

**103A WATTMETER
BEDIENUNGSANLEITUNG**

Infratek

BEDIENUNGSANLEITUNG

1. Einführung und Spezifikationen
 - 1.1. Einführung
 - 1.2. Das 103A Wattmeter
 - 1.3. Optionen
 - 1.4. Definition der gemessenen Werte
 - 1.5. Spezifikationen

2. Bedienungsanleitung
 - 2.1. Einführung
 - 2.2. Installation
 - 2.3. Netzanschluss
 - 2.4. Verstellbare Lage des 103A
 - 2.5. Rack Montage
 - 2.6. Betriebseigenschaften
 - 2.7. Front- und Rückwandbeschriftung
 - 2.8. Anzeige
 - 2.9. Ueberbereichsanzeige
 - 2.10. Bereichswahl
 - 2.11. Kopplung
 - 2.12. Triggern
 - 2.13. Anzeigerate
 - 2.14. Rückwand-Eingänge

3. Messtechnische Grundsätze
 - 3.1. Einführung
 - 3.2. Eingangsüberlast Schutzlimiten
 - 3.3. Spannungsmessungen
 - 3.4. Strommessungen
 - 3.5. Leistungsmessungen
 - 3.6. Stromkreis-Belastungsfehler
 - 3.7. Messen der Effektivwerte von Spannung und Strom
 - 3.8. Scheitelfaktor
 - 3.9. Kombinierte Wechselstrom- und Gleichstrommessungen
 - 3.10. Wichtige Hinweise zur Leistungsmessung
 - 3.11. Leistung eines Rechtecksignals

- 4. Fernprogrammierung
- 4.1. Einführung
- 4.2. Möglichkeiten
- 4.3. Bus-Adresswahl
- 4.4. Gerätabhängige Befehle
- 4.5. Ausgabebefehl Fn
- 4.6. Ausgabebefehl Gn
- 4.7. Bereichsbefehle In, Un
- 4.8. Anzeigebefehle
- 4.9. Modusbefehle
- 4.10. Einstellen des Skalierfaktors (Befehl Sn)
- 4.11. Befehle für die Bedienungsaufdruckmaske
- 4.12. Terminatorbefehle Wn
- 4.13. Verarbeiten der Eingabe
- 4.14. Syntaxregeln
- 4.15. Ausgabedaten
- 4.16. Bedienungsaufdrucke
- 4.17. Abfrageregister
- 4.18. Schnittstellenmeldungen
- 4.19. Talk-Only-Modus

- 5. Optionen
- 5.1. Einführung
- 5.2. Energiekonverter (Option 02)
- 5.3. Skalierung (Option 03)
 - 5.3.1. Spannungsskalierung
 - 5.3.2. Stromskalierung mit Stromwandlern
 - 5.3.3. Stromskalierung mit externen Stromshunts
- 5.4. Galvanisch getrennter Schreiberanschluss A/V/W (Option 04)
- 5.5. Isolierter Breitband-Schreiberanschluss (Option 05)
- 5.6. Installation der verschiedenen Optionen

1. EINFUEHRUNG UND SPEZIFIKATIONEN

1.1. EINFUEHRUNG

Dieses Handbuch umfasst eine vollständige Betriebsanleitung und Hinweise zur Wartung des 103A Wattmeters.

1.2. Das 103A Wattmeter

Das 103A Digital Wattmeter der Firma Infratek ist ein hochwertiges Instrument mit sechsstelliger Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige. Folgende sind die Funktionen der Grundausrüstung:

- Leistungsmessung
- Spannungseffektivwert
- Stromeffektivwert bis zu 50A
- Gut ablesbare Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige
- Benutzerfreundliche Bedienung
- Einfache Kalibrierfunktion, keine Justierung
- Vierleiter-Eingang

1.3. Optionen

Für das 103A sind verschiedene, jederzeit leicht installierbare Zusatzfunktionen erhältlich:

- IEEE-488 Schnittstelle (Option 01):
Vollumfänglich programmierbar
Passt sich installierten Optionen an
Einfacher Befehlsatz
Galvanisch getrennt
- Energiekonverter (Option 02):
Berechnung der Energie
Berechnung der Scheinleistung
Berechnung des Leistungsfaktors

- Skalierung (Option 03):
Stromeingangskalierung für Stromwandler
Stromeingangskalierung für koaxial Shunts
Spannungseingangskalierung
- Schreiberausgang (Option 04):
Ausgang proportional zur mittleren Leistung
Ausgang proportional zum Stromeffektivwert
Ausgang proportional zum Spannungseffektivwert
Alle drei Ausgänge sind galvanisch getrennt
- Breitband-Schreiberausgang (Option 05)
Ausgang proportional zur Momentanleistung
DC-10kHz Bandbreite
galvanisch getrennt

1.4. Definition der gemessenen Werte

Das Wattmeter bestimmt mittels Konverter die Strom- und Spannungseffektivwerte, die Leistung und die Energie. Der Leistungsfaktor (PF) und die Scheinleistung (VA) werden berechnet.

Stromeffektivwert: $(1/T \int_0^T i^2 dt)^{1/2}$

Spannungseffektivwert: $(1/T \int_0^T v^2 dt)^{1/2}$

Leistung: $1/T \int_0^T i \cdot v \cdot dt$

Energie: $\int_0^{t_e} \text{power} \cdot dt$

Scheinleistung: $\text{Arms} \cdot \text{Vrms}$

Leistungsfaktor: $\frac{\text{power}}{\text{Arms} \cdot \text{Vrms}}$

1.5 SPEZIFIKATIONEN 103A

Strom- Eingang A: 3A, 30A; Rm= 10 mOhm; 40A cont., 50A 2 min.
bereiche: Eingang B: 3mA, 30mA, 300mA; Rm= 10 Ohm; max. 0.7A cont.
Eingang C: 30mV, 300mV, 3V; Zin= 1 MOhm; max. 250V

Anzeige: Schnelle Rate 0-5000, langsame Rate 0-500000

Frequenz-
bereich: DC+AC-Kopplung: DC-100kHz; AC-Kopplung: 15Hz-100kHz

Genauig- RMS; Eingang A,B,C; 1 Jahr, 18-25 °C
keit: Eingang A,B,C (0.3% MW +0.1%MB) 15Hz-5kHz
Eingang A,B,C (0.8% MW +0.2%MB) 5kHz-20kHz
Eingang B,C (2% MW +0.3%MB) DC,20kHz-100kHz
Eingang A,typ. (3% MW +0.3%MB) DC,20kHz-100kHz

Scheitel-
faktor: Grösser als 4:1 bei Messbereich

Temperat.
koeff: 0.01% des Bereichs/°C

Spannungs-
bereich: 3V, 30V, 300V, 3000V*; max. 1000V RMS or 1400V Spitze

Anzeige: Schnelle Rate 0-5000, langsame Rate 0-50000

Frequenz-
bereich: DC+AC-Kopplung: DC-100kHz; AC-Kopplung: 15Hz-100kHz

Genauig- RMS, 1 Jahr, 18-25 °C
keit: (0.3% MW +0.1% MB) 15Hz-5kHz
(0.8% MW +0.2% MB) 5kHz-20kHz
(2% MW +0.3% MB) DC,20kHz-100kHz
*Für Vin>700V ist Genauigkeit auf 1 Min. Betriebsdauer
begrenzt

Scheitel-
faktor: Grösser als 4:1 bei Messbereichswert

Temp.
koeff.: 0.01% des Bereichs/°C

Eingang-
impedanz: 1MOhm, 20pF

Volt-Hertz Produkt: 2'000'000VHz

Leistungs-Eingang A: 9W, 90W, 900W, 9kW, 90kW

Bereiche: Eingang B: 9mW, 90mW, ..., 90W, 900W
Eingang C: Bereiche abhängig von externem Messwiderstand

Anzeige: Schnelle Rate 0-9999, langsame Rate 0-999999

Frequenz-
bereich: Gleich wie Strom- und Spannung

Genauig- 1 Jahr, 18-25 °C, Leistungsfaktor 0.5 bis 1.0
keit: Eingang A,B,C (0.3% MW +0.1%MB) 10Hz-5kHz
Eingang A,B,C (0.8% MW +0.2%MB) 5kHz-10kHz
Eingang B,C (1% MW +0.4%MB)** DC,10kHz-20kHz
Eingang B,C (4% MW +0.5%MB)** 20kHz-100kHz
Eingang A (2% MW +0.4%MB)** DC,10kHz-20kHz
Eingang A,typ. (4% MW +0.5%MB)** 20kHz-100kHz

Ohne weitere Angaben: Für Leistungsfaktoren < 0.5 ver-
doppeln sich die Fehler.

**Angabe für Leistungsfaktor 1.

Temp.
koeff: 0.03% des Bereichs/°C

Scheitel-
faktor: Gleich wie Strom- und Spannung
Schein- Option 2: Summe der Fehler von Strom- und Spannung
leistung:
Leistungs-Option 2: Summe der Fehler von Leistung und Schein-
faktor: leistung.
Energie: Option 2: Gleiche Genauigkeit wie Leistung.

Allgemeines

Eingänge: Potentialfrei, 4-Leiter. Die maximale Spannung zwischen den Lo-Eingängen darf 8V Spitze nicht übersteigen. Bei grösseren Werten tritt Nichtlinearität auf. Maximal zulässige Ueberlast zwischen den Lo-Eingängen ist 250V.

Gleich- Gleichtaktspannung: 700V Spitze von beliebigem Eingang
takt: gegen Erde.

Gleichtaktunterdrückung:

Stromeingänge: 140dB at 50/60Hz, 120dB bei 1kHz

Spannungseingänge: 100dB at 50/60Hz, 80dB bei 1kHz

Max. Spannungsanstieg eines Lo-Eingangs: 150V/us.

Anzeige: 6 Stellen, 12.5 Vakuum-Fluoreszenz Anzeige. Grüne und rote Leds.

Tasten Funk-

tionen: Das 103A besitzt 20 Tasten für die Wahl der Spannungs- und Strombereiche, für die Anzeige, die Kopplung, Auto-, Trig- und Skalierfunktion.

Anstiegszeit: 1 Sekunde für alle Funktionen

Bereichswahl: Automatisch oder manuell

Temperatur

Bereich: 0-40°C Betrieb, -30 bis 60°C Lagerung

Feuchte: 80% RF von 0 bis 35°C

Anwärmzeit: 10 Minuten

Netz: 220V (110V) +20%/-10%, 50-400Hz, 15VA

Grösse: H x W x D; 132mm x 236mm x 300mm

Gewicht: 3.7kg

IEEE-488 Schnittstelle ist von den Wattmetereingängen galvanisch
Schnitt- getrennt. Option ermöglicht vollständige Steuerung und
stelle: Datenübertragung und unterstützt die folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, DC1, DT1.

Energie Option erlaubt simultane Berechnung der Energie (Wh),
Konverter: der Scheinleistung (VA) und des Leistungsfaktors (PF).
Skalie- Option erlaubt Spannungs- und Stromskalierung für Fak-
rung: toren von 0.0001 bis 99999. Alle Grössen werden entsprechend umgerechnet und angezeigt. Zudem können die Eingänge A,B auf Eingang C umgeschaltet werden (Spannungen von externen Messwiderständen).

