

With compliments

**Helmut Singer Elektronik**

www.helmut-singer.de info@helmut-singer.de  
fon +49 241 155 315 fax +49 241 152 066  
Feldchen 16-24 D-52070 Aachen Germany

## 1. ALLGEMEINES

Das FUNCTIONMETER ist ein zweikanaliges, digitales Meßgerät zur Erfassung von Gleich-, Wechsel- und Mischgrößen. Es ist AC oder AC + DC koppelbar und ermöglicht folgende Messungen:

### Stromeingang, Kanal 1

1. Effektivwert des Stromes (unabhängig von der Kurvenform), TRUE RMS (AC + DC-Komponente) oder RMS (nur AC-Komponente)
2. Arithmetischer Mittelwert (Gleichspannungsanteil), MEAN (AC + DC-Kopplung)
3. Arithmetischer Mittelwert des Betrages (des gleichgerichteten Eingangssignales, RECTIFIED MEAN)

### Spannungseingang, Kanal 2

1. Effektivwert der Spannung (unabhängig von der Kurvenform), TRUE RMS (AC + DC-Komponente) oder RMS (nur AC-Komponente)
2. Arithmetischer Mittelwert (Gleichspannungsanteil), MEAN (AC + DC-Kopplung)
3. Arithmetischer Mittelwert des Betrages (des gleichgerichteten Eingangssignales, RECTIFIED MEAN)

### Zweikanalige Messungen

1. Wirkleistung (unabhängig von der Kurvenform)
2. Leistungsfaktor (Power-Factor,  $\cos \phi$  bei sinusförmigen Signalen)
3. Betrag des Scheinwiderstandes ( $|Z|$ )
4. Wirkwiderstand (Real ( $Z$ ))

Das Maximum und Minimum eines der vorstehend angeführten Meßwerte kann über eine beliebige Anzahl von Messungen gebildet werden.

Die Vielfalt der Meßmöglichkeiten erlaubt den Einsatz des Gerätes von der Schwachstromtechnik (z.B. Messung von Übertragungsverlusten etc.) bis zur Leistungselektronik und Starkstromtechnik.

Ein besonderer Vorteil besteht darin, daß beide Kanäle gegeneinander und gegen Erde bis  $U_{\text{eff}} = 1000 \text{ V}$  ( $U_{\text{p}} = 1400 \text{ V}$ ) floaten dürfen, wodurch zweikanalige Messungen besonders erleichtert werden. Der Frequenzbereich reicht von 0 Hz bis 400 kHz. Die Eingabe der Übertragungsfaktoren für Strom und Spannung erlaubt eine zahlen- und stellenwertrichtige Anzeige (bei externen Shunts, Wandlern etc.) mit Vorzeichen und Einheit. Die Messung erfolgt durch simultane Abtastung der Momentanwerte von Strom und Spannung mit schnellen A/D-Wandlern und anschließende Berechnung der Meßwerte im Rechner. Die kürzeste Mittelungszeit beträgt ca. 100 msec und kann durch die einstellbare Mittelungszeit (exponentionell, summarisch) in 8 Stufen verlängert werden. Bei 100 msec Mittelungszeit wird ein Meßwert aus 2592 Abtastungen gebildet.

Der Meßvorgang kann über den Bus gestartet werden (Triggerfunktion). Er wird automatisch nach dem Ablauf der eingestellten Mittelungszeit beendet. Die Meßwerte werden auf einem 20stelligen alphanumerischen Display angezeigt. Die Ausgabe der Daten erfolgt über das Interface. Bis zu 10 Meßwerte aus einer Messung können seriell über den Bus abgefragt werden. Eine der Meßgrößen kann frei wählbar über den Analogausgang ausgegeben werden. Die Bedienung des Meßgerätes erfolgt an einer übersichtliche Folientastatur mit Bedienerführung über das Display oder über das eingebaute Interface. Wird das Gerät abgeschaltet, bleiben die Einstelldaten (C-MOS RAM Speicher) erhalten. Dies vereinfacht die Bedienung sehr wesentlich.

