

105A WATTMETER
BEDIENUNGSANLEITUNG

Infratek

BEDIENUNGSANLEITUNG

1. Einführung und Spezifikationen
 - 1.1. Einführung
 - 1.2. Das 105A 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 105A
 - 2.5. Rack Montage
 - 2.6. Betriebseigenschaften
 - 2.7. Front- und Rückwandbeschrieb
 - 2.8. Anzeige
 - 2.9. Ueberbereichsanzeige
 - 2.10. Bereichswahl
 - 2.11. Kopplung
 - 2.12. Triggern
 - 2.13. 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. Befehle für die Bedienungsaufrufmaske
 - 4.11. Terminatorbefehle Wn
 - 4.12. Verarbeiten der Eingabe
 - 4.13. Syntaxregeln
 - 4.14. Ausgabedaten
 - 4.15. Bedienungsaufrufe
 - 4.16. Abfrageregister
 - 4.17. Schnittstellenmeldungen
 - 4.18. Talk-Only-Modus

- 5. Optionen
 - 5.1. Einführung
 - 5.2. Energiekonverter (Option 02)
 - 5.3. Stromskalierung (Option 03)
 - 5.4. Galvanisch getrennter Schreiber Ausgang A/V/W (Option 04)
 - 5.5. Isolierter Breitband-Schreiber Ausgang (Option 05)
 - 5.6. Installation der verschiedenen Optionen

1.1

1. EINFUEHRUNG UND SPEZIFIKATIONEN

1.1. Einführung

Dieses Handbuch umfasst eine vollständige Betriebsanleitung und Hinweise zur Wartung des 105A Wattmeters.

1.2. Das 105A Wattmeter

Das 105A Digital Wattmeter der Firma Infratek ist ein hochwertiges Instrument mit fünfstelliger Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige. Folgende Funktionen sind in der Grundausstattung enthalten:

- Leistungsmessung
- Spannungseffektivwert
- Stromeffektivwert bis zu 25A
- Gut ablesbare Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige
- Benutzerfreundliche Bedienung
- Einfache Kalibrierfunktion, keine Justierung
- Stromeingangsskalierung für Stromwandler
- Nichtflüchtige Speicher für Skalierungsfaktoren

1.3. Optionen

Für das 105A 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 des Leistungsfaktors

1.2

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, die Energie und den Leistungsfaktor (PF).

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: $\int_0^{te} \text{power} \cdot dt$

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

1.3

1.5 Spezifikationen 105A

STROM

Bereiche: 1A, 5A, 25A; $R_m=25m\Omega$; (20A cont., 25A 2
minuten)
Option 07: 10A, 50A, 150A (Stromskalierung = 10)
Strombereiche werden mit Strommultiplikator
multipliziert

Stromskalierung: Für die gängigen Stromwandler können die ent-
(Option 03) sprechenden Strommultiplikatoren eingegeben
werden (1, 2, 4, 10, 20, ...)
Alle Strom-, Leistungs-, und Energiefaktoren
werden entsprechend umgerechnet.

Anzeige: 0-99999

Frequenzbereich: DC+AC-Kopplung: DC-20kHz; AC-Kopplung:
15Hz-20kHz

Genauigkeit: Effektivwert; 1 Jahr, 18-25 °C
(0.1 % MW + 0.15 % MB) 40Hz-60Hz
(0.2 % MW + 0.25 % MB) 15Hz-5kHz
(2.0 % MW + 0.35 % MB) DC, 5kHz-20kHz

Scheitelfaktor: Grösser als 3:1 bei Bereichsendwert

Temperatur Koeff.: 0.01 % des Bereichs /°C

SPANNUNG

Bereich: 120V, 240V, 480V; max. 700V RMS oder 1000V
Spitze

Anzeige: 0-99999

Frequenzbereich: DC+AC-Kopplung: DC-20kHz; AC-Kopplung:
15Hz-20kHz

Genauigkeit: Effektivwert; 1 Jahr, 18-25 °C
(0.1 % MW + 0.15 % MB) 40Hz-60Hz
(0.2 % MW + 0.25 % MB) 15Hz-5kHz
(2.0 % MW + 0.35 % MB) DC, 5kHz-20kHz

Scheitelfaktor: Grösser als 3:1 bei Bereichsendwert

Temperatur Koeff.: 0.01 % des Bereichs /°C

Eingangsimpedanz: 1M Ω , 20pF

Volt-Hertz Produkt: 2'000'000VHz

1.4

LEISTUNG

Bereiche: 120W, 240W, 480W, 600W, 1200W, ..., 12kW;
Bereiche werden durch Stromskalierung entsprechend erhöht.

Anzeige: 0-99999

Maximalwerte: Wie Strom und Spannung

Frequenzbereich: Wie Strom und Spannung

Genauigkeit: 1 Jahr, 18-25 °C, Leistungsfaktor 0.5 bis 1.0
(0.1 % MW + 0.2 % MB) 40Hz-60Hz
(0.2 % MW + 0.3 % MB) 15Hz-5kHz
(0.5 % MW + 0.4 % MB)* DC, 5kHz-10kHz
(2.0 % MW + 0.5 % MB)* 10kHz-20kHz

Für Leistungsfaktoren < 0.5 verdoppeln sich die Fehler.

*Angabe für Leistungsfaktor 1.

Temperatur Koeff: 0.03 % des Bereichs /°C

Scheitelfaktor: Gleich wie Strom und Spannung

Leistungsfaktor: Option 2: Summe der Fehler von Leistung, Strom und Spannung.

