

**PRAEZISIONSWATTMETER
MODELL 104**

BEDIENUNGSANLEITUNG

Infratek

BEDIENUNGSANLEITUNG

1. Einführung und Spezifikationen
 - 1.1. Einführung
 - 1.2. Das Präzisionswattmeter Modell 104B
 - 1.3. Eigenschaften des 104B
 - 1.4. Gemessene Werte und deren Definitionen
 - 1.5. Spezifikationen
 - 1.6. Präzisionswattmeter Modell 104A
 - 1.7. Zusammenfassung der Programmierfunktionen

2. Bedienungsanleitung
 - 2.1. Einführung
 - 2.2. Installation
 - 2.3. Netzanschluss
 - 2.4. Verstellbare Lage des 104B
 - 2.5. Rack-Montage
 - 2.6. Betriebseigenschaften
 - 2.7. Front- und Rückwandbeschrieb
 - 2.8. Anzeige
 - 2.9. Ueber- / Unterbereichsanzeige
 - 2.10. Bereichswahl
 - 2.11. Abtastung
 - 2.12. Mittelwertberechnung AVG
 - 2.13. Signalmittelung über eine vorgegebene Zeit
 - 2.14. Timer für Energiemessung
 - 2.15. Hold / Transient-Leistungsmessungen
 - 2.16. Externer Triggereingang
 - 2.16.1. Strom- und Spannungsskalierung
 - 2.17. Frequenzmessung (Option 15)
 - 2.18. Messen mit dem 104B
 - 2.19. Strommessung
 - 2.20. Spannungsmessung
 - 2.21. Leistungsmessung
 - 2.22. Programmierbarer Schreiber Ausgang (Option 05)
 - 2.23. Mehrfach Schreiber Ausgang (Option 14)
 - 2.24. Andere 104B-Programmierfunktionen

- 3. Fernprogrammierung
- 3.1. Einführung
- 3.2. Möglichkeiten
- 3.3. Bus-Adresswahl
- 3.4. Gerätabhängige Befehlssätze
- 3.5. Ausgabebefehle Fn, Hn
- 3.6. Ausgabebefehle An, Bn
- 3.7. Bereichsbefehle In, Un
- 3.8. Anzeigebefehle Dn, En
- 3.9. Modusbefehle
- 3.10. Pn Befehle für die Bedienungsaufruf-Maske SRQ
- 3.11. Endbefehle Wn
- 3.12. Ausgabebefehle Gn
- 3.13. Verarbeiten der Befehle
- 3.14. Syntaxregeln
- 3.15. Ausgabedaten
- 3.16. Das Laden der Ausgabedaten
- 3.17. Bedienungsaufrufe SRQ
- 3.18. Das Abfrageregister
- 3.19. Schnittstellenmeldungen
- 3.20. Talk-Only-Modus
- 3.21. Die Talk-Only Programmierung

1.1

1. EINFUEHRUNG UND SPEZIFIKATIONEN

1.1. Einführung

Dieses Handbuch umfasst Spezifikationen, eine Betriebsanleitung sowie Wartungsinstruktionen für das Präzisionswattmeter Modell 104A und 104B. Angaben, die nur für das 104A gelten, sind im Abschnitt 1.6. zu finden.

1.2. Das Präzisionswattmeter Modell 104B

Mit dem Präzisionswattmeter Modell 104B können gleichzeitig 16 Werte gemessen und berechnet werden. Vier dieser Werte können mittels Tasten an der Vorderseite des Instruments gewählt und auf der 40-stelligen Vakuum-Fluoreszenz-Anzeige sichtbar gemacht werden. Die Strom- und Spannungseingänge sind galvanisch getrennt und können gegenseitig und gegenüber Erde einer Gleichtaktspannung bis zu 1400V Spitze ausgesetzt werden. Der Frequenzbereich ist Gleichstrom bis 200kHz. Strom und Spannung werden mit Konvertern gemessen. Die Leistung wird aus Abtastungen von Strom- und Spannungsmomentanwerten ermittelt. Die Mittelwertberechnungen für die Leistung können in vier Stufen gewählt werden. Ein spezieller Messmodus erlaubt Mittelwertbildung von Strom, Spannung und Leistung über eine programmierbare Messzeit bis zu 15000 Sekunden. Aus den Messwerten Strom, Spannung und Leistung werden die restlichen Grössen ermittelt.

Das 104B führt auch Transientleistungsmessungen aus. Die Einschaltleistung von Systemen kann bestimmt werden. Die Messungen werden gestartet, indem man entweder an der Vorderseite des Instrumentes eine Funktionstaste betätigt oder aber an der Rückseite eine Triggerfunktion auslöst. Es werden 20 Messungen der Momentanleistung ausgeführt und gespeichert. (Zeitintervalle 0.05 Sek., 0.1 Sek., 0.15 Sek. und 0.2 Sek.). Ist die Messung abgeschlossen, können die Messwerte auf der Anzeige abgelesen werden. Das Schreiber Ausgangssignal ist proportional zur angezeigten Grösse. Im Transient-Messmodus ist die Ausgabe während der Messungen proportional zur Momentanleistung. Die IEEE-Schnittstelle ermöglicht vollumfängliche Bedienung aller Funktionen des 104B.