### Funktionsbeschreibung

Das FUNCTIONMETER besitzt zwei Spannungseingänge, einer für die Spannungsmessung, der andere zur Messung des Spannungsabfalles von Nebenwiderständen. Der Anschluß des Shuntspannungseinganges erfolgt entweder über einen Ansteck-Nebenwiderstand oder über einen vierpoligen geschirmten Stecker und ein geschirmtes zweipoliges Spezialkabel.

Nach Anpassung der Signalpegel durch Spannungsteiler und Vorverstärker gelangt das Meßsignal an je einen 12 Bit-A/D-Wandler. In Kopplungsart AC wird vorher noch die DC-Komponente ausgeregelt. Die A/D-Wandler tasten die Momentanwerte der beiden Signale synchron mit ca. 25 kHz ab. Die A/D-Umformung wird nach dem Prinzip der sukzessiven Approximation durchgeführt. Bei der folgenden Berechnung werden wegen des Berechnungsaufwandes nur 8 Bit verwendet. Durch ein spezielles Interpolationsverfahren im letzten Bit (LSB) wird eine ausreichende Auflösung erreicht. Dem Analogsignal wird ein Sägezahn in der Größe von einem Bit überlagert, wodurch am Ausgang des ADC die Daten statistisch um den Signalmomentanwert schwanken. Durch die Mittelung über die hohe Anzahl von Momentanwerten ergibt sich der richtige Interpolationswert. Zur Vermeidung von Interferenzen mit dem Meßsignal wird die Abtastfrequenz durch einen Schwebungsdetektor automatisch verändert. Die digitalisierten Abtastwerte werden durch spezielle Impulsübertrager in das Rechenwerk übertragen. Durch die Impulsübertrager werden die floatenden Eingangsteile, vom auf Erdpotential liegenden Rechenwerk getrennt. Im Rechenwerk werden aus den Momentanwerten die gemittelten primären Meßwerte (U, I, P) berechnet. Die Meßwerte werden bei der kleinsten Zeitkonstante aus 2592 Abtastwerten errechnet. Bei der linearen Mittelung wird diese nach Ablauf der Zeitkonstante beendet. Bei der exponentiellen Mittelung wird der alte Meßwert nach Ablauf der eingestellten Mittelungszeit durch den neuen Meßwert entsprechend einer RC-Funktion korrigiert.

Alle anderen Meßwerte werden erst vor der Ausgabe berechnet. Die Berechnungsformeln sind unter Punkt 4. zu ersehen.

Die Berechnung und Steuerung des Meßablaufes erfolgt durch zwei bipolare 4-Bit-Mikroprozessorslices, kaskadiert auf 8 Bit. Über den  $\mu$ P-Bus werden die Daten an den Hauptprozessor zur Datenausgabe, an den D/A-Wandler zur Ausgabe des Analogwertes, sowie an den Display-Prozessor für die Darstellung der Meßwerte am Anzeigefeld, übergeben. Der Display-Prozessor überträgt auch die über die Folientastatur eingegebenen Daten an den Hauptprozessor. Im Talk-Only-Betrieb wird die Datenausgabe durch den internen Timer gesteuert.

Die Übersteuerungserfassung erfolgt über die A/D-Wandler, die Untersteuerungserfassung wird vom Meßwert abgeleitet, beide können vom Interface abgerufen werden. Bei Aufruf des internen Kalibrierprogrammes wird der Bediener über das Anzeigefeld zum Anlegen der entsprechenden Gleichspannungspegel aufgefordert. Die Korrekturwerte werden dadurch ermittelt und im gepufferten C-MOS RAM abgespeichert. Die Triggermöglichkeit über das Interface oder die externe Triggerbuchse erlaubt das Synchronisieren mit dem Meß- oder Prüfvorgang bzw. anderen im Meßaufbau verwendeten Geräten. Über das Interface können alle Gerätefunktionen ferngesteuert und die Meßdaten übertragen werden.