Energie: Option 2: Gleiche Genauigkeit wie Leistung.

Allgemeines

Eingänge: Potentialfrei.

Gleichtaktverhalten: Gleichtaktspannung: 700V Spitze von beliebigem Eingang gegen Erde.
Gleichtaktunterdrückung:
Strom: 140dB bei 50/60Hz, 120dB bei 1kHz
Spannung: 100dB bei 50/60Hz, 80dB bei 1kHz
Max. Spannungsanstieg eines Lo-Eingangs: 150V/us.

Anzeige: 5 Stellen, 12.5 Vakuum-Fluoreszenz Anzeige.
Grüne und rote Leds. Zyklischer Anzeigemodus erlaubt sequentielle Anzeige aller Grössen.

Tastenfunktionen: Das 105A besitzt 5 Tasten für die Wahl der Spannungs- und Strombereiche, für die Anzeige, die Kopplung, Auto-, Trig- und Skalierfunktion.

Anstiegszeit: 1 Sekunde für alle Funktionen

1.5

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:	Schnittstelle ist von den Wattmetereingängen galvanisch getrennt. Option ermöglicht vollständige Steuerung und Datenübertragung und unterstützt die folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, DC1, DT1.
Energie Konverter:	Option erlaubt simultane Berechnung der Energie (Wh) und des Leistungsfaktors (PF).
Skalierung:	Option erlaubt Stromskalierung für typische Stromwandlerverhältnisse (1, 2, 4, 10, 20, 40, 100, ...).
Schreiberausgänge:	Drei galvanisch getrennte Schreiberausgänge für Strom- und Spannungseffektivwert und mittlere Leistung.
Breitbandschreiberausgang	Option dient zur Messung der Momentanleistung bei Einschaltvorgängen. Bandbreite DC-10kHz. Ausgang ist galvanisch getrennt von 105A-Eingang.
Hochstromtransformatoren:	Optionen ermöglichen Strom- und Leistungsmessungen für Ströme bis zu 1500A im Frequenzbereich DC bis 20kHz. Skalieroption ist erforderlich.

1.6

Spezifikationen (Option 07):

Bereiche: 0-10A, 0-50A, 0-150A
Skalierungsfaktor =10/Stromschlaufen
Max. 150A dauernd

Genauigkeit: Strom und Leistung

Eingangstrans-
formatoren: Strom x Windungen >25A

$\pm(0.2 \% MW + 0.3 \% MB)$ 40Hz-60Hz
 $\pm(0.4 \% MW + 0.4 \% MB)$ 15Hz-1kHz
 $\pm(2.0 \% MW + 0.4 \% MB)*$ DC, 1kHz-10kHz
 $\pm(3.0 \% MW + 0.5 \% MB)*$ 10kHz-20kHz

DC: Gleichstromfehler max. +0.2A
*Leistungsfaktor >0.7

Option 08: 0-20A, 0-100A, 0-450A
Genauigkeit: 1 %, 50/60Hz

Option 09: 0-100A, 0-500A, 0-1500A
Genauigkeit: 1 %, 50/60Hz

2.1

2. **BEDIENUNGSANLEITUNG**

2.1. **Einführung**

Dieser Abschnitt beinhaltet die Bedienungsanleitung für das 105A. In Abschnitt 3 sind messtechnische Grundsätze, die beim Messen berücksichtigt werden sollten, beschrieben.

2.2. **Installation**

Das 105A hat eine auf der Rückwand angebrachte Netzsicherung in Serie mit dem Eingangstransformator. Eine 200mA, 250V, träge Sicherung wird (220V Netzbetrieb) bei der Herstellung des 105A 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 Netzanschlusskabel herausgezogen werden.

2.3. **Netzanschluss**

WARNUNG: Um Schaden am Gerät zu vermeiden, muss der Spannungswählschalter die korrekte Spannung auf der Rückseite des 105A anzeigen.
Um Schlaggefahr zu vermeiden, sollte das Kabel des 105A an einen Netzstecker mit Erdungskontakt angeschlossen werden.

2.4. **Verstellbare Lage des 105A**

Zwei verstellbare Füße an der Unterseite des 105A ermöglichen Schräglage und somit optimal eingestellte Blickwinkel auf die Anzeige des Instrumentes. Die Position der Füße kann verstellt werden, indem sie aufgeklappt 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.

2.2

2.6. Betriebseigenschaften

Beim Einschalten des 105A werden zuerst die digitalen und analogen Schaltkreise aktiviert. Beim Aufstarten leuchten alle Anzeigesegmente und LEDs während zirka einer Sekunde auf. Das 105A bestimmt die installierten Optionen und legt den entsprechenden Optionenstatus fest.

Das 105A nimmt dann folgende Konfigurationen an:

- Leistungsanzeige
- Automatische Bereichswahl (480V → 120V/25A → 1A)
- Wechselstromkopplung
- Lokale Bedienung (Frontplattenbedienung)

2.7. Front- und Rückwandbeschriftung

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 und Leistungsfaktor sind nur mit der Option 02, dem Energiekonverter, erhältlich. Ist die Option nicht vorhanden, reagiert das Gerät beim Betätigen der entsprechenden Funktionstasten nicht.

2.8. Anzeige

Die Anzeige des 105A besteht aus fünf 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. Ueberschreitsanzeige

Ein Eingang ist im Ueberschreitsbereich, 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 Ueberschreitsbereich, leuchten die höchste Stelle und die Dezimalstelle auf; die restlichen Stellen bleiben dunkel.