Schreiberaus-

gänge: Drei galvanisch getrennte Schreiberausgänge für Strom- und Spannungseffektivwert und mittlere Leistung.

Breitband-Schreiber-

ausgang: Option dient zur Messung der Momentanleistung bei Einschaltvorgängen. Bandbreite DC-10kHz. Ausgang ist galvanisch getrennt von 103A-Eingang.

2. BEDIENUNGSANLEITUNG

2.1. EINFUEHRUNG

Dieser Abschnitt beinhaltet die Bedienungsanleitung für das 103A. In Abschnitt 3 sind messtechnische Grundsätze, die beim Messen berücksichtigt werden sollten, beschrieben.

2.2. Installation

Das 103A hat eine auf der Rückwand angebrachte Netzsicherung in Serie mit dem Eingangstransformator. Eine 200mA, 250V, träge Sicherung wird (220V Netzbetrieb) bei der Herstellung des 103A eingesetzt. Wird mit einer Netzspannung von 90V bis 130V gearbeitet, muss die Sicherung gegen eine 400mA, 250V träge Sicherung getauscht werden.

WARNUNG: Um einen elektrischen Schlag zu vermeiden, muss vor dem Auswechseln der Sicherung das Netzan-schlusskabel herausgezogen werden.

2.3. Netzanschluss

WARNUNG: Um Schaden am Gerät zu vermeiden, muss der Spannungswählschalter die korrekte Spannung auf der Rückseite des 103A anzeigen.
Um Schlaggefahr zu vermeiden, sollte das Kabel des 103A an einen Netzstecker mit Erdungskontakt angeschlossen werden.

2.4. Verstellbare Lage des 103A

Vier verstellbare Füße an der Unterseite des 103A ermöglichen verschiedene Schräglagen und somit optimal eingestellte Blickwinkel auf die Anzeige des Instrumentes. Die Position der Füße kann verstellt werden, indem sie hineingedrückt und bis zum Anschlag der gewünschten Schräglage gedreht werden.

2.5. Rack-Montage

Für den Einbau des Gerätes in ein 19-Zoll-Rack werden je ein Rack-Adapter an die rechte und linke Instrumentenseite geschraubt.

2.6. Betriebseigenschaften

Beim Einschalten des 103A werden zuerst die digitalen und analogen Schaltkreise aktiviert. Beim Aufstarten leuchten alle Anzeigesegmente und LEDS während zirka einer Sekunde auf. Das 103A bestimmt die installierten Optionen und legt den entsprechenden Optionenstatus fest.

Das 103A nimmt dann folgende Konfigurationen an:

- Leistungsanzeige
- Automatische Bereichswahl (3000V → 3V/30A → 3A)
- Wechselstromkopplung
- Vierstellige Anzeige mit höchster Anzeigegeschwindigkeit
- Lokale Bedienung (Frontplattenbedienung)

2.7. Front- und Rückwandbeschrieb

Die Funktionen auf der Vorderseite des Instrumentes werden in Abbildung 2.1. erläutert, die Funktionen auf der Rückseite in Abbildung 2.2. Die Definitionen der gemessenen Werte sind in Abschnitt 1.4. zu finden.

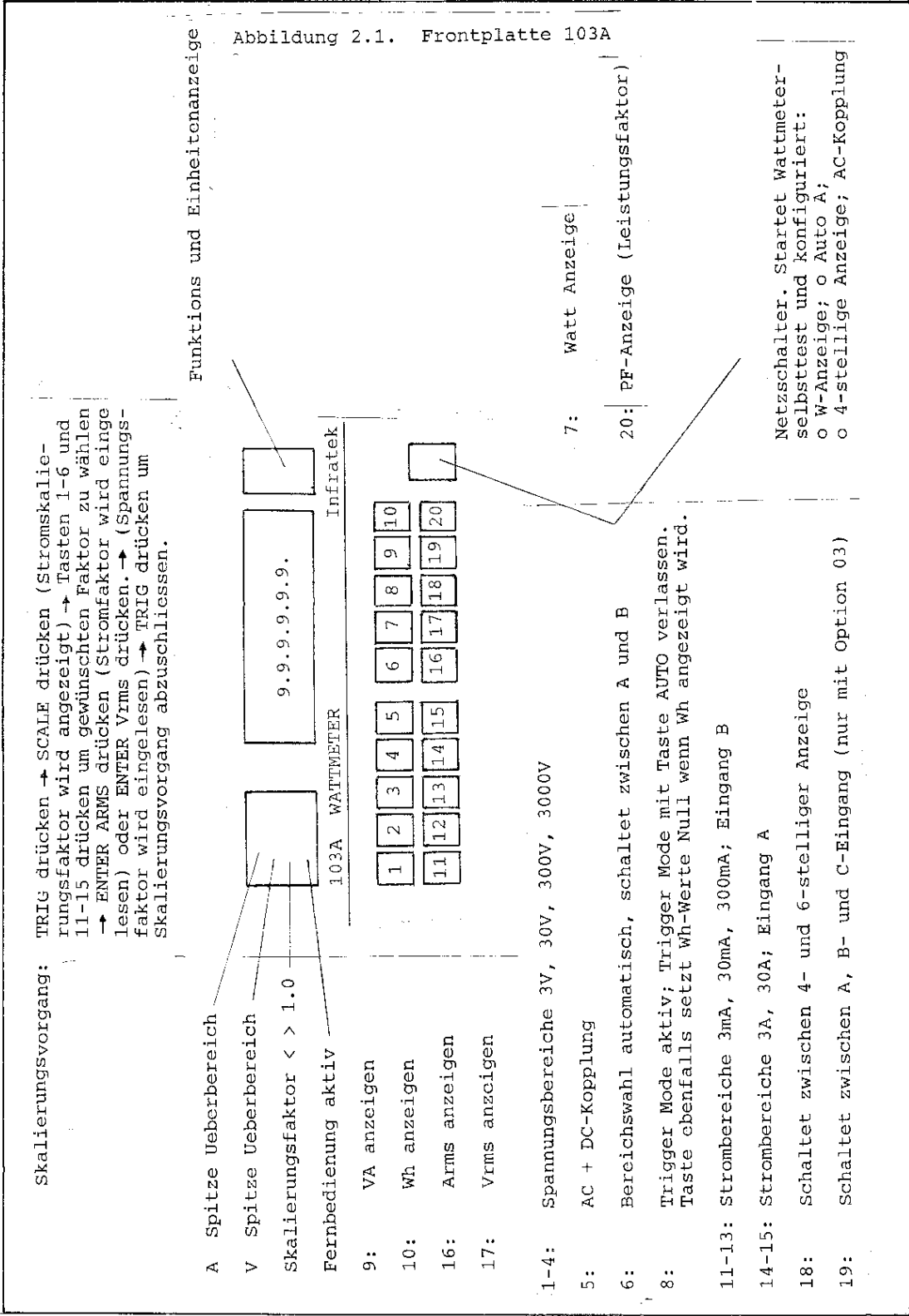
Die Funktionen Wh, VA und Leistungsfaktor sind nur mit der Option 02, dem Energiekonverter, erhältlich. Ebenso sind auch die Funktionen Stromskalierung und Spannungsskalierung sowie die Umschaltfunktion von Stromeingang zu Eingang C nur mit der Option 03, der Skalierung, erhältlich. Sind die beiden Optionen beim 103A nicht vorhanden, reagiert das Gerät beim Betätigen der entsprechenden Funktionstasten nicht.

2.8. Anzeige

Die Anzeige des 103A besteht aus sechs 12.5 mm hohen 7 Segment Vakuum-Fluoreszenz-Anzeigepositionen. Die Einheiten werden durch LEDS erhellt, welche sich rechts des numerischen Feldes befinden. Die Betriebsanzeigen werden in Abbildung 2.1. genauer erklärt.

2.9. Uebersbereichsanzeige

Ein Eingang ist im Uebersbereich, wenn er den Anzeigebereich des gewählten Messbereichs überschreitet oder wenn die Spitzenwerte des Signals den linearen Bereich überschreiten. Gleiches gilt auch für die Effektivwertkonverter und den Multiplikator. Erfolgt eine Anzeige im Uebersbereich, leuchten die höchste Stelle und die Dezimalstelle auf; die restlichen Stellen bleiben dunkel.



Allgemein gilt: Die beiden Lo-Eingänge müssen verbunden werden.
Eine maximale Impedanz von $1k\Omega$ ist zulässig. Die maximale Spannungsdifferenz soll 8V Spitze nicht überschreiten.

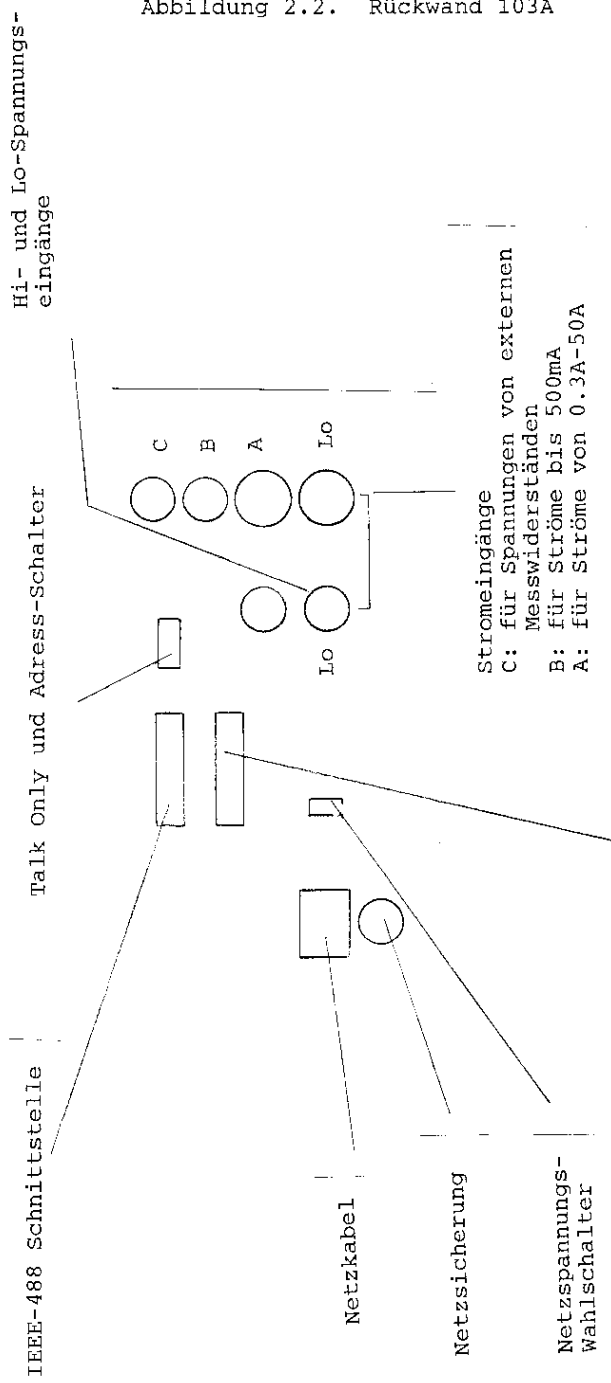


Abbildung 2.2. Rückwand 103A

Schreiberausgang
pin 24: + Momentanleistung
pin 12: - Momentanleistung
pin 23: + Arms
pin 11: - Arms
pin 21: + Vrms
pin 9: - Vrms
pin 22: + mittlere Leistung (nur pos. Werte)
pin 10: - mittlere Leistung

Wird ein Spitzenwert eines Signals überschritten, blinkt die ganze Anzeige. Werden gleichzeitig sowohl der Anzeigebereich als auch der Spitzenwert überschritten, blinken die höchste Stelle und der Dezimalpunkt.

