

Sonderdruck

Registriersystem
auf der Basis von
Handmultimetern

Software erhöht Leistungsfähigkeit von systemfähigen
Digital-Multimetern

von Willi Thomas, GOSSEN-METRAWATT GmbH, Nürnberg



Software erhöht Leistungsfähigkeit von systemfähigen DMM

Multimeter mit Systemschnittstellen sind kompakt und eine kostengünstige Alternative zu PC-Karten bei der automatischen Meßwerterfassung. Sie treffen im Service und Labor auf großes Interesse, weil sie vielseitig verwendbar, klein und handlich sind, eine rechnergesteuerte Nachbearbeitung der ermittelten Meßdaten ermöglichen und sich gut in Textverarbeitungsprogramme einbinden lassen.

Ihr Systempreis kann selbst bei Betrieb mehrerer Meßstellen mit PC-Karten konkurrieren. Vor allem im Mehrkanalbetrieb leisten DMM mit aufsteckbarer Speicherschnittstelle besonderes - wie in diesem Beitrag aufgezeigt -, da die synchrone Darstellung von Signalen an räumlich getrennten Meßstellen bisher unlösbar schien.

Mußte für ein Systemmultimeter mit Software und IEEE-Interface für den PC mit einem Investitionsaufwand von mehreren tausend Mark für eine Meßstelle gerechnet werden, so bieten moderne Handmultimeter bereits für ein Fünftel des Betrags flexible und einfach zu handhabende Lösungen an, die sich problemlos auf mehrere Kanäle erweitern lassen.



Bild 1: Meßdatenerfassungs- und Analysesoftware METRAwin und Handmultimeter METRAHit 18S mit Speicherinterface bieten neuartige Lösungen für schwierige Meßaufgaben

Registriersystem auf der Basis von Handmultimetern

Immer mehr Anwender und Hersteller erkennen die Vorteile, die Handmultimeter mit integrierter RS232-Schnittstelle bieten: Nicht nur die automatische Kalibrierung ist es, die die Herstellkosten in Fertigung und Endkontrolle senken kann. Für Betriebe mit einem QS-Management nach ISO 9000, die die jährlichen Kalibrierkosten ihrer Meßmittel senken wollen, ist die Schnittstelle ein unverzichtbarer Bestandteil.

Der für die Meßdatenaufnahme von Multimetern erforderliche Rechner stellte manchmal ein großes Hindernis dar, besonders bei Messungen vor Ort. Trotz des heute sehr geringen Gewichts und Volumens serienmäßiger PCs sprechen verschiedene Gründe, wie z.B. Versorgungs- und Witterungseinflüsse, Manipulations- und Diebstahlschutz gegen einen problemlosen Einsatz bei der Meßdatenaufnahme über einen längeren und unbeaufsichtigten Zeitraum. Mit einem am Multimeter befestigten, ansteckbaren „Speicherinterface“ (Bild 1) wird dieser Nachteil des PCs beseitigt. Das flexibel einsetzbare Multimeter, das „Arbeitspferd des Meßtechnikers“, ist die Hardwarebasis für ein leistungsfähiges, preiswertes Meß- und Registriersystem für das Labor und den Service vor Ort, für die Inbetriebnahme, für die Entwicklung, die Ausbildung und viele andere Anwendungen.

Für den Anwender stellt sich die Nachbearbeitung von Meßreihen und Registrierergebnissen in Form analoger Kurven immer mehr als Kostenfaktor dar. Nachdem PC Meßsysteme oft nicht die nötige Anwendungsflexibilität boten, lag es auf der Hand, das vielseitigste „Meßwerkzeug“, das Handmultimeter, als Hardwarebasis für ein flexibles Registriersystem zu verwenden.

Nach einer mehrjährigen Applikationserfahrung an mehreren tausend installierten, professionell genutzten Systemen ist die Entwicklung in eine weitere Phase getreten. Für die Handmultimeter der Serie „METRAHit“, sowie das intelligente „Speicher-Interface SI232“ bietet die WINDOWS-Applikation METRAwin 10 die passende Unterstützung.

Die Vorteile des Batteriebetriebes und der per Quarzuhr synchronisierten Meßdatenerfassung in jedem Modul führt zu neuen Problemlösungen, die bisher schwierig bzw. nicht lösbar waren.