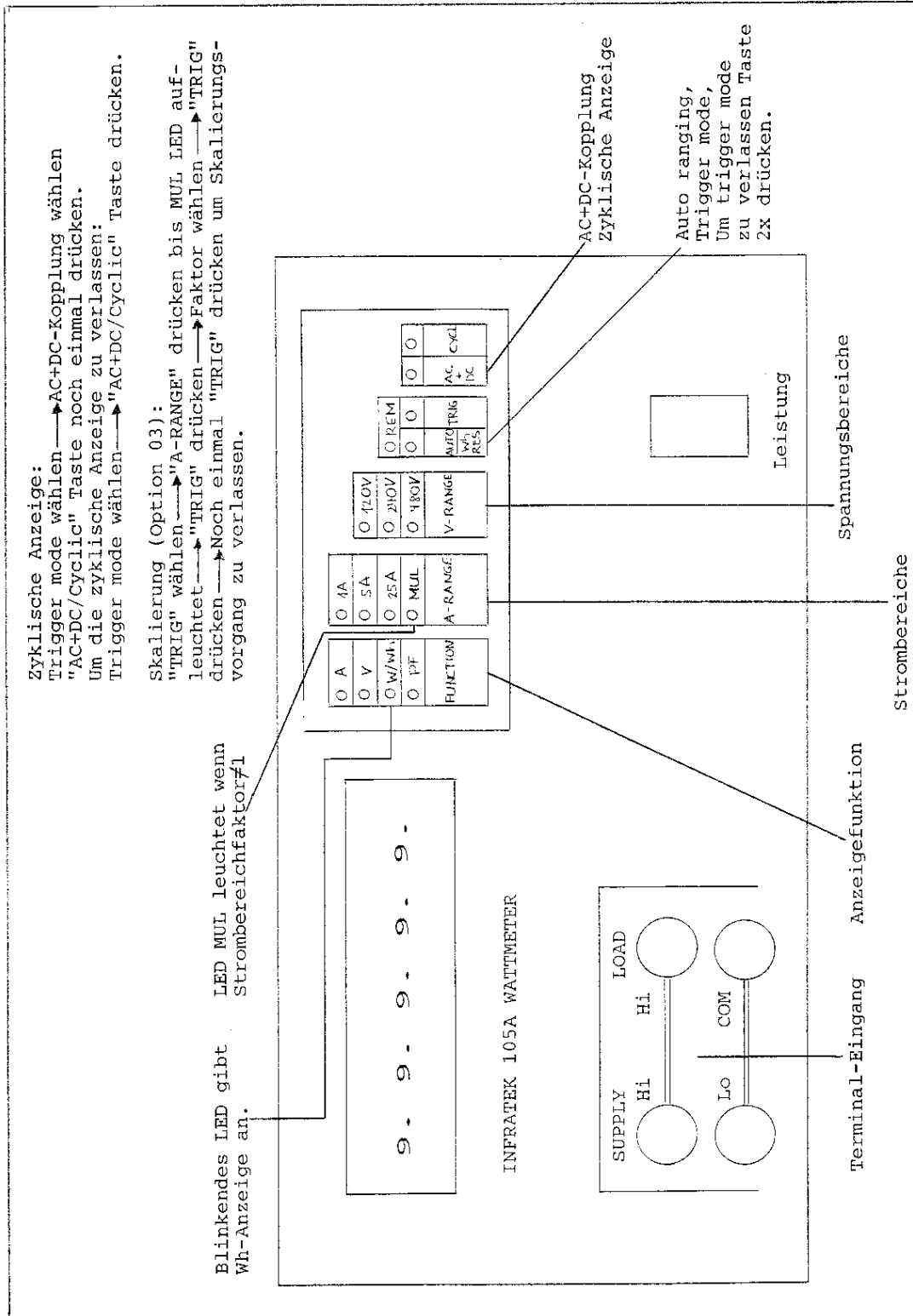


Abbildung 2.1. Frontplatte

2.5

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.

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 105A auf AUTORANGE eingestellt, sind sowohl der Spannungs- als auch der Strompfad auf AUTORANGE programmiert. Das 105A zeigt explizite Einheiten in jedem Bereich an, sodass bequemes Ablesen der Anzeige möglich ist.

Automatische Bereichswahl

Bei Autorange geht das 105A automatisch in einen höheren Bereich, sobald der Eingang 105 % - 110 % des Bereichs übersteigt, und springt entsprechend in einen niedrigeren Bereich, wenn der Eingang unter 5 % des nächst kleineren Bereichs fällt. (Approximativwerte)

ACHTUNG: Unter Umständen kommt es zu einer Ueberschreitung der Spitzenwerte, ohne dass das 105A in einen höheren Bereich springt. Sollte dies der Fall sein, ist manuelle Bereichswahl (Manual-Ranging) zu verwenden.

Manuelle Bereichswahl

Bei manueller Bereichswahl bleibt das 105A 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 105A genutzt wird.

2.6

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 20kHz werden durchgelassen und verarbeitet. Auf diese Weise stellt das 105A Gleichstromanteile fest.

Um mit dem Breitband-Schreiberausgang Leistungseinschwingvorgänge zu messen, muss das 105A auf AC+DC-Kopplung geschaltet werden. Arbeitet das 105A nur mit AC-Kopplung, werden in diesem Fall fehlerhafte Messungen entstehen.

2.12. Triggern

Die Triggerfunktion des 105A 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: Leistungsfaktor). Diese Messwerte können mit Hilfe der entsprechenden Funktionstasten aufgerufen werden.