Werden die maximal zulässigen Spitzenwerte überschritten leuchten die entsprechenden Indikatoren auf (A-PEAK OVER, V-PEAK OVER).

WARNUNG: Es erfolgt keine zusätzliche Anzeige wenn die maximalen Eingangswerte überschritten werden.

2.10. Bereichswahl

Messbereiche können auf zwei Arten gewählt werden: mit automatischer Bereichswahl Autorange, indem die Taste AUTO gedrückt wird, oder mit manueller Bereichswahl (manual range), indem die gewünschte Bereichstaste gedrückt wird.

Ist das 103A auf AUTORANGE eingestellt, sind sowohl der Spannungs- als auch der Strompfad auf AUTORANGE programmiert. Das 103A zeigt explizite Einheiten in jedem Bereich an, sodass bequemes Ablesen der Anzeige möglich ist.

Automatische Bereichswahl

Bei Autorange geht das 103A automatisch in einen höheren Bereich, sobald der Eingang den Wert 310'000 übersteigt und springt entsprechend in einen niedrigeren Bereich, wenn der Eingang unter dem Wert 30'000 fällt. (Approximativwerte)

ACHTUNG: Unter Umständen kommt es zu einer Ueberschreitung der Spitzenwerte, ohne dass das 103A in einen höheren Bereich springt. Sollte dies der Fall sein, ist manuelle Bereichswahl (Manual-Ranging) zu verwenden.

Automatische Bereichswahl erfolgt entweder am Stromeingang A oder B. Wird die Taste AUTO gedrückt, springt das AUTORANGING zwischen Stromeingang A und B hin und her.

Wird der Eingang C benutzt (für Spannungseingänge von externen Stromshunts), beschränkt sich das AUTORANGING auf die drei Strombereiche 3mA/30mA/300mA (entsprechende Skalierung muss eingestellt werden!)

Manuelle Bereichswahl

Bei manueller Bereichswahl bleibt das 103A im gewählten Bereich bis ein anderer Bereich gewählt oder die Taste AUTO gedrückt wird. Im Allgemeinen werden mit MANUAL-RANGING genauere Messwerte erzielt, besonders wenn die Ueberbereichs-Möglichkeit des 103A genutzt wird.

Beispiel: Eine 380V verkettete Spannung kann im 300V Bereich gemessen werden (maximale Anzeige bis zu 480V).

2.11. Kopplung

In der normalen Betriebsart sind die Spannungs- und Stromeingänge AC-gekoppelt. Alle Signale über 10Hz werden durchgelassen und im Instrument verarbeitet. Beim Betätigen der Taste AC+DC-Control leuchtet die entsprechende LED auf und zeigt die AC+DC-Kopplung an. Signale von Gleichstrom bis 100 kHz werden durchgelassen und verarbeitet. Auf diese Weise stellt das 103A Gleichstromanteile fest.

Um mit dem Breitband-Schreiberausgang Leistungseinschwingvorgänge zu messen, muss das 103A auf AC+DC-Kopplung geschaltet werden. Arbeitet das 103A nur mit AC-Kopplung, werden in diesem Fall fehlerhafte Messungen entstehen.

2.12. Triggern

Die Triggerfunktion des 103A löst einen Messzyklus mit anschließender Resultatsanzeige aus.

Der Messzyklus wird gestartet, indem entweder die Funktionstaste TRIG betätigt wird oder aber der Triggerbefehl von der IEEE-Schnittstelle gesendet wird. Wird eine Messung getriggert, bleibt das numerische Feld bis zum Erscheinen der definitiven Messwerte dunkel.

Während eines Messzyklus werden alle Werte bestimmt (A, V, W; Option 02: VA, Leistungsfaktor). Diese Messwerte können mit Hilfe der entsprechenden Funktionstasten aufgerufen werden.

Der Trigger-Modus kann durch Betätigen der Taste AUTO Control verlassen werden.

2.13. Anzeigerate

Die Funktionstaste RATE ermöglicht die Wahl einer mittleren Anzeigerate (vierstellig) und einer langsamen, Anzeigerate (sechsstellig).

Die Filterfunktion des 103A bleibt unverändert.

Wählt man die vierstellige Anzeige und überschreitet der Dezimalpunkt die vierte Stelle, muss das 103A auf die sechsstellige Anzeige umgeschaltet werden. Dies kann geschehen, wenn mit grossen Skalierungsfaktoren skaliert wird.

2.14 Rückwand-Eingänge

Lo-Eingänge:

Die Rückwandeingänge für Spannung und Strom erfolgen über einen Vierleitereingang. Dieser Eingang kann zum Eliminieren von Leistungsverlusten bei langen Zuleitungen zwischen der Last und dem Wattmeter verwendet werden. Es muss allerdings eine kleine Einschränkung gemacht werden:

Die Spannungsdifferenz zwischen dem Strom-Lo-Eingang und dem Spannungs-Lo-Eingang muss stets kleiner als 8V Spitze sein. Ist die Spannungsdifferenz grösser als 8V Spitze, können nicht-lineares Verhalten und Ueberlast entstehen. Eine Spannungsdifferenz zwischen den Lo-Eingängen die weniger als 250Vrms (Effektivwert) beträgt, fügt dem Wattmetereingang keinesfalls Schaden zu.

Für alle Messungen müssen die beiden Lo-Eingänge entweder mit langen Zuleitungen von und zur Last oder mit einem kurzen Schaltdraht miteinander verbunden werden.

Die Lo-Eingänge des Wattmeters müssen stets an die Lo-Seite der zu messenden Last angeschlossen werden. Wird diese Regel nicht beachtet, setzt man das 103A grossen Gleichtaktspannungen aus; ist die Anstiegsgeschwindigkeit der Gleichtaktspannung zudem grösser als 150V/Mikrosekunde, wird die Synchronisation des Wattmeterschaltkreises gestört. Das 103A muss dann aus- und wieder eingeschaltet werden, damit es neu initialisiert wird.

HI-Spannungseingang:

Der HI-Spannungseingang wird an die HI-Seite der Last angeschlossen.

HI-Stromeingänge (Eingang A/Eingang B):

Der HI-Stromeingang wird in Serie mit der Last (auf der Lo-Seite) angeschlossen.

HI-Stromeingang (Eingang C, Option):

Der Eingang C ist für Spannungseingänge von externen Stromshunts bestimmt. Beim Benützen des Eingangs C treffen die bereits am Anfang dieses Abschnitts (2.14) gemachten Einschränkungen bezüglich des Lo-Eingangs ebenfalls zu.

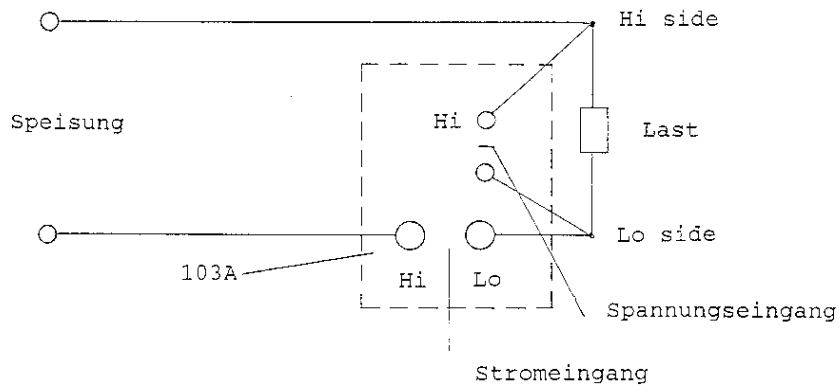


Abbildung 2.3. Beschaltung des 103A Wattmeters

3. MESSTECHNISCHE GRUNDSÄTZE

3.1. EINFÜHRUNG

In diesem Kapitel werden Grundsätze und Techniken besprochen, um dem Benutzer ein effizientes Bedienen des 103A leichter zu gestalten. Es werden unter anderem die am häufigsten vorkommenden Fehlerquellen besprochen.

In diesem Kapitel werden zudem die Vorteile von Vierleiter-Leistungsmessungen besprochen und die besonderen Grundsätze für Wechselstrommessungen erläutert.

3.2. Eingangüberlast Schutzlimiten

W A R N U N G

Um einen elektrischen Schlag und/oder Schaden am Gerät zu vermeiden, dürfen Eingangspotentiale, die die Eingangüberlast Schutzlimiten übersteigen, **nicht** verwendet werden.

Tabelle 3.1. Eingangüberlast Schutzlimiten

Function	Connectors	Maximum Input
Vrms	Input Hi and Lo	1000Vrms, 1400Vp
Arms, Input A	Input Hi and Lo	40Arms
Arms, Input B	Input Hi and Lo	0.7Arms
Arms, Input C	Input Hi and Lo	250V
All Functions	Diff.between Lo	250V
All Functions	Lo-terminals to earth	700Vp
All Functions	Lo-terminals to earth	5V/micro second

Das 103A ist gegen die oben aufgeführten Schutzlimiten für Ueberlasten geschützt. Werden diese Limiten überschritten, besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages und/oder Schaden am Gerät.

3.3. Spannungsmessungen

Um die Spannung zu messen, ist die entsprechende Funktion zu wählen, und die Messkabel sind gemäss den Aufzeichnungen in Abbildung 3.1. anzuschliessen.

3.4. Strommessungen

Um den Strom zu messen, ist die entsprechende Funktion zu wählen, und die Messkabel sind gemäss den Aufzeichnungen in Abbildung 3.2. anzuschliessen.