Synchronmessung in Wasserwerken

Es sollte das Regelverhalten einer Wasserstandsregelung in zwei Wasserwerken untersucht werden. Die beiden Werke waren einige Kilometer voneinander entfernt. Um die Qualität der neu installierten Regelung in Abhängigkeit vom Verbrauch und anderen Beeinflussungen beurteilen zu können, mußten die Meßdaten an den Ausgängen (4...20mA) der jeweiligen Meßumformer für Druck (bar in mA) und Durchfluß (m^3/sec in mA) zwar in den Wasserwerken separat erfaßt, danach jedoch zeitsynchron auf ein einziges Datenfile gebracht und als die zeitlichen Verläufe von Durchfluß und Druck (als Vierkanal-Yt-Liniendiagramm Bild 3) der beiden Wasserwerke präsentiert und ausgedruckt werden.

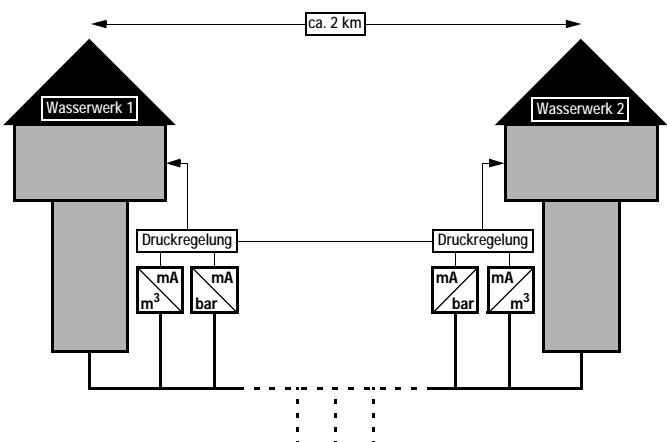


Bild 2: Zeitsynchrone Messung von Durchfluß und Druck an entfernten Wasserwerken sind in der Praxis äußerst schwierig durchzuführen.

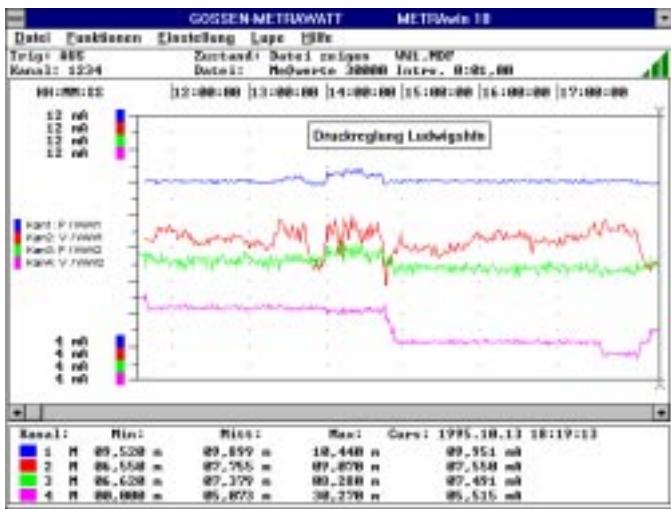


Bild 3: Verlauf von Druck und Durchfluß in den beiden Wasserwerken in zeitsynchroner Darstellung

Für herkömmliche Mehrkanal-Registriergeräte sind schon Distanzen von wenigen Metern kritisch, da elektromagnetische Einstreuungen auf die verlängerten Meßleitungen die Registrierergebnisse verfälschen können. Dasselbe gilt auch für PC-Instrumente bzw. moderne Mehrkanalkarten im PC. Lange Zuleitungen sind ein generelles Meßproblem, die auch durch aufwendige Filter meist nicht gelöst werden können. In der Regel bleibt oft eine sehr teure Lösung mit zwei Meßeinheiten (herkömmliches Registriergerät oder PC-Instrument), die vor Ort aufgestellt werden und die Meßdaten bzw. Registierspuren aufzeichnen. Anschließend ist dann eine sehr zeitintensive Nacharbeit erforderlich, oder ein spezielles, d.h. teueres Auswerteprogramm. Hingegen können die systemfähigen Handmultimeter mit Speicher und synchronisierter Echtzeituhr in weitläufigen Anlagen vollkommen unsynchron den Signalverlauf abtasten und daher voneinander räumlich unabhängige Meßdaten speichern. Dabei ist das Abtastintervall (0,05 sec bis 60 sec) den Erfordernissen in weiten Grenzen anpaßbar. Durch die integrierte Echtzeituhr werden die anfallenden Meßdaten einer präzisen Uhrzeit zugeordnet. So kann nachträglich aus mehreren (bis zu zehn) Geräten eine zeitsynchrone Mehrkanal-Datei generiert werden. Die Meßergebnisse lassen sich nach Abspeicherung und Beendigung der Messungen im Download-Verfahren auf den Rechner (Bild 4) übertragen. Dazu werden nach erfolgter Registrierung die Geräte wieder aneinander gereiht und die Meßdaten seriell auf den PC übertragen. Die Meßdatenfiles der einzelnen Speichermodule werden nun per Programm zu einem Mehrkanal-Datenfile verschmolzen. Das ermöglicht danach eine zeitsynchrone Auswertung. Da die Meßstellen sehr weit entfernt waren, verging eine halbe Stunde zwischen Aufstellung im Wasserwerk 1 und im Wasserwerk 2. Um einen synchronen Start der Messung in beiden Werken zu ermöglichen, wurde der Beginn der Messung automatisch von der integrierten Uhr zu vorgegebener Uhrzeit gestartet.