With compliments

**Helmut Singer Elektronik**

www.helmut-singer.de info@helmut-singer.de  
fon +49 241 155 315 fax +49 241 152 066  
Feldchen 16-24 D-52070 Aachen Germany

2. TECHNISCHE DATEN

Stromkanal: CH 1-A  
Kopplung: wählbar AC + DC oder AC  
Shuntspannungsbereiche: 4 Meßbereiche; (Stufung  $\sqrt[3]{15} \hat{=} 2,47$ )  
 mit Unter- und Übersteuerungsanzeige

Bereich	Auflösung *)
10/25 mV	10 $\mu$ A
60/150 mV	100 $\mu$ A

\*) bei Skalierungsfaktor 0,001 A/mV

Scheitelfaktor: 3, für Meßbereichendwert  
Übertragungsfaktor:  $10^{-6} \dots 10^5$  A/mV  
Anzeigebereich: 10  $\mu$ A ... 15 MA

Kopplung	Funktion	Frequenzbereich	Fehlergrenzen bei 23 °C
AC + DC	MEAN	0 ... 20 kHz	$\pm(0,2 \% v.Mw + 0,2 \% v.Mb)$
	RMS		
AC	RECT.MEAN	> 20 kHz...100 kHz	$\pm(0,6 \% v.Mw + 0,2 \% v.Mb)$
	RMS	>40 Hz... 20 kHz	$\pm(0,2 \% v.Mw + 0,2 \% v.Mb)$
AC	RECT.MEAN	15 Hz... 40 Hz	$\pm(0,6 \% v.Mw + 0,2 \% v.Mb)$
	RMS	>20 kHz...100 kHz	$\pm(0,6 \% v.Mw + 0,2 \% v.Mb)$
AC + DC	RMS	>100 kHz...200 kHz	$\pm(0,9 \% v.Mw + 0,4 \% v.Mb)$
AC	RECT.MEAN	>200 kHz...300 kHz	$\pm(1,5 \% v.Mw + 0,6 \% v.Mb)$
		>300 kHz...400 kHz	$\pm(2,4 \% v.Mw + 1,2 \% v.Mb)$

Typische Werte über 100 kHz bei Nennaussteuerung:  
 >100...200 kHz: -1,0 %    >200...300 kHz: -1,5 %    >300...400 kHz: -2,5 %

Fehlergrenzen gelten für 1 Jahr für Eingangsgrößen von 10...300 % des Meßbereiches bei Nennbedingungen.

Eingangsimpedanz: 100 kOhm// 30 pF in allen Meßbereichen  
Temperaturkoeffizient:  $\pm 0,05$  % vom Meßbereich pro Kelvin  
Störstrom im Eingang: 100 pA  
Eingangsgleichspannung bei AC Kopplung: max. 10 V  
Störspannungsunterdrückung:  
 Common Mode: MEAN: 140 dB beiDC;  
 RMS, RECT.MEAN: 120 dB bei 50/60Hz, 1 kOhm in high  
Überlast:  $U_{eff} = 250$  V, jedoch höchstens 500 V Spitzenspannung in jedem Meßbereich  
Spannungsfrequenzprodukt:  $0,5 \cdot 10^7$  V Hz

Spannungskanal: CH 2-V  
 Kopplung: wählbar AC + DC oder AC  
 Meßbereich: 16 Meßbereiche von 0,1 bis 500 V (Stufung  $\sqrt[15]{5000} \hat{=} 1,76$ )  
 mit Unter- und Übersteuerungsanzeige

Bereich	Auflösung*)
0,1/0,17/0,3 V	100 $\mu$ V
0,54/0,96/1,7/3 V	1 mV
5,4/9,6/17/30 V	10 mV
50/90/160/280 V	100 mV
500 V	1 V

\*) bei Skalierungsfaktor 1 V/V

Scheitelfaktor: 3, für Meßbereichendwert  
 Übertragungsfaktor:  $10^{-1} \dots 10^7$  V/V  
 Anzeigebereich: 10 mV ... 5 GV  
 Kopplung, Funktion, Frequenzbereich und Fehlergrenzen wie beim Stromkanal.  
 Eingangsimpedanz: 10 MOhm//20 pF in allen Meßbereichen  
 Temperaturkoeffizient:  $\pm 0,03$  % vom Meßbereich pro Kelvin