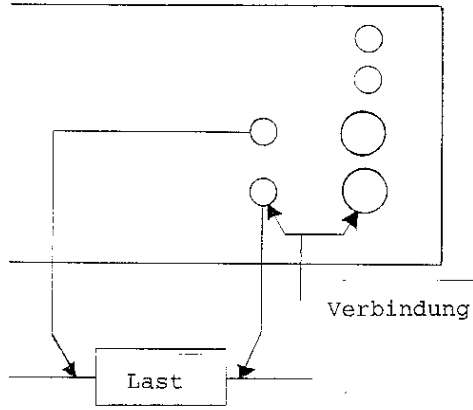


Abbildung 3.1. Spannungsmessung

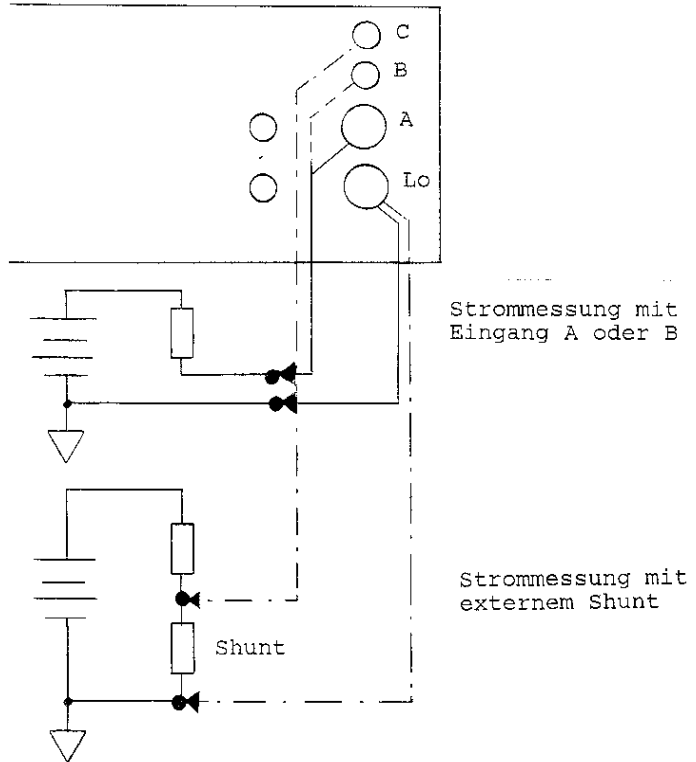


Abbildung 3.2. Strommessung

3.5. Leistungsmessungen

Um die Leistung zu messen, ist die entsprechende Funktion zu wählen, und die Messkabel sind gemäss den Aufzeichnungen in Abbildung 3.3. A/B anzuschliessen.

In Abbildung 3.3.A ist die Messzuleitung bei geringfügigem Leistungsverlust innerhalb der Messkabel dargestellt.

In Abbildung 3.3.B wird gezeigt, wie die Messkabelzuleitung das Vierleitermessverfahren optimal ausnützt und wie der Leistungsverlust ausgeglichen werden kann.

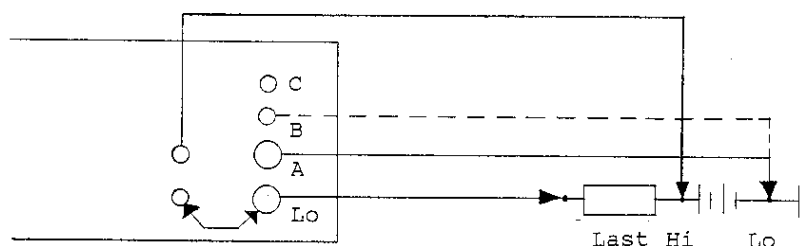


Abbildung 3.3a. Konventionelle Leistungsmessung

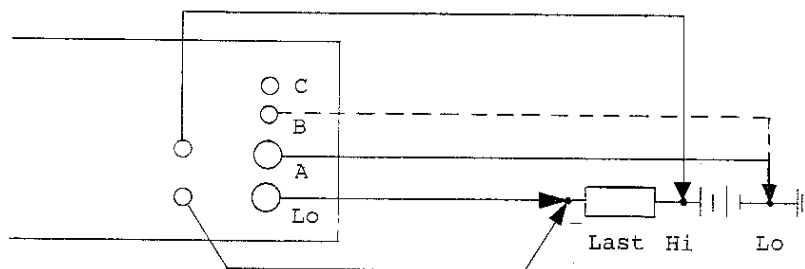


Abbildung 3.3b. Leistungsmessung mit 4-Leiter Messverfahren

3.6. Stromkreis-Belastungsfehler

Wenn das Wattmeter an einen Stromkreis angeschlossen wird, belasten die internen Widerstände des Wattmeters den zu messenden Stromkreis. Obwohl der Leistungsverlust auf der Messleitung ausgeglichen werden kann, ist es unmöglich, den Leistungsverlust im Stromkreis des Wattmeters zu vermeiden. Die Eingangskonfiguration des Wattmeters ist, wie in Abbildung 3.4. gezeigt wird, vorgegeben.

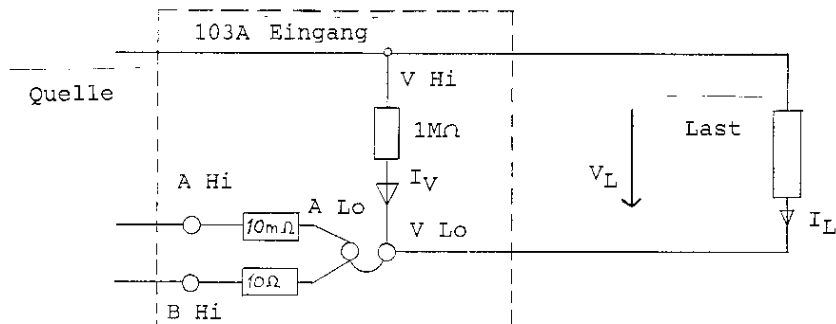


Abbildung 3.4. Eingangs-Konfiguration

Derjenige Strom, der im 1M Ω Spannungseingangs-widerstand fließt, führt zu einer Stromkreisbelastung, welche wiederum einen Belastungsfehler im Hauptstromkreis bewirkt. Bei Lastwiderständen >1k Ω wird der Strom I_v , der im 1M Ω Eingangswiderstand fließt, >0.1 % des Laststromes I_L . Die Strom- und Leistungsanzeige des 103A weist dann die folgenden Fehler auf:

$$\text{Stromanzeige} = I_L + I_v \quad (I_L \text{ Laststrom})$$

$$\text{Leistungsanzeige} = P_L + P_v \quad (P_L \text{ Lastleistung})$$

Approximative Stromkreis-Belastungsfehler für ohmsche Lasten R_L

$R_L < 1k\Omega$	Strom- und Leistungsfehler	< 0.1 %
$R_L = 1k\Omega$	Strom- und Leistungsfehler	=+ 0.1 %
$R_L = 2k\Omega$	Strom- und Leistungsfehler	=+ 0.2 %
$R_L = 3k\Omega$	Strom- und Leistungsfehler	=+ 0.3 %

3.7. Messen der Effektivwerte von Spannung und Strom

Der Effektivwert einer Wellenform ist äquivalent zum Gleichstromwert, welcher in einem Widerstand die gleiche Menge Wärme erzeugt. Mit Hilfe des Effektivwerts als zuverlässige Basis können ungleiche Wellenformen miteinander verglichen werden. Das 103A leitet den Effektivwert aufgrund von analogen Berechnungen ab. Dies bedeutet, dass die angezeigten Werte des 103A Effektivwerte für sämtliche Wellenformen sind, zumindest wenn sich die harmonischen Schwingungen innerhalb der Bandbreite des 103A bewegen.

Im Gegensatz dazu verwenden viele der heute benutzten Messinstrumente den Gleichrichtwert. Für sinusförmige Signale wird dann auf Effektivwert kalibriert. Ist jedoch ein Signal nicht sinusförmig, zeigen diese Geräte keine korrekten Effektivwerte an.

In Abbildung 3.5 werden verschiedene Wellenformen miteinander verglichen und die Effektiv- und Gleichrichtwerte einander gegenübergestellt. Es werden zudem der Scheitelfaktor und Formfaktor und ihre Definitionen angegeben.

Formfaktor = Effektivwert / Gleichrichtwert
 Scheitelfaktor = Spitzenwert / Effektivwert


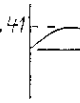
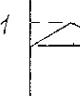
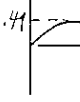
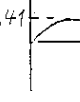
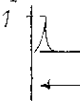
Waveform	RMS	Rectified mean	Crest factor	Form factor
	1.000	1.000	1.000	1.000
	1.000	0.9009	1.414	1.110
	0.577	0.499	1.732	1.155
	0.707	0.637	2.000	1.110
	1.000	0.9009	1.414	1.110
spike 			> 10	> 10

Abbildung 3.5. Vergleich verschiedener Wellenformen

3.8. Scheitelfaktor

Mit dem Scheitelfaktor wird die Fähigkeit eines Instrumentes, eine Vielzahl von verschiedenen Wellenformen genau aufzuzeichnen, ausgedrückt. Der Scheitelfaktor einer Wellenform ist das Verhältnis zwischen ihrem Spitzenwert und ihrem Effektivwert. Nicht selten muss der Entwickler eines Gerätes ein Kompromiss zwischen Scheitelfaktor und Genauigkeit eingehen. Für Spannung und Strom beträgt der Scheitelfaktor an der oberen Bereichsgrenze 4.0. Das 103A hat für Spannung und Strom eine Spitzenwert-Überbereichsanzeige, die den Benutzer vor Signalspitzen im Überbereich warnt.

3.9. Kombinierte Wechselstrom- und Gleichstrommessungen

Das 103A bestimmt die Effektivwerte der Signale mit Wechselstromkomponenten. Stellen Sie das 103A auf AC+DC-Kopplung. Das Instrument berechnet die folgenden Effektivwerte:

$$V_{rms} = (\text{Vac}^2 + \text{Vdc}^2)^{1/2}$$

Der Wechselstromanteil kann bestimmt werden, indem man das Gerät auf AC-Kopplung einstellt.

3.10. Wichtige Hinweise zur Leistungsmessung

Die Leistungsmessung ist aus verschiedenen Gründen schwierig. Die Momentanwerte von Strom und Spannung müssen phasengerecht multipliziert werden. Normalerweise werden die Strom- und Spannungsverstärkungen über einen weiten Bereich geschaltet. Dabei können Phasenfehler auftreten und die Messung verfälschen. Phasenfehler wirken sich vor allem bei niedrigeren Leistungsfaktoren aus.

Das folgende Beispiel verdeutlicht diesen Fall:

$I_{rms} \cdot V_{rms} = 100VA$, Leistungsfaktor = 0.01, Leistung = 1W.

Verlangt der Benutzer bei der angezeigten Leistung 1 % Genauigkeit, ist die von ihm gewünschte Instrumentengenauigkeit in Wirklichkeit 0.01 %. Warum das? Ganz einfach: Der Multiplikator verarbeitet Hintergrundsignale entsprechend von 100VA innerhalb einer Fehlergrenze von 0.01W. Daraus entsteht die Instrumentengenauigkeit von 0.01 %.

Wenn z.B. Leistungsmessungen an Frequenzumrichtern vorgenommen werden, entstehen ausserordentlich schwierige Bedingungen. Strom- und Spannungssignale unterscheiden sich stark voneinander: Das Stromsignal ist mehr oder weniger sinusförmig, während das Spannungssignal aus einer Sequenz von positiven und negativ (gewichteten) Impulsen besteht. Es können Spannungstransienten über 500V/us beobachtet werden. Obwohl die Grundfrequenz des Stroms in der Gegend von 50Hz liegt, muss das Wattmeter Frequenzen, weit höher als 100kHz verarbeiten.