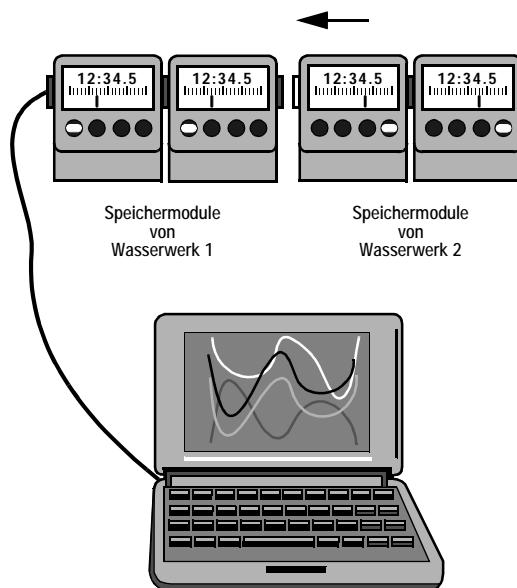


Bild 3: Meßdatenerfassung per Multimeter und Speicherinterface:
Die Multimeterdaten aus Wasserwerk 1 und 2 werden über eine RS232-Schnittstelle zu einem Vierkanal-Datenfile verschmolzen

Die mA-Ausgänge (4...20mA) der Meßumformer wurden im hochgenauen Meßbereich 0...30mA (0,05% vom Meßwert bei METRAhit 18S) erfaßt. Durch die integrierte Arithmetik kann die physikalische Einheit (Durchfluß in m^3/sec bzw. Druck in bar) errechnet und auf der Skala dargestellt werden. Auch nichtlineare Funktionen, wie z. B. die Signale von beliebigen Thermoelementen oder Feuchtefühlern, werden durch die Systemsoftware METRAwin 10 verarbeitet. Dazu lassen sich für jeden Kanal die entsprechenden Stützpunkte in einer Linearisierungstabelle definieren. Auch beliebige Sensor-Signale wie z. B. von Pt100-Fühlerlementen, Feuchtefühlern usw. können über die Multimeter an das Meß- und Registriersystem angeschlossen und in physikalischen Einheiten dargestellt werden.

Im Beispiel war es erforderlich, über mehrere Tage mit einer zeitlichen Auflösung von einer Sekunde abzutasten. Das führt zu knapp 90 000 Abtastungen pro Tag. Bei einem Speichervolumen von 128 kB wäre dieser bei der gewünschten Abtastrate also in etwa einem Tag gefüllt. Zur Reduzierung der Datenmengen bei Langzeitanwendungen bieten sich unter METRAwin 10 verschiedene Möglichkeiten. Besonders effektiv ist die schon länger verfügbare, von Signaldifferenzen gesteuerte „DELTA-Abtastung“, die auch im Speicherinterface zur Anwendung kommt: Verändert sich ein Meßsignal über eine längere Zeit weniger als um den vorgegebenen Betrag (Delta), dann werden alle in diesem Zeitraum erfaßten Meßwerte verworfen. Erst wenn ein neuer Meßwert erfaßt wird, der diesen Betrag überschreitet, wird eine neue Speicherstelle zusammen mit der Uhrzeit beschrieben. Damit werden in der Praxis anfallende Daten ohne Informationsverlust auf etwa 5 bis 10 % des normalerweise erforderlichen Speichers komprimiert. Auch der Pegeltrigger mit Pre- und Posttrigger-Information ermöglicht über eine Uhrzeitsteuerung die Erfassung wichtiger Einmalereignisse und schonen den verfügbaren Speicherraum.

