ein Kanal)
Auflösung	10 Bit
Digital-E/A	
Diskrete Ports	4, unabhängig als Ein- oder Ausgänge programmierbar (Schraubklemmen), 5 V/TTL, 24 E/A-Kanäle, organisiert in 3 x 8-Bit-Ports, portweise als Ein- oder Ausgänge (Typ 82C55); alle Pins standardmäßig mit Pull-up nach Vs über 47 kΩ
Zähler	
Kanäle	1 Kanal, Ereigniszähler (Schraubklemme)
Auflösung	32 Bit
Frequenz	Eingangsfrequenz max. 1 MHz
Pulsbreite	high/low 500 ns min.
Spannung	Eingang low: 0 V min., 1,0 V max.; Eingang high: 4,0 V min., 15,0 V max.



Bild 8: Die Meilhaus-Breakout-Boxen ermöglichen über Verteilerkabel den einfachen Peripherieanschluss an alle USB-Laborboxen.

an LabVIEW oder SoftWire sowie eine sogenannte Universal Library für Windows-Programmierungen, z. B. aus VB.

Spezieller orientiert sind die mit nur 83 x 80 x 25 mm ultrakompakten Messboxen PMD-1024/1208/1608 (Abbildung 10), die ebenfalls zum RedLab-System gehören und die damit mit derselben Software geliefert werden wie RedLab. Sie verfügen je nach Ausführung (siehe Tabelle 3) über



Bild 10: Extrem kompakt, aber voller Funktionalität: die kleinen Profi-Messmodule aus der RedLab-Reihe

digitale E/A-Ports, die als Ein- oder Ausgänge programmierbar sind, einen 32-Bit-Ereigniszähler bis 1 MHz, Analog-Eingänge, Analog-Ausgänge. Alle Ausgänge sind direkt am Gerät auf Schraubklemmen geführt. Die Modelle PMD-1024/1208 besitzen ein 1.1-Lowspeed-USB-Interface, das Modell PMD-1608 ein Fullspeed-2.0-Interface. Damit eignen sich diese Messmodule besonders für Anwendungen, wo es auf die Aufnahme vieler E/A-Kanäle auf engstem Raum ankommt, z. B. für die Auswertung vieler Meldesignale oder Temperaturfühler.

Aufgrund des günstigen Preises eignet

sich das RedLab-System auch sehr gut für den privaten Einsatz oder den in der Ausbildung, denn die einfache Konfigurierbarkeit und die mitgelieferten Universal-Windows-Treiber machen auch die Einbindung in eigene Software-Applikationen, z. VB und C/C++, einfach.

Teuflich vielseitig – MEphisto Switch

Alles in einer Box – so kann man den MEphisto Switch (Abbildung 11) wohl am besten charakterisieren. Denn er bietet nicht nur acht analoge 24-V-Opto-Eingänge sowie 8 TTL-Eingänge und 2 x 8-Bit-E/A-Ports, sondern gleich noch je nach Modell 8 bzw. 16 Relais-Schaltausgänge (30 V/2 A). Das Ganze ist in einer robusten Metallbox verpackt, an die dann die speziell hierzu erhältlichen Breakout-Boxen über spezielle Anschlusskabel anzuschließen sind. Die Spannungsversorgung erfolgt hier über ein externes Netzteil. Mit den zugehörigen Treibern, u. a. für Visual C/C++, Delphi, Visual BASIC, Borland C/C Builder, Agilent VEE, LabVIEW und der möglichen Anbindung an „ProfiLab Expert“ ist hier sehr schnell eine kleine und komplette Steuer- und Regelzentrale realisiert. Deren technische Daten sind in Tabelle 4 aufgeführt.

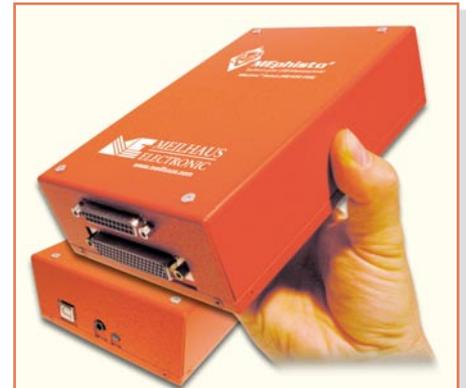


Bild 11: Robustes Digital-Interface mit Opto-Eingängen und 8/16 Relais – MEphisto Switch