Niedrige Leistungsfaktoren erschweren zusätzlich die Leistungsmessungen.

3.11. Leistung eines Rechtecksignals

Sämtliche Infratek Wattmeter sind Breitband-Instrumente. Die folgende Abhandlung soll zeigen, dass für genaues Leistungsmessen Breitbandwattmeter erforderlich sind.

Nehmen wir an, ein Rechtecksignal mit 1kHz Grundfrequenz speise eine ohmsche Last. Um den Leistungsbeitrag der einzelnen Harmonischen zu bestimmen, werden Strom und Spannung in einer Fourierreihe dargestellt. Aus der Momentanleistung $p = u \cdot i$ wird nun die gesamte Leistung aller Frequenzen berechnet, wobei wir beachten, dass nur Produkte derselben Frequenzen Leistungsbeiträge ergeben.

Fundamental	100 %	1kHz
3. Harmonic	11 %	3kHz
5. Harmonic	4 %	5kHz
7. Harmonic	2 %	7kHz
9. Harmonic	1.2 %	9kHz
11. Harmonic	0.8 %	11kHz

Tabelle 3.2. Relativer Leistungsgehalt von Quadratwellen

In Tabelle 3.2. werden die relativen Leistungsanteile der harmonischen Wellen dargestellt. Dabei wird deutlich, dass genaue Leistungsmessungen Breitbandwattmeter erfordern. Eine Bandbreite von nur 11kHz würde nicht genügen, da Phasenfehler Leistungsmessfehler zur Folge hätten.

Bei niedrigen Leistungsfaktoren (induktive oder kapazitive Last) verschlechtern sich die Messresultate noch zusätzlich. Phasenfehler von 1 Grad haben 100 % Messfehler zur Folge. Es wäre also ein Wattmeter von mindestens 50kHz Bandbreite erforderlich.

4. FERNPROGRAMMIERUNG

4.1. EINFUEHRUNG

Die IEEE-488 Schnittstelle macht das 103A zu einem voll programmierbaren Instrument, welches mit dem IEEE-488 Schnittstellenbus bedient werden kann. Mit Hilfe dieser Schnittstelle kann das 103A in ein automatisiertes Messsystem integriert werden. Das 103A kann entweder von einem fernbedienbaren Bus vollumfänglich interaktiv gesteuert werden, oder aber auf den "Talk-only-Modus", bei dem jeweils ein oder mehrere Empfänger angeschlossen sind, eingeschaltet werden.

4.2. Möglichkeiten

Mit der IEEE-488 Schnittstelle können ausser der Leistung sämtliche an der Vorderseite des Instrumentes aufgeführten Messwerte mittels Fernbedienung aufgerufen werden. Die Tasten "Wh", "PF" und "VA" können nur benützt werden, wenn die Option 2, der Energiekonverter installiert ist. Ebenso können die Werte Strom und Spannung nur von der Schnittstelle aus skaliert werden, wenn die Skalierungsoption (Option 03) installiert ist. Die Schnittstelle ist vom Eingangsstromkreis galvanisch getrennt. Die maximal zulässige Spannungsdifferenz zwischen den 103A LO-Eingängen und der IEEE-488 Schnittstelle ist 500Vrms.

WARNUNG: Spannungsdifferenzen zwischen den 103A Lo-Eingängen und der IEEE-488 Schnittstelle, die höher als 500Vrms sind, können das Instrument beschädigen oder einen elektrischen Schock auslösen.

Weitere Eigenschaften des 103A sind:

- volle TALK/LISTEN Ausstattung, einschliesslich einem "TALK-only-Modus"
- umfassender Befehlsatz
- schneller Messdurchlauf
- volle Fern-/Lokalbedienung
- vollumfängliche Serien-Abfragemöglichkeit mit Binärzeichenmaske für den Bedienungsaufruf (service request - SRQ)
- Schnittstellen-Triggerfunktion
- wählbarer Datenausgabe-Terminator
- Ausgabe der 103A Seriennummer

Das 103A unterstützt die folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1, L4, SR1, RL1, DC1, DT1, PP0 und C0.

4.3. Bus-Adresswahl

- a. Drehen Sie den **Power**-Schalter des 103A auf Off und setzen Sie den Adressschalter (auf der Rückwand des Instrumentes) auf die gewünschte Adresse.

		Address	Address	A5	A4	A3	A2	A1
			01	0	0	0	0	1
			02	0	0	0	1	0
ON	7	5	4	3	2	1		
OFF	•		03	0	0	0	1	1
			04	0	0	1	0	0
		/Talk only	05	0	0	1	0	1
			:				:	
			:				:	

- b. Schalten Sie das 103A ein.
Bei der Herstellung des 103A wird die Adresse 05 belegt und der "Talk-only-Modus" auf Off gesetzt.

4.4. Gerätabhängige Befehle

Gerätabhängige Befehle bilden den Kern der 103A-Fernprogrammierung. Sie teilen dem 103A mit, wie und wann gemessen werden muss, wann Daten auf den Bus zu übertragen sind, wann und unter welchen Voraussetzungen Bedienungsaufrufe gemacht werden müssen und welche Daten schliesslich auf der Anzeige erscheinen sollen. Eine vollständige Liste aller gerätabhängigen Befehle finden Sie in Abbildung 4.1. Sämtliche Befehle sind mit Grossbuchstaben einzugeben. Damit das 103A die Befehle empfangen kann, müssen sie über den IEEE-Bus abgeschickt werden. Damit das 103A Befehle empfangen kann, muss es auf Fernprogrammierung (REMOTE) eingestellt sein und als Empfänger (Listener) adressiert werden.

4.5. Ausgabe-Befehl Fn

Der Ausgabebefehl teilt dem 103A mit, welche Werte in den Ausgabepuffer geladen werden müssen. Ist das 103A auf "TALK" adressiert, wird der Inhalt des Ausgabepuffers auf den Bus geladen.

Beispiel	Erklärung
"F0"	Der "Stromeffektivwert", z.B. 30,7856mA, wird in den Ausgabepuffer geladen.
"F4"	Ist die Option 02 installiert, wird der Energiewert z.B. 18152,2Wh in den Ausgabepuffer geladen. Ist diese Option nicht installiert, ignoriert das 103A den Befehl.

103A IEEE-488 INTERFACE COMMANDS

```
-----
Output Function Commands                               Range Commands
-----
F0 Arms ,RMS current                                  I0 3mA      U0 3V
F1 Vrms ,RMS voltage                                  I1 30mA     U1 30V
F2 W ,power default                                   I2 300mA    U2 300V
-----
F3 VA ,apparent power                                 I3 3 A      U3 3000V
F4 Wh ,energy                                          I4 30A
F5 PF ,power factor
-----
G1 Get range I,U; SRQ mask; termin.;
G2 Get current scaling factor
G3 Get voltage scaling factor
G4 Get instrument serial number

Mode Commands                                         Display Commands
-----
C0 Autorange 3A, 30A default                          D0 Arms display
C1 Autorange 3mA,30mA,300mA                          D1 Vrms display
C2 AC-coupling default                                D2 W display default
C3 AC+DC-coupling
C4 Triggered measurement on                          D3 VA display
C5 Trigger measurement                               D4 Wh display
C6 Triggered measurement off                         D5 PF display
C7 4 digit display default
C8 6 digit display
C9 Wh reset

Set Commands
-----
S1 xxxx.xx Set current scaling factor: e.g. xxxx.xx = 1000.85
S2 xxxx.xx Set voltage scaling factor: e.g. xxxx.xx = 20
S3 Select inputs A,B to C, C to A,B; toggels

SRQ Mask Command                                     Terminator Commands
-----
P0 SRQ disabled                                       W1 CR/LF/EOI
P1 SRQ on current over                                W2 CR/LF
P2 SRQ on voltage over                                W3 EOI only
P3 SRQ on current or voltage over                    W4 disable terminators
P4 SRQ on power over
P5 SRQ on current or power over
P6 SRQ on voltage or power over
P7 SRQ on current,voltage or power over
P8 SRQ on data available

Typical command strings for HP9816 PC and HP-85 calculator.
The address of the 103A Wattmeter is 5.
CLEAR 7 ;Clear port
CLEAR 705 ;Clear 103A to default functions
OUTPUT 705;"D0 C8" ;Display Arms, 6 digits
FOR I=1 TO 8
  OUTPUT 705;"F0" ;Setup for current output
  ENTER 705; R,R$ ;Read data from 103A
  PRINT I;R;R$ ;HP-85 display
NEXT I
OUTPUT 705;"S1 100.5" ;Scale current by 100.5
-----
```

Abbildung 4.1. Gerätabhängige Befehle

4.6. Ausgabebefehl Gn

Der G1-Befehl kopiert im nachfolgend beschriebenen Format den 103A Strom- und Spannungsbereich, die Bedienungsaufrufsmaske (SRQ) und die gewählten Endmarker in den Ausgabepuffer. Die Formate G2, G3 und G4 sind ebenfalls in der nachfolgenden Liste zu finden.

Befehl	Ausgabe	Bedeutung
G1	frst	f=0-4 wie I-Bereich Befehle r=0-3 wie U-Bereich Befehle s=0-8 wie SRQ-Maske t=1-4 wie Terminatoren
G2	SF A=1.00000	Stromskalierungsfaktor
G3	SF V=1.00000	Spannungsskalierungsfaktor
G4	103A SN 8047258	Seriennummer

4.7. Bereichsbefehle In, Un

Die Bereichsbefehle teilen dem 103A mit, welche Strom- und Spannungsbereiche gewählt werden müssen. Ein Bereichsbefehl stellt das 103A automatisch auf manuelle Bereichswahl ein. Die festgelegten Bereiche können mit dem Befehl G1 abgerufen werden.

4.8. Anzeigebefehle

Die Anzeigebefehle duplizieren die Funktionen auf der rechten Tastenhälfte der Tasten unterhalb der Anzeige. Ist die Option 02 installiert, berücksichtigt das 103A die Anzeigebefehle D3, D4 und D5; andernfalls werden sie einfach ignoriert.

Beispiel	Erklärung
"D1"	Anzeige Vrms
"D5"	Der Leistungsfaktor wird angezeigt, sofern die Option 02 installiert ist.

4.9. Modusbefehle

Die Modusbefehle C0, ..., C9 verdoppeln einen Teil der Funktionstasten unterhalb der Anzeige.

Beispiel	Erklärung
"C0C2C8C9"	Wählt AUTORANGE für Spannung und Strom (3A, 30A), Wechselstromkopplung, 6-stellige Anzeige, und stellt die Energieanzeige zurück auf Null.

4.10. Einstellen des Skalierfaktors (Befehl Sn)

Diese Befehle können vom Instrument nur ausgeführt werden, wenn die Skaleroption (Option 03) installiert ist.

Beispiel	Erklärung
"S1 100.2"	Setzt Skalierfaktor auf 100.2. Maximale 6 Stellen, mit oder ohne Dezimalpunkt sind zulässig. Auf "S1" muss ein Leerschlag/Abstand folgen.
S2 100"	Spannungs-Skalierfaktor liegt bei 100
"S3"	Schaltet Eingänge zwischen den Eingängen A/B und C hin und her.