Störspannungsunterdrückung:  
 Common Mode: MEAN: 140 dB bei DC;  
 RMS, RECT.MEAN: 120 dB bei 50/60 Hz, 1 kOhm in high

Überlast:  $U_{eff} = 1000$  V, jedoch höchstens 1400 V Spitzenspannung  
 in jedem Meßbereich

Spannungsfrequenz-  
 produkt:  $10^8$  V Hz

Leistungsmessung:

Leistungsmeßbereich = Spannungsmessbereich x Übertragungsfaktor der Spannung x  
 Strommeßbereich x Übertragungsfaktor des Stromes

Kopplung	Funktion	Frequenzbereich	Fehlergrenzen bei 23 °C
AC + DC	W	0 ... 20 kHz	$\pm(0,5 \% v.Mw + 0,2 \% v.Mb)$
		> 20 kHz...100 kHz	$\pm(0,8 \% v.Mw + 0,4 \% v.Mb)$
AC	W	>40 Hz... 20 kHz	$\pm(0,5 \% v.Mw + 0,2 \% v.Mb)$
		15 ... 40 Hz	$\pm(0,8 \% v.Mw + 0,4 \% v.Mb)$
		> 20 kHz...100 kHz	$\pm(0,8 \% v.Mw + 0,4 \% v.Mb)$
AC + DC	W	>100 kHz...200 kHz	$\pm(1,9 \% v.Mw + 0,6 \% v.Mb)$
		>200 kHz...300 kHz	$\pm(3,1 \% v.Mw + 0,9 \% v.Mb)$
AC		>300 kHz...400 kHz	$\pm(4,3 \% v.Mw + 1,8 \% v.Mb)$
Typische Werte über 100 kHz bei Nennaussteuerung und $\cos \phi = 1$ : >100...200 kHz: -2 % > 200...300 kHz: -3 % >300...400 kHz: -4,5 %			
gilt für 1 Jahr und Aussteuerung von 1...900 % des Leistungsmeßbereiches bei Nennbedingungen und Leistungsfaktor $\geq 0,85 \dots 1$			
AC + DC	W	45 Hz... 65 Hz	$\pm(0,5 \% v.Mw + 0,1 \% v.Mb)$
gilt für 1 Jahr und Aussteuerung der beiden Kanäle von 100...200 % bei Nennbedingungen und Leistungsfaktor $< 0,85$ (z.B. 100 % U und 100 % I bei $\cos \phi = 0,1$ ; ergeben 10 % P $\pm 1,5$ %)			

Die Auflösung der Leistungsanzeige erhöht sich automatisch um den Faktor 10, sobald sich an der höchstwertigen Stelle ohne Umschaltung eine Null ergeben würde. Die höchstwertige Stelle wird durch den maximal darstellbaren Wert bestimmt.

$$\text{max. darstellbarer Wert}^{*)} = \text{Leistungsmeßbereich} \times 9 \times 1,06$$

\*) Dieser Wert ist nur mit Gleichstrom- oder Rechtecksignalen bei  $\cos = 1$  erreichbar. Bei Sinuseingang wird durch den Crestfaktor ( $\sqrt{2}$ ) maximal die halbe Leistungsanzeige erreicht.

Temperatur-  
koeffizient:  $\pm 0,08$  % vom Meßbereich pro Kelvin

Winkelfehler zwischen den Eingängen:

bei AC + DC:  $0,1^\circ$  für 0 ... 20 kHz  
 $0,5^\circ$  für 20 ... 100 kHz  
bei AC:  $0,3^\circ$  für 15 ... 45 Hz  
 $0,1^\circ$  für 45 Hz ... 20 kHz  
 $0,5^\circ$  für 20 ... 100 kHz

Kanaltrennung: 140 dB (0 ... 100 kHz)

Leistungsfaktor: Summe der Fehler von Spannung, Strom und Wirkleistung

Wirkwiderstand: Summe der Fehler von 2 x Strom und Wirkleistung

Betrag des Scheinwiderstandes: Summe der Fehler von Spannung und Strom

Analogausgang: -10...0...+10 V max. 2 mA

Die Zuordnung der Meßgröße zum analogen Ausgangswert kann über die Tastatur eingegeben werden. Zur Einstellung des angeschlossenen Gerätes können Nullpunkt und  $\pm 10$  V an den Analogausgang gelegt werden.