1.3. Eigenschaften des 104B

- 0.1 % Genauigkeit
- Gleichzeitiges Messen von 16 Werten
- Gleichzeitige Anzeige von 4 Werten
- Eingänge galvanisch getrennt
- Grosser Frequenzbereich: Gleichstrom - 200kHz (400kHz)
- Timer Funktion

1.2

- Wechselstrom oder Wechsel- plus Gleichstromkopplung
- Automatische oder manuelle Bereichswahl
- Transient-Leistungsmessung
- 7 Spannungsbereiche: 0-2V, 0-6V, ..., 0-1000V
- 6 Stromeinschübe, 2mA-200A
- Einfache Bedienung
- Nichtflüchtige Speicher
- Programmierbare Talk-only Funktion

Optionen: IEEE-488 Schnittstelle, Schreiber Ausgang,
koaxiale Shunts, Mehrfachschreiber Ausgang,
Breitbandversion DC-400kHz

1.4. Gemessene Werte und deren Definitionen

Das 104B misst gleichzeitig die folgenden 16 Werte:

Stromeingang (AC- und AC+DC-Kopplung)

- Effektivwert
- Gleichrichtwert
- Mittelwert
- Ladung = Gleichrichtwert x Zeit

Spannungseingang (AC- und AC+DC-Kopplung)

- Effektivwert
- Gleichrichtwert
- Mittelwert

Strom- und Spannungseingang (AC- und AC+DC-Kopplung)

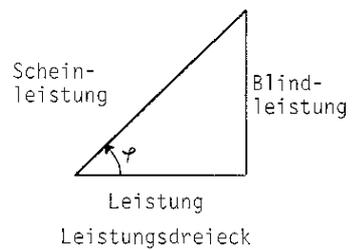
- Leistung
- Scheinleistung
- Betrag der Blindleistung
- Leistungsfaktor
- Energie (positiv und negativ)
- Zeit
- Betrag der Lastimpedanz
- Widerstandsteil der Lastimpedanz
- 20 Messungen von Transientleistung in Zeitintervallen von 0.05 Sek., 0.1 Sek., 0.15 Sek. oder 0.2 Sek.

Die mathematischen Definitionen der gemessenen und berechneten Grössen finden Sie auf Seite 1.3.

1.3

| | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Effektivwert (A_R, V_R): | $(1/nT \int_0^{nT} i^2 dt)^{1/2},$ | $(1/nT \int_0^{nT} v^2 dt)^{1/2}$ |
| Gleichrichtwert (A_t, V_t): | $1/nT \int_0^{nT} i dt,$ | $1/nT \int_0^{nT} v dt$ |
| Mittelwert ($A=, V=$): | $1/nT \int_0^{nT} i dt,$ | $1/nT \int_0^{nT} v dt$ |
| Leistung (W): | $1/nT \int_0^{nT} v \cdot i \cdot dt$ | |

Scheinleistung (VA) = $I_{RMS} \cdot V_{RMS}$



Betrag der Blindleistung (VAR) = $I_{RMS} \cdot V_{RMS} \cdot \sin\varphi$

Leistungsfaktor (PF) = Leistung / Scheinleistung

Energie (Wh) = $\int_0^t \text{Leistung} dt$

Ladung (Ah) = $\int_0^t (\text{Stromgleichrichtwert}) \cdot dt$

Betrag der Lastimpedanz ($|Z|$) = V_{RMS} / I_{RMS}

Realteil der Lastimpedanz (ReZ) = $\frac{V_{RMS}}{I_{RMS}} \cdot \cos\varphi$

1.5. Spezifikationen

STROM

| | |
|--------------------|---|
| Bereiche: | |
| 200mA Einschub: | 2mA, 6mA, 20mA, 60mA, 200mA |
| 20A Einschub: | 200mA, 600mA, 2A, 6A, 20A ¹⁾ |
| 60A Einschub: | 20A, 60A ^{1,2)} |
| 200A Shunt: | 20A, 60A, 200A ^{1,2)} |
| 2A Koaxialshunt: | 20mA, 60mA, 200mA, 600mA, 2A |
| 20A Koaxialshunt: | 200mA, 600mA, 2A, 6A, 20A |
| 55A Koaxialshunt: | 2A, 6A, 20A, 60A |
| Spannungseinschub: | 1mV=1A, Bereich 0-20mV, ..., 0-2V |
| Maximalwerte: | |
| 200mA Einschub: | 2A max. 3 Min. |
| 20A Einschub: | 20A max. 3 Min. |
| 60A Einschub: | 70A max. 3 Min. |
| 200A Shunt: | 200A max. 1 Min. |
| 2A Koaxialshunt: | 2A dauernd |
| 20A Koaxialshunt: | 20A dauernd |
| 55A Koaxial Shunt: | 55A dauernd |
| Spannungseinschub: | 20V max. |
| Anzeige: | 0-2045 für 2/20/200-Bereiche |
| mit Skalierung: | 0-6135 für 6/60/600-Bereiche |
| | 0-99999 |
| Frequenzbereich: | DC+AC-Kopplung: DC-200kHz |
| | AC-Kopplung: 15Hz-200kHz |
| Genauigkeit: | 1 Jahr, 18-25°C, alle Bereiche |