4.11. Befehle für die Bedienungsaufdruckmaske

Die SRQ-Maskenbefehle P0 bis P8 werden gebraucht, um das 103A so zu programmieren, dass es aufgrund von benutzerspezifischen Bedingungen Bedienungsaufdrucke ausführt.

Beispiel	Erklärung
"P7"	Bedienungsaufdrucke für Strom, Spannung oder Leistung im Ueberbereich.

4.12. Terminatorbefehle Wn

Die Terminatorbefehle bestimmen, welche Endzeichen das 103A zu jedem Ausgabestring hinzufügt. Die Terminatoren sind: Carriage Return (CR) = Wagenrücklauf, Line Feed (LF) = Zeilenvorschub, und End or Identify (EOI) = abschliessen oder kennzeichnen. CR und LF sind ASCII-Codes, welche genau wie die Ausgabedaten über den Datenbus geschickt werden. EOI ist eine einzelne Leitung, die gleichzeitig mit dem letzten Zeichen gesetzt wird. Im Normalfall endet jede Ausgabe-Zeichenkette mit CR, gefolgt von LF und EOI. Die Wahl der Terminatoren kann mit dem Befehl G1 abgelesen werden. Beim Einschalten springt das 103A auf W1.

4.13. Verarbeiten der Eingabe

Ein Eingabestring kann so viele Befehle enthalten wie nötig sind. Einzige Ausnahme sind die beiden Befehle S1 und S2. Die Befehle werden in der Reihenfolge der Eingabe verarbeitet. Befehle, die das 103A nicht kennt, bleiben unbeachtet. Eine Befehlskette muss mit CR (carriage return) und LF (line feed) beendet werden; EOI ist frei wählbar. Die meisten Steuergeräte beenden einen Befehlsatz mit dem Paar CR LF. Ist dies nicht der Fall, muss der Programmierer ein explizites Endzeichen setzen. Das 103A verwendet alphabetische Zeichen in Grossbuchstaben; ausser bei den beiden Befehlen S1 und S2 werden Abstände generell nicht berücksichtigt. Zu den beiden Ausnahmen S1 und S2: Diese beiden Befehle können nur einzeln gesendet werden, da hier ein Befehl mit einer numerischen Grösse gekoppelt ist.

Beispiel für HP85 Controller

```
Output 705;"S1 50.08";    Stromskalierung    50.08
Output 705;"S2 0.5";      Spannungsskalierung  0.5
```

4.14 Syntaxregeln

Die zwei folgenden Syntaxregeln sollten beim Schreiben von Eingabebefehlen berücksichtigt werden:

Regel 1: Lesen Sie die Ausgabedaten nur 1 mal.

Damit alte Daten fälschlicherweise nicht ein zweites Mal gelesen werden, wird der Ausgabepuffer bereits nach dem ersten Ablesen gelöscht. Will man den Ausgabepuffer ohne einen unterbrechenden Befehl dennoch ein zweites Mal lesen, reagiert das 103A beim zweiten Ableseversuch nicht. Ist das 103A jedoch im TAKL-only-Modus, erübrigt sich ein zweiter Ausgabebefehl.

Regel 2: Pro Eingabe-Befehlskette darf nicht mehr als 1 Ausgabebefehl verwendet werden.

Beinhaltet eine Eingabebefehlskette mehr als einen Ausgabebefehl, können nur die Daten des zuletzt eingegebenen Befehls abgelesen werden.

4.15. Ausgabedaten

In diesem Abschnitt werden diejenigen Daten erläutert, die in den Ausgabepuffer des 103A geladen und auf den Schnittstellenbus übertragen werden können. Es wird beschrieben, wie und wann Daten in den Ausgabepuffer geladen werden und um was für Ausgabedaten es sich dabei handelt.

Das 103A kann auch vom Aufrufregister aus Daten zum IEEE-488 Bus senden.

Das 103A ist so programmiert, dass es auf einen Ausgabebefehl wie z.B. "F2", die Ausgabedaten sendet. Solange aber der Programmierer das 103A nicht auf den TALK-Modus umschaltet, werden die Daten nicht auf den Schnittstellenbus geladen. Der TALK-Modus wird mit der Schnittstellenmeldung MTA (My Talk Address) aktiviert. Die verschiedenen Typen von Ausgabedaten werden in Tabelle 4.2. genauer erklärt.

Numerischen Daten, einschliesslich der Einheiten, behalten das Format der Anzeige, wenn sie auf den IEEE-488 Bus geschickt werden. Befinden sich Daten im Ueberbereich, erscheint neben den Daten der Zusatz "OVER". Will der Benutzer Daten abrufen, die aufgrund einer nicht installierten Option nicht verfügbar sind, meldet das 103A "NO OPTION".

Auf die Befehle G1, G2, G3 und G4 zeigt das 103A die Statusdaten an. Diese Daten sind gemäss der Aufschlüsselung in Abbildung 4.2. formatiert. Die Endbefehle, die auf numerische Daten und Statusdaten folgen, können vom Benutzer mit den Befehlen W1...W4 gewählt werden.

Output Data Type	Format Examples	
Numeric data	3.00000mA	Measured value
	5.07823mA OVER	Overrange
	221.782V	Measured value
	3.80100Wh	Measured value
Instrument Configuration Data	G1: 3221	Terminator W1, SRQ P2
		300V range
		3A range
	G2: SF A=50.0000	
	G3: SF V=1.00000	
G4: 103A SN 8047823		
Output from SRQ	P1: decimal 65	SRQ on current over

Abbildung 4.2. Ausgabedaten-typen

4.16. Bedienungsaufrufe

Die am Bus angeschlossenen Instrumente kommunizieren aufgrund der Bedienungsaufrufe mit dem Controller. Die Bedienungsaufrufe werden über die SRQ-Leitung (service request line) geschickt. Senden mehrere Instrumente des Bus gleichzeitig Bedienungsaufrufe, kann der Controller den Aufruf identifizieren, indem er sich des Abfrageregisters bedient. Das 103A antwortet auf den Aufruf, indem es den Inhalt des entsprechenden Registers abrufen. Im Abfrageregister wird dann angegeben, ob das Instrument einen Bedienungsaufruf wünscht, und falls ja, weshalb. Das 103A kann so programmiert werden, dass es nur unter vom Benutzer definierten Bedingungen einen Bedienungsaufruf sendet. Die Bedingungen können festgelegt werden, indem für die Bedienungsaufmasken (service request mask SRQ) ein Wert eingegeben wird.

4.17. Abfrageregister

Das Abfrageregister ist, wie in Abbildung 4.3. dargestellt ist, ein im Binärcode programmiertes, 8 Bit Register. Der Controller kann das Abfrageregister lesen. Da Daten aus dem Abfrageregister direkt auf den Bus geladen werden, werden Daten, die sich im Ausgabepuffer befinden, nicht gestört. Die 8 Bits des Abfrageregisters werden nachstehend erklärt. Beachten Sie, dass für die SRQ-Maske die Bits 1-4 benutzt werden, um den 7. Bit (den RQS-Bit) festzulegen. Der 7. Bit aktiviert die SRQ-Leitung, was wiederum einen Bedienungsaufruf auslöst. Die Bits 1-4 werden je nach der gewählten SRQ-Maske, P0 ... P8, wie folgt gesetzt:

selected SRQ mask	decimal value bit 1 through 4
P0	0 SRQ disabled
P1	1 SRQ on current over
⋮	⋮
P8	8 SRQ on data available

Bit:	8	7	6	5	4	3	2	1
	0	SRQ	0	0	4 bits used for SRQ generation			
Decimal	64	32	16	8	4	2	1	

Abbildung 4.3. Abfrageregister

Werden Daten aus dem Abfrageregister aufgerufen, wird das 7. Bit aus dem Register gelöscht. Die Bits 1-4 werden auch gesetzt, wenn kein Bedienungsaufwurf verlangt wird. In diesem Fall wird das 7. Bit nicht gesetzt, und die Bedienungsaufforderungsleitung (SRQ-Leitung) nicht aktiviert.

4.18. Schnittstellenmeldungen

Die für das 103A verständlichen Schnittstellenmeldungen können in drei Kategorien eingeteilt werden und werden im IEEE-488 Standard beschrieben: Adressmeldungen, Universalbefehle und adressierte Befehle. Alle hier beschriebenen Schnittstellenmeldungen werden vom Prozessor aus abgeschickt.

Adressmeldungen

MLA: My Listen Address	-	Setzt das Instrument auf Empfang
MTA: My Talk Address	-	Setzt das Instrument auf Senden
UNL: Unlisten	-	Meldet allen Listeners, das Empfangen einzustellen
UNT: Untalk	-	Meldet allen Sendern, das Senden einzustellen

Universalbefehle

ATN: Attention	-	Eine einzeilige Meldung, (Leitung) aufgrund derer das 103A mehrzeilige Meldungen als Schnittstellenmeldungen interpretiert. Ist diese Meldung falsch, werden mehrzeilige Meldungen als gerätabhängige Meldungen interpretiert.
REN: Remote Enable (Remote-Modus aktiviert)	-	Eine einzeilige Meldung, (Leitung) die, erhält sie das 103A zusammen mit MLA, das Instrument auf Remote umstellt. Im Remote-Modus werden die Tasten an der Frontseite des 103A deaktiviert.

- DCL: Device Clear - Eine mehrzeilige Meldung, die in den Eingabepuffer geladen wird. DCL legt im 103A die folgenden Funktionen fest:
Autorange ON, Eingang A, Watt Anzeige, Wechselstromkopplung.
- SPE: Serial Poll Enable (Abfrageregister aktiviert) - Eine mehrzeilige Meldung, die bewirkt, dass die Daten aus dem Abfrageregister (nicht diejenigen im Ausgabepuffer), sobald der Befehl ATM ungültig wird, auf den Bus transferiert werden.
- SPD: Serial Poll Disable (Abfrageregister deaktiviert) - Die Funktion Abfrageregister wird aufgehoben.

Adressierte Befehle

- GTL: Go To Local - Stellt das 103A auf Lokalbedienung, also Bedienung mittels der Tasten an der Vorderseite des Instruments.
- SDC: Selected Device Clear - Identisch mit DCL: wird jedoch nur vom Listener, dem Empfänger verstanden.

4.19. Talk-Only-Modus (Nur-Sende-Modus)

Mit dem Talk-Only-Modus kann der Benutzer von den Remote-Funktionen des 103A profitieren, ohne dabei einen Controller benutzen zu müssen. So wird der Talk-Only-Modus des 103A eingeschaltet:

1. Netzschalter des 103A auf OFF drehen.
2. Talk-Only-Schalter (7. Bit des Adressschalter) auf der Rückseite des Instrumentes auf ON stellen, also nach oben schieben.
3. Das 103A mit dem IEEE-488 Bus an den Datenempfänger (Empfänger-hand-shake ist erforderlich) anschliessen.
4. Netzschalter des 103A auf ON drehen.
5. Mit den Tasten an der Vorderseite des Instruments wird die Konfiguration des 103A eingestellt.
(Das 103A läuft auch auf Remote im Talk-Only-Modus).