Der Trigger-Modus kann verlassen werden, indem die AUTO-Taste zweimal kurz hintereinander betätigt wird.

2.13. Eingänge

Load-Anschlüsse: Die Load (Last)-Anschlüsse werden zur Last verbunden.

Supply-Anschlüsse: Die supply (Quelle)-Anschlüsse werden von der Quelle zum 105A geführt.

2.7

Der Lo-Eingang (schwarze Klemmen) des Wattmeters müssen stets an die Lo-Seite der zu messenden Last angeschlossen werden. Wird diese Regel nicht beachtet, setzt man das 105A grossen Gleichtaktspannungen aus; ist die Anstiegsgeschwindigkeit der Gleichtaktspannung zudem grösser als 150V/Mikrosekunde, wird die Synchronisation des Wattmeterschaltkreises gestört. Das 105A 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.

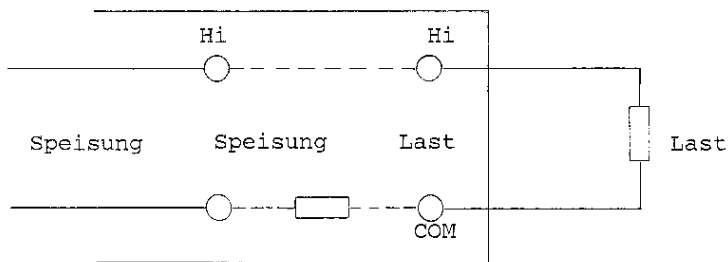


Abbildung 2.3. Beschaltung des 105A Wattmeters

3.1

3. MESSTECHNISCHE GRUNDSÄTZE

3.1. Einführung

In diesem Kapitel werden Grundsätze und Techniken besprochen, um dem Benutzer ein effizientes Bedienen des 105A leichter zu gestalten. Es werden unter anderem die am häufigsten vorkommenden Fehlerquellen besprochen.

3.2. Eingangsüberlast Schutzlimiten

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

Funktion	Verbindung	Maximaler Eingang
Vrms	Eingang Hi und Lo	700Vrms, 1000Vp
Arms	Eingang Hi und Lo	25Arms
Alle Funktionen	Lo-terminals gegen Erde	700Vp
Alle Funktionen	Lo-terminals gegen Erde	150V/us

Tabelle 3.1. Eingangsüberlast Schutzlimiten

Das 105A 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.

3.2

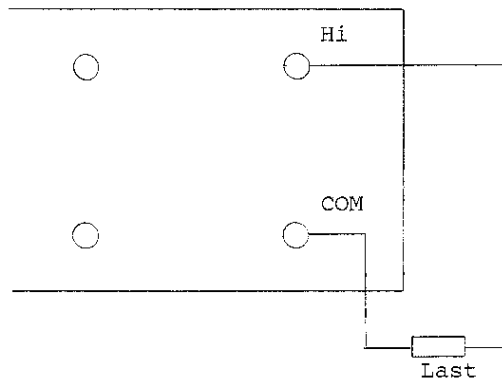


Abbildung 3.1. Spannungsmessung

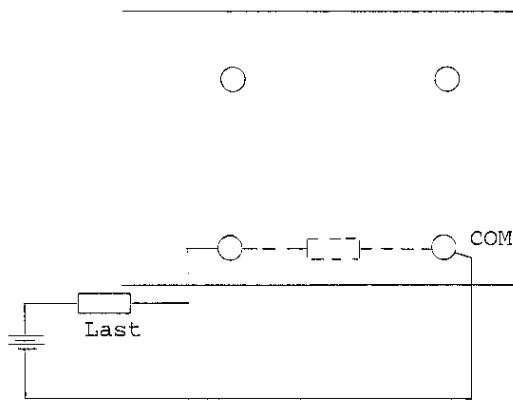


Abbildung 3.2. Strommessung

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. anzuschliessen.

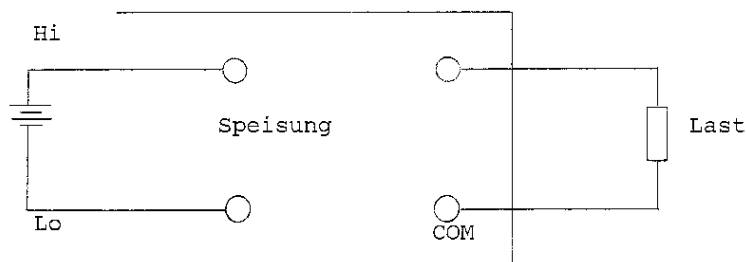


Abbildung 3.3. Leistungsmessung

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.

3.4

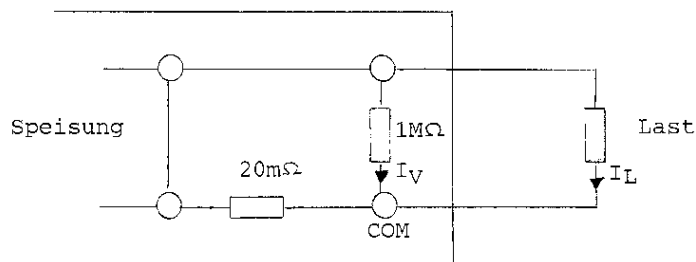


Abbildung 3.4. Eingangs-Konfiguration

Derjenige Strom, der im 1MΩ Spannungseingangswiderstand fließt, führt zu einer Stromkreisbelastung, welche wiederum einen Belastungsfehler im Hauptstromkreis bewirkt. Bei Lastwiderständen $>1k\Omega$ wird der Strom I_V , der im 1MΩ Eingangswiderstand fließt, $>0.1\%$ des Laststromes I_L . Die Strom- und Leistungsanzeige des 105A 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 105A leitet den Effektivwert aufgrund von analogen Berechnungen ab. Dies bedeutet, dass die angezeigten Werte des 105A Effektivwerte für sämtliche Wellenformen sind, zumindest wenn sich die harmonischen Schwingungen innerhalb der Bandbreite des 105A 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.