Sollen während eines unbeaufsichtigten Zeitraums mehrere Triggerereignisse erfaßt werden, dann ist eine automatische Dateiverwaltung erforderlich.

Diese Funktion kann mit der Taste „automatischer Neustart“ aktiviert werden. Sie gestattet, nach jedem Triggerereignis das automatische Abspeichern eines Meßdatenfiles sowie den Neustart eines Meßvorgangs in beliebiger Anzahl. Damit lassen sich Ereignisse, wie z. B. kritische Netzspannungsschwankungen auch über einen längeren Zeitraum vollautomatisch überwachen und abpeichern.

Eine weitere Leistungssteigerung bieten die verfügbaren Arithmetikfunktionen (Bild 5). Sie gestatten die schon vorstehend erwähnte mathematische Analyse von Kanälen, wie z.B. Berechnung von Leistung, Effektivwert, Pegel, usw. So können z.B. die an zwei Multimetern aufgenommenen Spannungs- und Stromwerte sowie ggf. der Leistungsfaktor mit einander multipliziert und als Leistungsverlauf auf einer beliebigen Schreibroute dargestellt werden.



Bild 5: Berechnung der Effektivspannung (TRMS) aus den Spannungssignalen von Kanal 3 (V-) und Kanal 4 (V-)

Multimeter werden zum Mehrkanal-Pegelschreiber

Ein breitbandiges Handmultimeter war schon immer ein wichtiges Hilfsmittel zur Untersuchung von Verstärkerbandbreiten. Sollte z.B. die Güte eines Stereoerstärkers untersucht werden, dann wurde ein Sinusgenerator an beide Verstärkereingänge angeschlossen und bei konstanter Amplitude die Signalfrequenz von 10 Hz bis 20 kHz variiert. Zwei Pegelmeßgeräte am Ausgang der jeweiligen Verstärker zeigten die jeweiligen Ausgangspegel an, welche in eine Tabelle eingetragen und später manuell als „Frequenzgangskurve“ dem Kunden ausgehändigt werden konnte. Natürlich wurde dieser manuelle Vorgang durch die wesentlich rationelleren, jedoch teureren Zweikanal-Pegelschreiber ersetzt. Doch wenn die Mittel dafür heute für einen jungen Reparaturbetrieb nicht bereitstehen, kann er sich durch preiswerte Multimeter und Software ein noch leistungsfähigeres System erstellen. Mit einem Multimeter läßt sich die Eingangsspannung fg16 erfassen, mit zwei weiteren die Ausgangsspannungen fg18 und fg14 der beiden Verstärker und mit einem weiteren die variable Generatorfrequenz 0...30 kHz. Während die Generatorfrequenz langsam von der unteren bis zur oberen Grenzfrequenz variiert, wird diese sowie Eingangs- und Ausgangsspannung gemessen und auf den Rechner übertragen. Dieser stellt den Kurvenverlauf online als XY-Graphik dar. Dabei ist es möglich, die Spannungswerte als Funktion der Generatorfrequenz (Bild 6) aufzuzeichnen oder diese als Pegelwerte (dB) online zu errechnen und ebenso darzustellen.

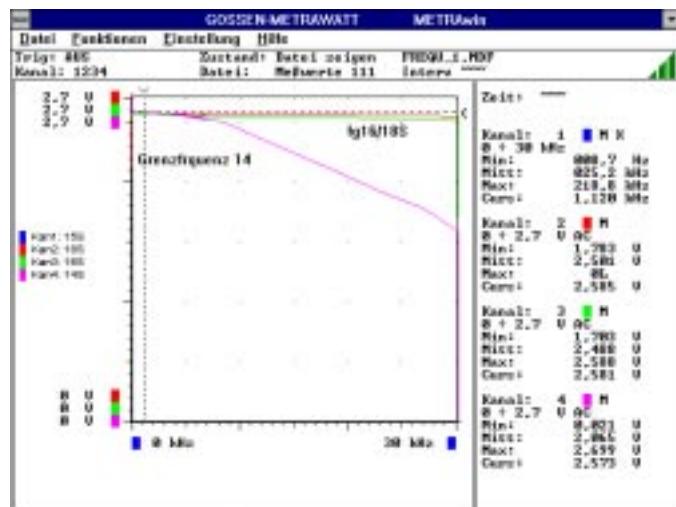


Bild 6: Mehrkanal-XY Diagramm (Frequenzeinfluß von Multimetern) mit Beschriftungsfeldern

Meßfehler bei Effektivwertmessung

Ein sehr interessantes Experiment für die Ausbildung veranschaulichen die Bilder 5 und 7. Mit Kanal 1 wurde das variable Tastverhältnis (Verhältnis der Impulszeit zur Periodenzeit) eines Rechteckimpulses registriert. In Abhängigkeit davon wurde die Gleichspannungskomponente mit dem Multimeter METRAHIT 14S (Kanal 4), der Wechselspannungsanteil (TRMS_{ac}, Kanal 3) sowie die Mischspannung (TRMS_{ac+dc}, Kanal 2) gemessen.