Die bisherigen Systemvorstellungen zeigen wohl recht deutlich auf, wie einfach und vor allem kompakt es heute möglich ist, fast beliebige Peripherie an einem PC zu betreiben. Aber auch dem, der es noch kompakter benötigt, werden inzwischen Alternativen in Form von PDA-kompatiblen Interfaces geboten. Diese verfügen über eine Messtechnik-Hardware im verbreiteten Compact-Flash-Format, an die das jeweils benötigte Interface angeschlossen wird. Dies kann ein Multimeter-Interface sein, ein spezieller Sensor, z. B. für Temperatur oder Drehmoment, aber auch Messwert- oder Schnittstellen-Wandler. Damit und mit der passenden Software-Applikation auf dem PDA wird mobile Messtechnik dann noch kompakter und transportabler. **ELV**

Tabelle 3: Technische Daten PMD 1024/1208/1608 (Auszüge)

Digital- und Zähler-Modul PMD 1024 LS/1024 HLS	
Digital-E/A	
Kanäle	24, TTL, organisiert in 3 x 8 Ports, portweise als Ein- oder Ausgänge programmierbar; Version LS: 82C55; Version HLS: High-Drive, 74ACT373-Eingänge/74FCT244-Ausgänge
Zähler	
Kanäle	1 Kanal, Ereigniszähler
Auflösung	32 Bit
Frequenz	max. 1 MHz
Sonstiges	Watchdog-Timer (anwenderkonfigurierbar), USB-1.1-Lowspeed-Interface
12-Bit-Multi-E/A-Messlabor PMD 1208 LS/FS	
Digital-E/A	
Kanäle	16, TTL/CMOS, organisiert in 3 x 8 Ports, portweise als Ein- oder Ausgänge programmierbar
Zähler	
Kanäle	1 Kanal, Ereigniszähler
Auflösung	32 Bit
Frequenz	max. 1 MHz
Sonstiges	Watchdog-Timer (anwenderkonfigurierbar)
Analog-Eingänge	
Kanäle	8 single-ended oder 4 differentielle A/D-Kanäle
A/D-Wandlung	12 Bit differentiell, 11 Bit single-ended, Eingangsbereiche bis ± 20 V Version LS: Lowspeed (50 S/s); Version FS: Fullspeed (300 S/s)
Externer Trigger	1 TTL-Eingang
Analog-Ausgänge	
Kanäle	2
D/A-Wandlung	10 Bit, Ausgangsbereich 0...5 V, Version LS: Lowspeed (100 S/s, ein Kanal); Version FS: Fullspeed (1000 S/s, ein Kanal)
Sonstiges	USB-1.1-Lowspeed-Interface
16-Bit-Multi-E/A-Messlabor PMD 1608 FS	
Digital-E/A	
Kanäle	8, CMOS, unabhängig als Ein- oder Ausgänge programmierbar
Zähler	
Kanäle	1 Kanal, Ereigniszähler
Auflösung	32 Bit
Frequenz	max. 1 MHz
Sonstiges	Watchdog-Timer (anwenderkonfigurierbar)
Analog-Eingänge	
Kanäle	8, single-ended, simultan
A/D-Wandlung	16 Bit, individueller Wandler pro Kanal, Eingangsbereiche bis ± 10 V, bis 500 S/s
Externer Trigger	1 CMOS-Eingang
Sonstiges	USB-2.0-Fullspeed-Interface

Internet-Link zu den ausführlichen Datenblättern des RedLab-Systems (Bereich PC-Messtechnik):

www.messtechnik.elv.de

Tabelle 4: Technische Daten MEphisto Switch (Auszug)

Relais	
Anzahl, Typ	je nach Modell 8 oder 16, Typ C (Wechsler)
Spannung/Strom	Dauerbelastung (25 °C): 30 V _{DC} /2 A; 30 V _{AC} /2 A; kurzzeitige Belastung einzelner Relais: 3,5 A
Opto-Eingänge (24 V)	
Anzahl	8
Spannung	low: 0...12 V; high: 13...24 V; Eingangstrom bei 24 V: 7 mA
Isolation	Isolationsspannung 500 V _{DC}
Übertragungsrate	max. 1 kHz (dadurch wirksame Unterdrückung schneller Spannungsspitzen im μ s-Bereich)
Digital-Eingänge und Digital-E/A-Kanäle (TTL)	
Anzahl, Typ	8 Eingänge (TTL-kompatibel) und 2 x 8-Bit-Port-E/A-Kanäle, portweise als Ein- oder Ausgänge programmierbar
Spannung, Eingang low:	-0,5 V...+0,8 V; high: +2,0 V...5,5 V
Sonstiges	USB-1.1-Fullspeed-Interface