3.5

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

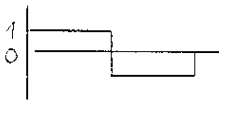
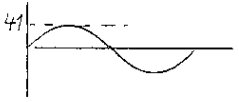
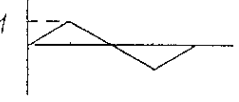
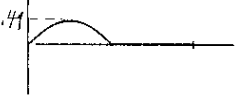
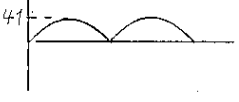
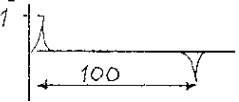
Waveform	RMS	Rectified mean	Crest factor	Form factor
	1.000	1.000	1.000	1.000
	1.000	0.9009	1.414	1.110
	0.577	0.499	1.732	1.155
	0.707	0.637	2.000	1.110
	1.000	0.9009	1.414	1.110
spike 			> 10	> 10

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 3.0. Das 105A hat für Spannung und Strom eine Spitzenwert-Überbereichsanzeige, die den Benutzer vor Signalspitzen im Überbereich warnt.

3.9. Kombinierte Wechselstrom- und Gleichstrommessungen

Das 105A bestimmt die Effektivwerte der Signale mit Wechselstromkomponenten. Stellen Sie das 105A auf AC+DC-Kopplung. Das Instrument berechnet die folgenden Effektivwerte:

$$V_{rms} = (V_{ac}^2 + V_{dc}^2)^{1/2}$$

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 niederen 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 %.

3.7

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 50kHz 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 Leistungsanteil eines Rechtecksignals

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.

4.1

4. FERNPROGRAMMIERUNG

4.1. Einführung

Die IEEE-488 Schnittstelle macht das 105A zu einem voll programmierbaren Instrument, welches mit dem IEEE-488 Schnittstellenbus bedient werden kann. Mit Hilfe dieser Schnittstelle kann das 105A in ein automatisiertes Messsystem integriert werden. Das 105A 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 Funktionen "Wh" und "PF" können nur benützt werden, wenn die Option 2, der Energiekonverter installiert ist. Die Schnittstelle ist vom Eingangsstromkreis galvanisch getrennt. Die maximal zulässige Spannungsdifferenz zwischen den 105A Lo-Eingängen und der IEEE-488 Schnittstelle ist 500Vrms.

WARNUNG: Spannungsdifferenzen zwischen den 105A Lo-Eingängen und der IEEE-488 Schnittstelle, die höher als 500Vrms sind, können das Instrument beschädigen oder einen elektrischen Schock auslösen.

Weitere Eigenschaften des 105A sind:

- Volle TALK/LISTEN Ausstattung, einschliesslich einem "TALK-only-Modus"
- Umfassender Befehlsatz
- Schneller Messdurchlauf
- Volle Fern-/Lokalbedienung
- Vollumfängliche Serien-Abfragemöglichkeit mit Binärzeichenmaske für den Bedienungsaufwurf (service request - SRQ)
- Schnittstellen-Triggerfunktion
- Wählbarer Datenausgabe-Terminator

Das 105A unterstützt die folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1, L4, SR1, RL1, DC1, DT1, PPO und CO.

4.2

4.3. Bus-Adresswahl

- a. Drehen Sie den **Power-Schalter** des 105A auf Off und setzen Sie den **Adressschalter** (auf der Rückwand des Instrumentes) auf die gewünschte Adresse.

	Adresse		Adresse	A5	A4	A3	A2	A1
			01	0	0	0	0	1
			02	0	0	0	1	0
ON	7	5	4	3	2	1		
			03	0	0	0	1	1
			04	0	0	1	0	0
OFF								
			05	0	0	1	0	1
		↑	:				:	
		└─	:				:	
			Talk-Only					

- b. Schalten Sie das 105A ein.
Bei der Herstellung des 105A wird die Adresse 05 belegt und der "Talk-only-Modus" auf Off gesetzt.

4.4. Gerätabhängige Befehle

Gerätabhängige Befehle bilden den Kern der 105A-Fernprogrammierung. Sie teilen dem 105A 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 105A die Befehle empfangen kann, müssen sie über den IEEE-Bus abgeschickt werden. Damit das 105A 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 105A mit, welche Werte in den Ausgabepuffer geladen werden müssen. Ist das 105A auf "TALK" adressiert, wird der Inhalt des Ausgabepuffers auf den Bus geladen.

Beispiel	Erklärung
"F0"	Der "Stromeffektivwert", z.B. 30.785mA, wird in den Ausgabepuffer geladen.
"F4"	Ist die Option 02 installiert, wird der Energiewert z.B. 1815.2Wh in den Ausgabepuffer geladen. Ist diese Option nicht installiert, ignoriert das 105A den Befehl.