Viele Multimeter bieten nur die Meßmethode TRMS_{ac}. Müssen mit ihnen Mischspannungen gemessen werden, dann wird oft der Einfluß des Gleichspannungsanteils übersehen, was zu gravierenden Fehlmessungen führen kann.

Bei Vergleichsmessung mit einem herkömmlichen, analogen Weicheisen-Messgerät führen unterschiedliche Meßergebnisse insbesondere bei meßtechnisch weniger qualifizierten Bedienern zu großen Verunsicherungen und unberechtigtem Vertrauensverlust zum „Echoeffektivwert“-Digitalmultimeter.

Dabei läßt sich die Mischspannung sehr einfach durch die Messung der Gleichspannungs- und der Wechselspannungskomponente und Berechnung nach der in Bild 5 verwendeten Formel ermitteln. In Bild 7 wurde anstelle des Verlaufs der gemessenen Wechselspannungskomponente, welche im Meßdatenfile auf Kanal 3 erfaßt wurde, die Abweichung (auf Kanal 3) zwischen gemessenem Verlauf der Mischspannung (Kanal 2) und errechnetem Verlauf der Mischspannung in Abhängigkeit vom Tastverhältnis dargestellt.

Am Cursormeßpunkt (Tastverhältnis 5%) ergibt sich eine maximale Abweichung von 1%. In allen anderen Bereichen (bis 95%) liegt die Abweichung zwischen errechneter und gemessener Effektivwertspannung bei maximal 0,5%.

Dieses kleine Beispiel gibt Einblick in die hohe Flexibilität des Registratur- und Auswertesystems bestehend aus den Multimetern der Serie METRAHIT und der Software METRAWin! Es verdeutlicht den enormen Leistungszuwachs, den der Einsatz von Software einem Multimeter bringen kann.

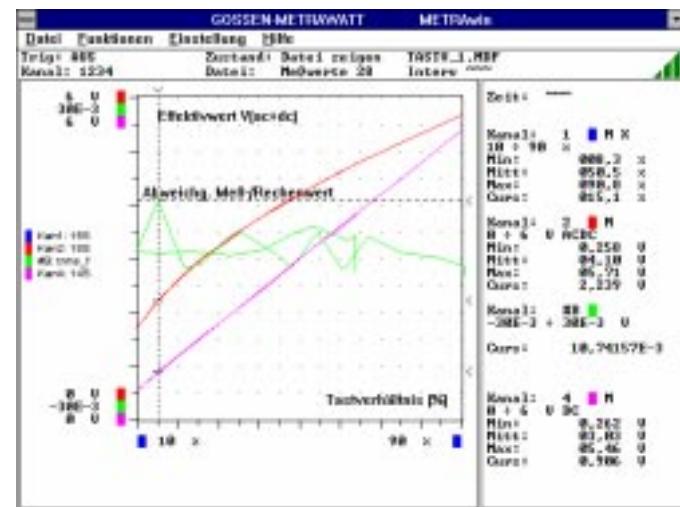


Bild 7: Vergleich (Abweichung #B) des gemäß Bild 6 errechneten TRMS-Verlaufs mit dem auf Kanal 2 gemessenen Wert

Eine bedienfreundliche Software wie METRAWin 10 als WINDOWS-Applikation erweitert die Leistungsfähigkeit von Multimetern um ein Vielfaches. Neben Linienschreiber- und XY-Schreiberfunktion befähigt sie ein oder mehrere Multimeter zum kontinuierlichen Ausbau zu leistungsfähigen Mehrkanal-Meß-, Registratur- und Analysesystemen. Dadurch lassen sich wesentlich teuere Investitionen in vielen Fällen verhindern. Zusammen mit einem "Speicher-Interface" ertüchtigt sie Handmultimeter zu leistungsfähigen Registraturwerkzeugen für Servicearbeiten vor Ort, für analytische Untersuchungen im Labor und für allgemeine Meß- und Registratieraufgaben in der Ausbildung und vielen anderen Bereichen.