Das 103A erkennt das Talk-Only-Bit bereits beim Einschalten des Geräts und sendet die Daten jeweils nach zwanzig Messzyklen, also in Intervallen von ca. 10 Sekunden. Die übermittelten Daten sind das Resultat der Messungen aufgrund der spezifischen Ausgabe-Funktionsbefehlen F0 bis F2 (Optionen 02: F0 ...F5).

5. OPTIONEN

5.1. EINFUEHRUNG

Die Option 01, die IEEE-488 Schnittstelle, wurde bereits im vierten Kapitel beschrieben. In diesem Abschnitt werden die Option 02, der Energiekonverter, die Option 03, die Strom- und Spannungsskalierung, die Option 04, der Schreiber Ausgang für die Werte Arms, Vrms und Watt, sowie die Option 05, der Breitband-Schreiber Ausgang zur Momentanleistungsmessung besprochen. Im Abschnitt 5.6. wird das Vorgehen beim Installieren sämtlicher Optionen genauer erklärt.

5.2. Energiekonverter (Option 02)

Wenn der Energiekonverter installiert ist, wählt das 103A bereits bei Inbetriebnahme den entsprechenden internen Status. Es sind drei zusätzliche Funktionen möglich, die ebenfalls über den IEEE-488 Schnittstellenbus gesendet werden können: Wh (Energie), VA (Scheinleistung) und PF (Leistungsfaktor).

Die positive und negative Energie wird aufgrund der gemessenen Leistung und des verstrichenen Zeitintervalls berechnet. Soll eine Energiemessung durchgeführt werden, muss der gespeicherte Energiewert zuerst auf Null gesetzt werden. Dies geschieht folgendermassen: Wählen Sie Wh und drücken Sie die Trig/Wh-Reset-Taste. Danach kann die Energie berechnet und auf der Anzeige abgelesen werden. Es empfiehlt sich, die manuelle Bereichswahl einzustellen und die Strom- und Spannungsbereiche während der Energiemessung zu fixieren. Wird das 103A auf den Triggermodus umgeschaltet, verlieren die Energiewerte ihre Gültigkeit; im Triggermodus geht die Zeitbasis verloren. Die Scheinleistung und der Leistungsfaktor werden aufgrund der in Abschnitt 1.4. aufgelisteten Gleichungen berechnet.

5.3. Skalierung (Option 03)

Ist die Skalieroption installiert, können die Skalierfunktionen, einschliesslich der Eingang-Umschaltung auf Eingang C, aktiviert werden.

Strom- und Spannungseingänge können mit Skalierfaktoren im Bereich 0.0001 bis 999999 multipliziert werden. Sämtliche Werte (A, V, W, VA, Wh) werden entsprechend skaliert und angezeigt.

Bei Inbetriebnahme des Instrumentes wird der Skalierfaktor automatisch auf 1.0 gesetzt. Wird nach dem Einschalten des Gerätes einer der beiden Skalierfaktoren auf andere Werte, als 1.0, gesetzt, leuchtet die Meldung "Skaling On" auf.

Der Skalierfaktor kann wie folgt verändert werden:

1. Taste TRIG drücken
2. Taste SCALE drücken. Der alte Stromskalierfaktor wird angezeigt und die Einheitenangabe "A" leuchtet auf. Das 103A ist nun bereit, einen neuen Stromskalierfaktor zu speichern.

Um den Stromskalierfaktor zu verändern, beachte man die Instruktionen unter Punkt 3. Um den Spannungskalierfaktor zu verändern, kann Punkt 3 ausgelassen werden und es können direkt die Instruktionen unter Punkt 4 ausgeführt werden.

3. Der Stromskalierfaktor wird mit den numerischen Tasten auf der linken Seite unterhalb der Anzeige eingegeben. Es können maximal 6 Stellen eingegeben werden, wobei der Dezimalpunkt mit der Taste AUTO eingegeben wird. Zahlen können mit oder ohne Dezimalpunkt eingegeben werden. (Es ist zu beachten, dass auf der Anzeige noch stets der alte Stromskalierfaktor erscheint). Um den neuen Stromskalierfaktor zu speichern, muss zuerst noch die Taste ENTER Arms gedrückt werden. Erst jetzt wird der neue Stromskalierfaktor angezeigt. Um diesen Programmiermodus zu verlassen, drückt man die Taste TRIG.
4. Um den Spannungskalierfaktor aufzurufen, drückt man die Taste SCALE. Der Spannungskalierfaktor einschliesslich der Angabe "V" wird angezeigt. Mit den numerischen Tasten unterhalb der Anzeige wird der Spannungskalierfaktor eingegeben. Es können maximal 6 Stellen eingegeben werden, wobei der Dezimalpunkt mit der Taste AUTO eingegeben wird. Um den neuen Spannungskalierfaktor zu speichern, muss zuerst noch die Taste ENTER Vrms gedrückt werden. Est jetzt wird der neue Spannungskalierfaktor angezeigt. Um diesen Programmiermodus zu verlassen, drückt man die Taste TRIG.

Die Skalierfaktoren können mit den beiden Tasten TRIG und SCALE jederzeit aufgerufen werden. Drückt man SCALE, wechselt die Anzeige zwischen dem Stromskalierfaktor und dem Spannungskalierfaktor.

5.3.1. Spannungsskalierung

Spannungsskalierung erweist sich immer dann als notwendig, wenn externe Spannungswandler oder externe Spannungsteiler verwendet werden. Der externe Stromkreis kann vom 1MOhm Eingangswiderstand des 103A belastet werden. Wird der Spannungsteiler belastet, muss der Skalierfaktor entsprechend korrigiert werden.

Der externe Schaltkreis muss die folgenden zwei Bedingungen erfüllen:

1. Die Lo-Eingänge des 103A müssen miteinander verbunden werden.
(maximale Differenz: 8V)
2. Der angezeigte Leistungswert muss positiv sein.

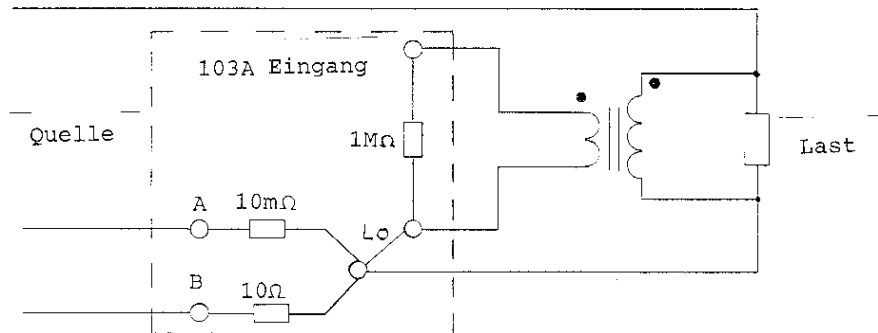


Abbildung 5.1. Stromkreis mit Spannungs-Transformatoren

5.3.2. Stromskalierung mit Stromwandlern

Je nach dem Ausgangsstrombereich des Stromwandlers kann der Eingang A oder B des 103A benützt werden. Die Bürdenspannung ist $I \times 0.01$ Ohm für den A-Eingang und $I \times 10$ Ohm für den B-Eingang. Der einzugebende Stromskalierfaktor ist ganz einfach das Uebersetzungsverhältnis des Stromwandlers, also bei einem Wandlerverhältnis von z.B. 100:5 ist 20.0 einzugeben. Der externe Schaltkreis muss die folgenden zwei Bedingungen erfüllen:

1. Die Lo-Eingänge des 103A müssen miteinander verbunden werden. (Maximale Differenz: 8V)
2. Der angezeigte Leistungswert muss positiv sein.

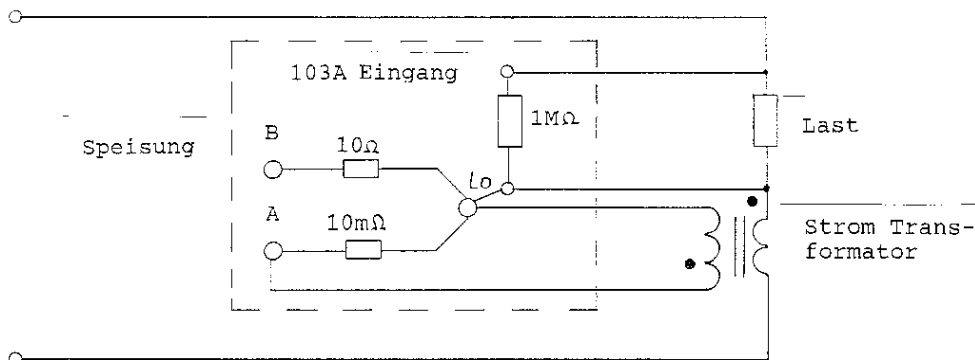


Abbildung 5.2. Stromkreis mit Strom-Transformator nsf

5.3.3. Stromskalierung mit externen Stromshunts

Um bei hohen Strömen die Bandbreite des 103A voll ausnützen zu können, ist es vorteilhaft, einen Koaxialshunt zu gebrauchen. Der Eingang C des 103A ist speziell für Spannungen von externen Shunts vorgesehen. Die Shunt-Spannung wird dann zwischen dem Lo-Stromeingang und dem Eingang C eingegeben. Sobald das 103A auf den Eingang C umgeschalten wird, begrenzen sich die Strombereiche auf 3mA, 30mA und 300mA. Das 103A wählt die Strombereiche gemäss der in Tabelle 5.3. angegebenen Werte.

Shunt voltage	103A range	Shunt voltage before overload
30mV	3mA	approx. 48mV
300mV	30mA	approx. 480mV
3V	300mA	approx. 4.8V
Wattmeter sensitivity = 3mA/30mV = 0.1mA/mV = 0.1A/V		

Ist der Eingang C aktiviert, können die Bereiche 3A und 30A nicht gewählt werden (manuelle und automatische Bereichswahl).

WARNUNG: Wenn der Eingang C aktiviert ist, wird dies einzig und allein durch die Betriebsbegrenzung auf die 3mA, 30mA und 300mA Bereiche angezeigt.

In den folgenden Beispielen wird das Berechnen der Skalierfaktoren für externe Shunts erklärt:

1. Beispiel: Es wird ein Shunt mit Widerstand $R_m = 0.10102\text{Ohm}$ und 20A Maximalstrom eingesetzt.

$$\text{Shunt Empfindlichkeit} = 1/0.10102\text{Ohm} = 9.89903\text{A/V}$$

$$\text{Skalierfaktor} = \frac{\text{Shunt Empfindlichkeit}}{\text{Wattmeter Empfindlichkeit}} = \frac{9.89903\text{A/V}}{0.1\text{A/V}} = 98.9903$$

Bei einem maximalen Shunt-Strom von 20A ist die Shunt-Spannung 2.02V. Das 103A arbeitet dann im 300mA-Bereich und wird 20.0A anzeigen.