105A IEEE-488 INTERFACE COMMANDSOutput Function Commands

F0 Arms, RMS current
 F1 Vrms, RMS voltage
 F2 W, power (default)
 F3 Wh, energy
 F4 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

C1 Autorange
 C2 AC-Coupling (default)
 C3 AC+DC-Coupling
 C4 Triggered measurement on
 C5 Trigger measurement
 C6 Triggered measurement off
 C7 Wh reset

Range Commands

I0 1A U0 120V
 I1 5A U1 240V
 I2 25A U2 480V

Display Commands

D0 Arms display
 D1 Vrms display
 D2 W display (default)
 D3 Wh display
 D4 PF display
 D5 Cyclic display on
 D6 Cyclic display off

Set Commands

S1 xxxx.xx Set current scaling factor: e.g. xxxx = 40.25
 S2 xxxx.xx Set voltage scaling factor: e.g. xxxx = 2.905
 S3 xxxxxxxx Set Serial number (7 digits, no leading 0)
 S4 xxx Set Talk-only counter (number of measurement cycles max. 255)

SRQ Mask Command

P0 SRQ disabled
 P1 SRQ on current over
 P2 SRQ on voltage over
 P3 SRQ on current or voltage over
 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

Terminator Commands

W1 CR/LF/EOI
 W2 CR/LF
 W3 EOI only
 W4 disable terminators

Typical command strings for HP9816 PC and HP-85 calculator.
 The address of the 105A Wattmeter is 5.

```
CLEAR 7;
CLEAR 705;
OUTPUT 705;"D0 C3";
FOR I=1 TO 8
OUTPUT 705;"F0";
ENTER 705; R,R$;
PRINT I;R;R$;
NEXT I
OUTPUT 705;"S1 100";
```

```
Clear port
Clear 105A to default functions
Display Arms, AC+DC-Coupling

Setup for current output
Read data from 105A
HP-85 display

Scale current by 100
```

4.4

4.6. Ausgabebefehl Gn

Der G1-Befehl kopiert im nachfolgend beschriebenen Format den 105A Strom- und Spannungsbereich, die Bedienungsaufrufsmaske (SRQ) und die gewählten Endmarker in den Ausgabepuffer. Das Format G2 ist ebenfalls in der nachfolgenden Liste zu finden.

Befehl	Ausgabe	Bedeutung
G1	frst	f=1-3 wie I-Bereich Befehle r=1-3 wie U-Bereich Befehle s=0-8 wie SRQ-Maske t=1-4 wie Terminatoren
G2	SF A=1.00000	Stromskalierungsfaktor

4.7. Bereichsbefehle In, Un

Die Bereichsbefehle teilen dem 105A mit, welche Strom- und Spannungsbereiche gewählt werden müssen. Ein Bereichsbefehl stellt das 105A 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 Seite der Anzeige. Ist die Option 02 installiert, berücksichtigt das 105A die Anzeigebefehle 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, ..., C7 verdoppeln einen Teil der Funktionstasten unterhalb der Anzeige.

Beispiel	Erklärung
"C0C2C7"	Wählt AUTORANGE für Spannung und Strom Wechselstromkopplung und stellt die Energieanzeige auf Null zurück.

4.5

4.10. Befehle für die Bedienungsaufwurfmaske

Die SRQ-Maskenbefehle P0 bis P8 werden gebraucht, um das 105A so zu programmieren, dass es aufgrund von benutzerspezifischen Bedingungen Bedienungsaufrufe ausführt.

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

4.11. Terminatorbefehle Wn

Die Terminatorbefehle bestimmen, welche Endzeichen das 105A 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 105A auf W1.

4.12. 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 105A 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 105A 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.

4.13. Syntaxregeln

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

4.6

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 105A beim zweiten Ableseversuch nicht. Ist das 105A jedoch im Talk-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.

4.14. Ausgabedaten

In diesem Abschnitt werden diejenigen Daten erläutert, die in den Ausgabepuffer des 105A 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 105A kann auch vom Aufrufregister aus Daten zum IEEE-488 Bus senden.

Das 105A ist so programmiert, dass es auf einen Ausgabebefehl wie z.B. "F2", die Ausgabedaten sendet. Solange aber der Programmierer das 105A 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 105A "NO OPTION".

Auf die Befehle G1 und G2 zeigt das 105A 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.

Datenausgabe		Formatbeispiele	
Numerische Daten	3.0000A 5.0782A 221.78V 3.8010Wh	Over	Messwert Overrange Messwert Messwert
Konfigurations- daten	G1: 3221	Terminator W1, SRQ P2 240V range 25A range	
	G2: SF A=50.0000		
SRQ-Ausgang	P1: Decimal 65 SRQ on current over		

Abbildung 4.2. Ausgabedaten-Typen

4.15. 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 105A antwortet auf den Aufruf, indem es den Inhalt des entsprechenden Registers abrufen. Das Abfrageregister wird dann angegeben, ob das Instrument einen Bedienungsaufruf wünscht, und falls ja, weshalb. Das 105A kann so programmiert werden, dass es nur unter den vom Benutzer definierten Bedingungen einen Bedienungsaufruf sendet. Die Bedingungen können festgelegt werden, indem für die Bedienungsaufrufsmaske (service request mask SRQ) ein Wert eingegeben wird.

4.16. 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.

4.8

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 SRQ-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:

Gewählte SRQ-Maske	Dezimalwert Bit 1-4
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.