Zusatzfehler:  $\pm(0,25$  % vom Endwert +  $0,03$  %/K)

Fremdspannung: max.  $U_{\text{eff}} = 125$  V jedoch höchstens  
 $U_p = 180$  V

Allgemeines:

Digitalanzeige: 20stellige Fluoreszenzanzeige (grün), 5 x 7 Punktmatrix  
9 x 6,3 mm Zifferngröße

Darstellung von Einzelmeßwerten: 4stellig 0 ... 9999 mit Vorzeichen, Einheit und Funktion

Darstellung von 2 Meßwerten: 4stellig mit Vorzeichen, Einheit und Funktion die darzustellenden Meßwerte sind frei wählbar

Darstellung von 3 Meßwerten: 4stellig, die Darstellung von  $I_{\text{eff}}$ ,  $U_{\text{eff}}$  und P (mit Vorzeichen) ist vorgegeben

Meßverfahren: Simultane Abtastung beider Kanäle, A/D-Wandlung und anschließende Berechnung der Meßwerte

Abtastfrequenz: 25 kHz, statistisch gewobbelt

Mittelungszeit:	in 8 Stufen wählbar 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,4; 12,8 s
Meßzeit lineare Messung:	entspricht der Mittelungszeit
Meßbereichs- und Funktionswahl:	manuell an der Frontplatte über Folientastatur bzw. fernbedienbar über Interface
System Interface:	IEC 625 oder IEEE-Standard 488/1978
Schnittstellen- funktionen:	SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, PP0, DCO, DT1, CO, E2
Testfunktion:	Displaytest und interner Speichertest nach jedem Ein- schalten
Kalibrierfunktion:	Bedienergeführter Kalibriervorgang mit externer Gleich- spannungsquelle für alle Meßbereiche. Die Abweichungen werden für die Berechnung der Meßwerte abgespeichert. Damit ist es auch möglich, das Gerät für eine andere Referenztemperatur zu kalibrieren und dadurch stets die optimale Genauigkeit zu erhalten.
Pufferung:	Der interne C-MOS RAM Speicher wird über einen Ni-Cd-Akku versorgt (max. 1/2 Jahr bei abgeschaltetem Gerät). Da- durch bleiben die Kalibrierdaten und die letzten Einstell- daten auch nach Abschalten des Gerätes erhalten.
Klimaklasse:	KYG nach DIN 40040
Arbeitstemperatur:	0 ... 40 °C, rel. Feuchte 65 % im Mittel
Nenntemperatur:	23 °C
Lagertemperatur- bereich:	-20 ... +50 °C
Prüfspannung:	Eingangskreise gegeneinander, gegen Gehäuse und Netz- kreis 3 kV Netzkreise gegen Eingangskreise und Gehäuse 1,5 kV
Sicherheitsbe- stimmungen:	VDE 0411-Teil 1/10.73 bzw. DIN 57411 Blatt 1 und IEC 348 2nd edition
Schutzklasse:	1, Schutzimpedanz in high-Leitung
Netzanschluß:	umschaltbar 115/220 V, $\pm$ 10 % , 45 ... 65 Hz, ca. 77 VA
Anwärmzeit:	30 min.
Schutzart:	DIN 40050 - IP20 (IEC 529)
Abmessungen:	142 x 431,5 x 454 mm (H x B x T), 19" 3 Höheneinheiten
Masse:	ca. 8,5 kg

With compliments

**Helmut Singer Elektronik**

www.helmut-singer.de info@helmut-singer.de  
fon +49 241 155 315 fax +49 241 152 066  
Feldchen 16-24 D-52070 Aachen Germany