2. Beispiel: Es wird ein Shunt mit einem Widerstand von $R_m = 0.009984\text{ Ohm}$ für maximal 55A verwendet.

$$\text{Skalierfaktor} = \frac{(1/0.009984)\text{A/V}}{0.1\text{A/V}} = 1001.6$$

Bei einem Maximalstrom von 55A ist die Shunt-Spannung 0.549V. Leider wird das 103A in diesem Fall am unteren Ende des 300mA Bereichs arbeiten und 55.0A anzeigen. Indem man den richtigen Shunt-Widerstand wählt, ist gewährleistet, dass das 103A im bestmöglichen Bereich arbeitet, also 70 % bis 160% des Bereichsendwerts ausnützt. Abbildung 5.4. zeigt die Eingangsbeschaltung des 103A beim Gebrauch von externen Shunts.

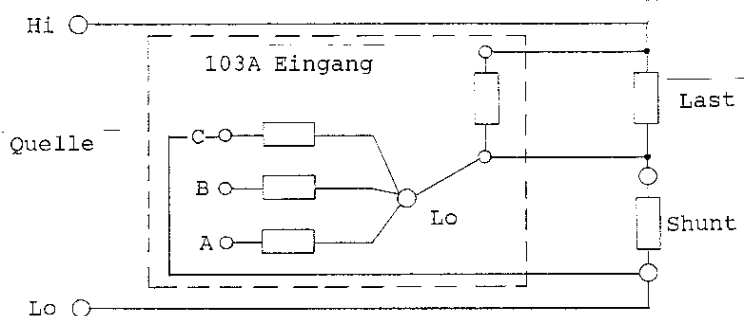


Abbildung 5.4. Stromkreis mit externen Strom-Shunts .

5.4. Galvanisch getrennter Schreiber Ausgang A/V/W (Option 04)

Die Option 04 besitzt drei Schreiber Ausgänge für: Effektivstrom, Effektivspannung und mittlere Leistung. Diese drei Schreiber Ausgänge sind von den 103A Eingängen, von der IEEE-488-Schnittstelle und dem Breitband Schreiber Ausgang galvanisch / getrennt. Zusätzlich sind alle drei Schreiber Ausgänge auch gegenseitig getrennt, können aber nötigenfalls an ein gemeinsames Potential angeschlossen werden. In Tabelle 5.5. sind die spezifischen Daten zu den drei Ausgängen aufgelistet.

Specification	Arms	Vrms	Watt
Output/pin Nr	A ⁺ /A ⁻ ; 23/11	V ⁺ /V ⁻ ; 21/9	W ⁺ /W ⁻ ; 22/10
Output impedance	200Ohm	200Ohm	200Ohm
Accuracy	0.5%FS	0.5%FS	0.5%FS
V-A-display	3000/300000	+3V	+3V
W-display	+9000/+900000		+3V
Minimum output	+5V	+5V	+5V
Response time	1s	1s	1s
Input Output Isolation	2000Vpeak	2000Vpeak	2000Vpeak
Short Circuit Current	U/200Ohm	U/200Ohm	U/200Ohm

Zu beachten: Die Strom- und Spannungseffektivwerte sind Mittelwerte und stets positiv. Die Mittelleistung hingegen kann negativ sein und zwar wenn die Eingangsverbindung nicht stimmt oder es zu einer Leistungs-umkehrung kommt. In einem solchen Fall wird der Leistungswert nicht auf den Schreiber Ausgang übertragen; der Ausgang geht auf Null.

5.5. Isolierter Breitband-Schreiber Ausgang (Option 05)

Diese aussergewöhnliche Option dient zum Messen der Momentanleistung von komplexen Strom- und Spannungswellenformen oder zum Messen der maximalen oder minimalen Transientleistung während der Einschaltphase eines Stromkreises. Die gemessenen Leistungswellenformen ergeben wertvolle Informationen. Mit der Option 05 können auch zwei Signale miteinander multipliziert werden: Das erste Signal muss in den Spannungseingang des 103A und das zweite Signal muss in den Eingang C des Stromeingangs des 103A eingegeben werden. Am Breitband-Schreiber Ausgang ist das präzise skalierte Produkt dieser zwei Signale zu finden. In der Tabelle 5.6. sind die Spezifikationen des Breitband-Schreiber Ausgangs aufgelistet.

Specification	Option 05
Output /pin	P ⁺ /P ⁻ ; 24/12
Output impedance	0.5Ohm
W-display 9000/900000	min. 0V, max. 6V, average 3V
Maximum Output	±9V peak
Frequency range	DC-10kHz (-3dB at 10kHz)
Accuracy	0.5%FS
Short Circuit Current	20mA

Zu beachten: Für alle Transient-Leistungsmessungen sind AC+DC Kopplungen zu gebrauchen.

In Abbildung 5.7. sind für diverse Strom- und Spannungswellenformen die entsprechenden Leistungs-wellenformen dargestellt.

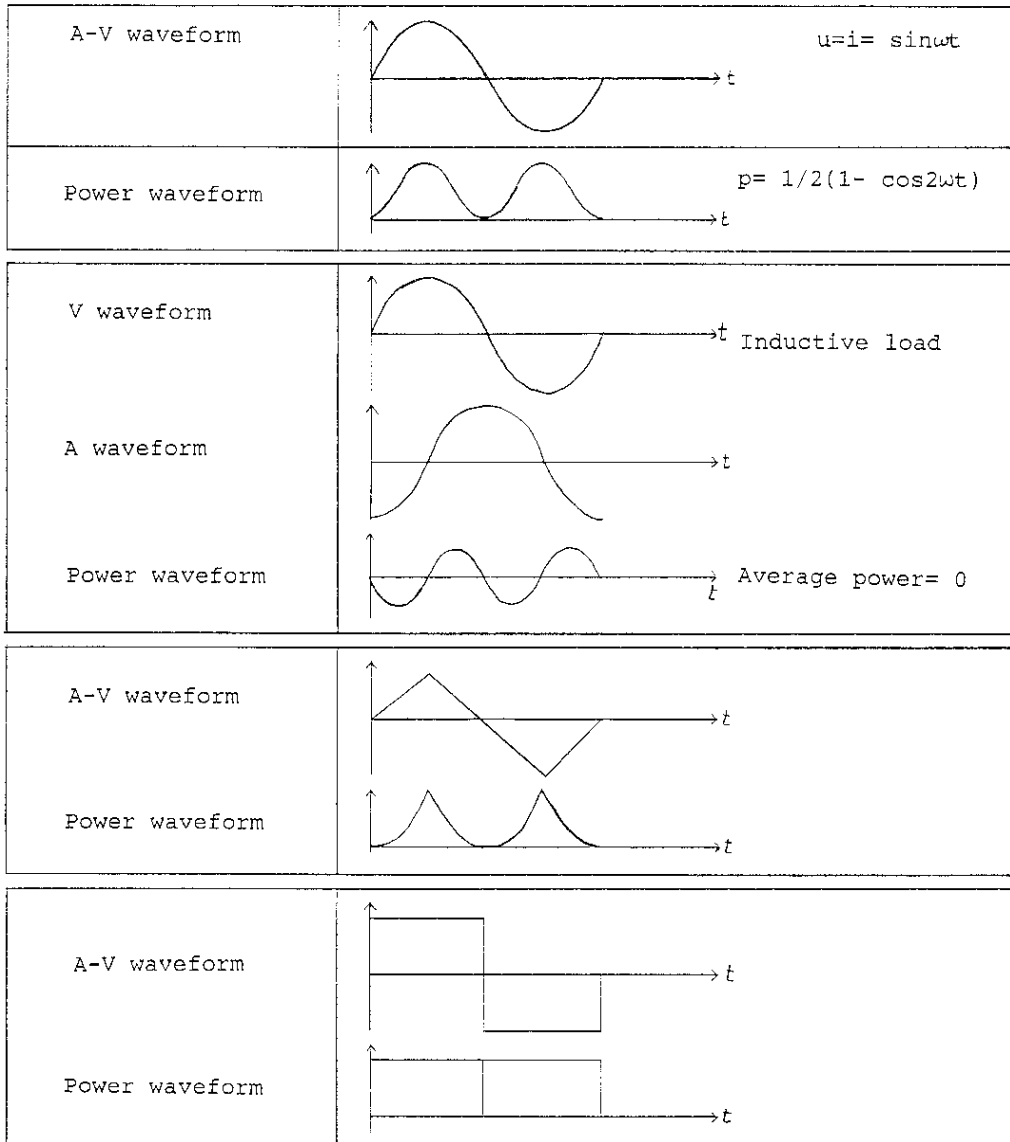


Abbildung 5.7. Strom-, Spannungs- und Leistungs-Wellenformen

5.6. Installation der verschiedenen Optionen

Bevor man die Optionen installiert, müssen sämtliche Eingangskabel zum 103A entfernt und das Netzkabel ausgesteckt werden.

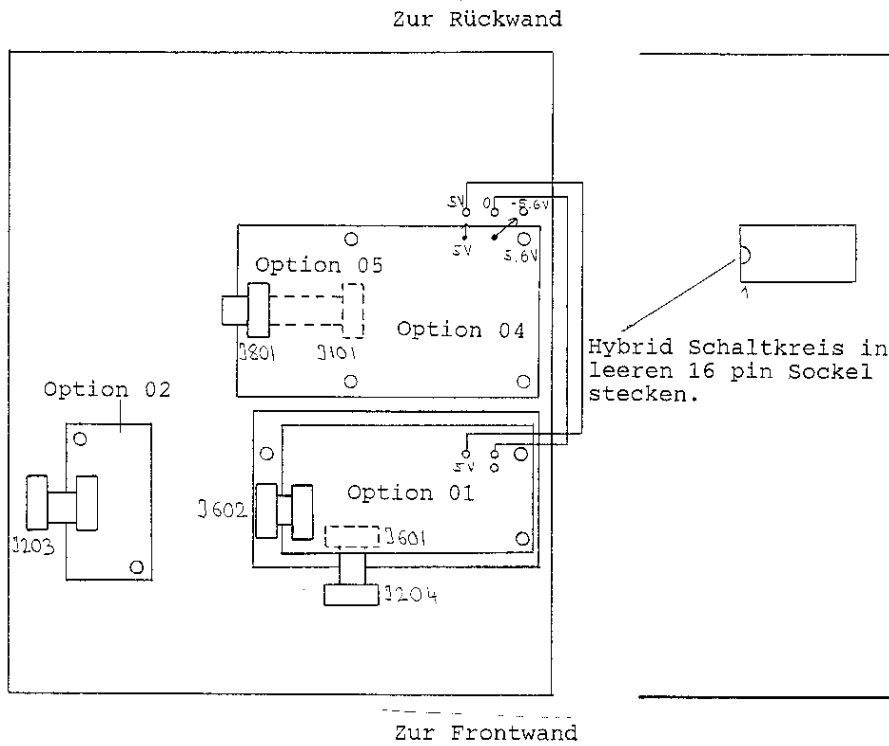


Abbildung 5.8.a) Installation von Optionen 01, Option 02, Option 04 und Option 05.

Abbildung 5.8.b) Installation von Option 03.