4.17. Schnittstellenmeldungen

Die für das 105A 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 105A 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 105A zusammen mit MLA, das Instrument auf Remote umstellt. Im Remote-Modus werden die Tasten an der Frontseite des 105A deaktiviert.
- DCL: Device Clear - Eine mehrzeilige Meldung, die in den Eingabepuffer geladen wird. DCL legt im 105A 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 ATN 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 105A auf Lokalbedienung, also Bedienung mittels der Tasten an der Vorderseite des Instruments.
- SDC: Selected Device - Identisch mit DCL: wird jedoch nur Clear vom Listener, dem Empfänger verstanden.

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

Mit dem Talk-Only-Modus kann der Benutzer von den Remote-Funktionen des 105A profitieren, ohne dabei einen Controller benützen zu müssen. So wird der Talk-Only-Modus des 105A eingeschaltet:

1. Netzschalter des 105A 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 105A mit dem IEEE-488 Bus an den Datenempfänger (Empfänger-hand-shake ist erforderlich) anschliessen.
4. Netzschalter des 105A auf ON drehen.
5. Mit den Tasten an der Vorderseite des Instruments wird die Konfiguration des 105A eingestellt.
(Das 105A läuft auch auf Remote im Talk-Only-Modus).

Das 105A erkennt das Talk-Only-Bit bereits beim Einschalten des Geräts und sendet die Daten jeweils nach Ablauf der programmierten Anzahl von Messzyklen. Die übermittelten Daten sind das Resultat der Messungen aufgrund der spezifischen Ausgabe-Funktionsbefehle F0 bis F2 (Optionen 02: F0 ...F5).

Die Programmierung der Anzahl Talk-Only Messzyklen erfolgt mit dem S3-Befehl. Dieser Zähler wird im nichtflüchtigen Speicher eingeschrieben und bleibt auch bei ausgeschaltetem Gerät erhalten. Im Talk-Only Betrieb werden die Daten zudem auch ausgegeben, wenn der Trig-Modus eingeschaltet wird.

5.1

5. OPTIONEN

5.1. Einführung

Die Option 01, die IEEE-488 Schnittstelle, wurde bereits im vierten Kapitel beschrieben. In diesem Abschnitt werden die Option 02, der Energiekonverter, die Option 04, der Schreiber Ausgang für die Werte Arms, Vrms und Watt, die Option 05, der Breitband-Schreiber Ausgang zur Momentanleistungsmessung sowie die Optionen 07, 08 und 09, die Breitband-Hochstromtransformatoren 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 105A bereits bei Inbetriebnahme den entsprechenden internen Status. Es sind zwei zusätzliche Funktionen möglich, die ebenfalls über den IEEE-488 Schnittstellenbus gesendet werden können: Wh (Energie), 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 Auto/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 105A auf den Triggermodus umgeschaltet, verlieren die Energiewerte ihre Gültigkeit; im Triggermodus geht die Zeitbasis verloren. Der Leistungsfaktor wird aufgrund der in Abschnitt 1.4. aufgelisteten Gleichung berechnet.

5.3. Stromskalierung (Option 03)

Option 03 ermöglicht Stromskalierung für typische Stromwandlerverhältnisse; 1, 2, 4, 10, 20, 40, Ueber dem Schnittstellenanschluss sind beliebige Verhältnisse, auch mit Dezimalpunkt, möglich. Die Skalierung via Frontplatte wird wie folgt ausgeführt:

Trig wählen → A-Range Taste drücken bis MUL-Led blinkt → Trig-Taste drücken (der aktuelle Skalierungsfaktor wird angezeigt) → Zahlentasten für gewünschtes Verhältnis drücken → Trig drücken (Verhältnis wird abgespeichert und angezeigt) → Nochmals Trig drücken um den Skalierungsmodus zu verlassen.

5.2

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 105A 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.

Spezifikationen	Arms	Vrms	Watt
Ausgang /pin Nr	A+/A-;23/11	V+/V-;21/9	W+/W-;22/10
Ausgangs impedanz	200Ohm	200Ohm	200Ohm
Genauigkeit	0.5%FS	0.5%FS	0.5%FS
V-A-Anzeige 3000/300000	+3V	+3V	
W-Anzeige +9000/+900000			+3V
Minimaler Ausgang	+3V	+3V	+3V
Anstiegszeit	1s	1s	1s
Eingang/Ausgang Isolation	2000Vpeak	2000Vpeak	2000Vpeak
Kurzer Stromkreis	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 Leistungsumkehrung kommt. In einem solchen Fall wird der Leistungswert nicht auf den Schreiber Ausgang übertragen; der Ausgang geht auf Null.

5.4. 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. In der Tabelle 5.6. sind die Spezifikationen des Breitband-Schreiber Ausganges aufgelistet.

5.3

Spezifikationen	Option 05
Ausgang / pin	P+/P-; 24/12
Ausgangsimpedanz	0.5Ohm
W-Anzeige 9000/900000	min. 0V, max. 6V, average 3V
Maximaler Ausgang	+9V peak
Frequenzbereich	DC-10kHz (-3dB at 10kHz)
Genauigkeit	0.5%FS
Kurzer Stromkreis	20mA

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

5.4

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

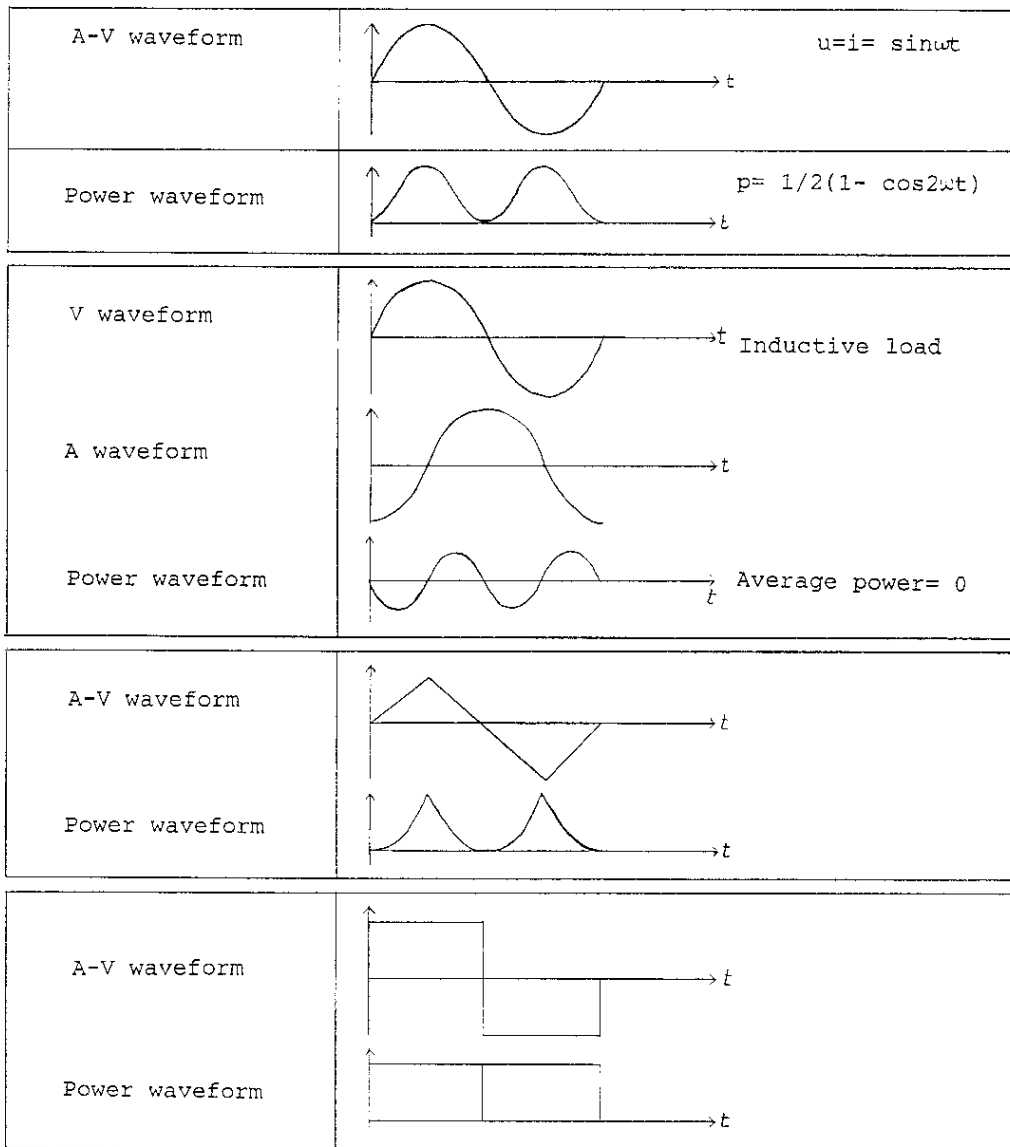
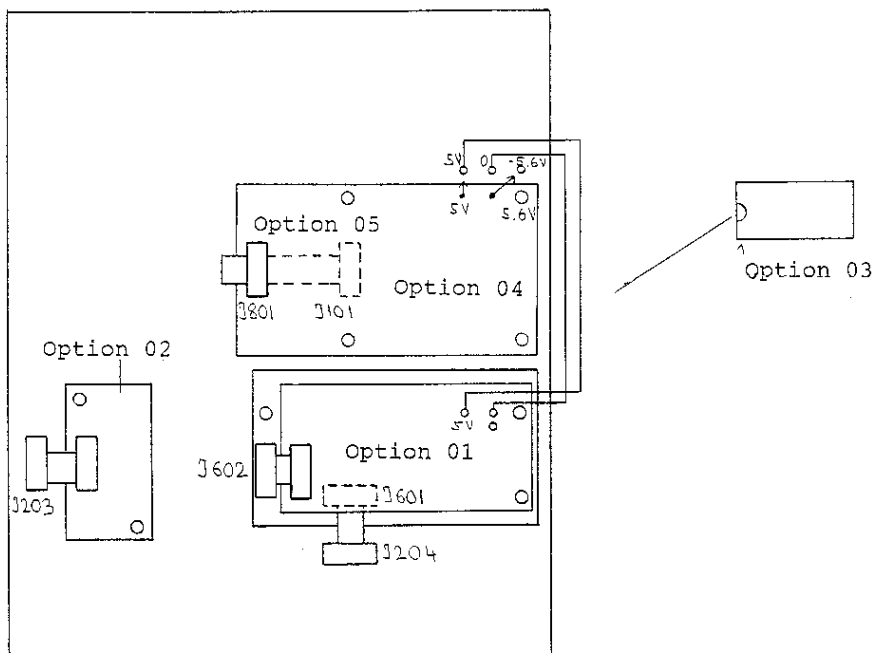


Abbildung 5.7. Strom-, Spannungs- und Leistungs-Wellenformen

5.6. Installation der verschiedenen Optionen

Bevor man die Optionen installiert, müssen sämtliche Eingangskabel zum 105A entfernt und das Netzkabel ausgesteckt werden.

Zur Rückwand



Zur Frontwand

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