| | | |
|--|--|--|
| True RMS (Ar) Rect. Mean (At) Mean (A=) | ±(0.1 % MW + 0.1 % MB) ±(0.1 % MW + 0.2 % MB) | 40Hz-1000Hz DC:15Hz-40Hz 1kHz-20kHz |
| True RMS Mean Rect. Mean True RMS (Opt. 13) | ±(0.5 % MW + 0.5 % MB) ±(2.0 % MW + 0.5 % MB) ±(1.0 % MW + 0.4 % MB) ±(5.0 % MW + 1.0 % MB) | 20kHz-100kHz 100kHz-200kHz 20kHz-100kHz 200kHz-400kHz |

- 1) Für Ströme >15A, >60A respektive >150A ist die Genauigkeit auf 1 Min. Betriebsdauer begrenzt.
- 2) Die Fehler für Strom und Leistung verdoppeln sich.

Scheitelfaktor: Grösser als 3 bei 50 % Vollausschlag

Temp. Koeffizient: ±0.01 % MB /°C

1.5

SPANNUNG

Bereiche: 2V, 6V, 20V, 60V, 200V, 600V, 1000V³⁾
 Maximalwerte: Alle Bereiche: 1000V RMS oder 1400V Spitze
 Anzeige: 0-2045 für 2V, 20V, 200V, 1000V-Bereiche
 mit Skalierung: 0-6135 für 6V, 60V, 600V-Bereiche
 0-99999
 Frequenzbereich: DC+AC-Kopplung: DC-200kHz
 AC-Kopplung: 15Hz-200kHz
 Genauigkeit: 1 Jahr, 18-25°C, alle Bereiche

| | | | |
|--------------------|--------------------------|--|------------------------|
| True RMS (Vr) | } ±(0.1 % MW + 0.1 % MB) | 40Hz-1000Hz | |
| Rect. Mean (Vt) | | | ±(0.1 % MW + 0.2 % MB) |
| Mean (V=) | } ±(0.3 % MW + 0.3 % MB) | [DC:15Hz-40Hz 1kHz-20kHz 20kHz-50kHz | |
| True RMS | } ±(0.8 % MW + 0.4 % MB) | 50kHz-100kHz 100kHz-200kHz 50kHz-100kHz 200kHz-400kHz | |
| Mean | | | ±(2.8 % MW + 0.8 % MB) |
| Rect. Mean | | | ±(1.0 % MW + 0.4 % MB) |
| True RMS (Opt. 13) | | | ±(5.0 % MW + 1.0 % MB) |

3) Für $V_{in} > 700$ ist die Genauigkeit auf 1 Minute Betriebsdauer begrenzt.

Scheitelfaktor: Grösser als 3 bei 50 % Vollausschlag
 Temp. Koeffizient: ±0.01 % MB / °C
 Eingangsimpedanz: 1Mohm / 20pF
 Volt-Hertz Produkt: 1×10^8 VHz

LEISTUNG

Bereiche: (Leistungsbereich=Strom- x Spannungsbereich)
 200mA Einschub: 4mW, 12mW, 36mW, ..., 200W
 20A Einschub: 400mW, 1200mW, 3.6W, ..., 20kW
 60A Einschub: 40W, 120W, 360W, ..., 60kW
 200A Shunt: 40W, 120W, 360W, ..., 200kW
 2A Koaxialshunt: 40mW, 120mW, 360mW, ..., 2kW
 20A Koaxialshunt: 400mW, 1200mW, 3.6W, ..., 20kW
 55A Koaxialshunt: 4W, 12W, 36W, ..., 60kW
 Spannungseinschub für externe Shunts: Leistungsbereiche sind abhängig vom Shuntwiderstand.

1.6

Anzeige (20A Einschub): 0-418.2mW, 0-1254mW, 0-3.764W etc.
mit Skalierung: 0-999999

Maximalwerte: Gleich wie Strom und Spannung

Frequenzbereich: DC+AC-Kopplung: DC-200kHz
AC-Kopplung: 15Hz-200kHz

Temp. Koeffizient: ± 0.02 % MB / °C

Ueberschreitsanzeige: Spannungs- und Stromwerte ausserhalb dem linearen Betriebsbereich werden durch die beiden Led's "U-UP" und "I-UP" und durch Dunkel-schalten des entsprechenden Anzeigewerts angezeigt.

Genauigkeit: 1 Jahr 18-25°C, Leistungsfaktor 0.5 bis 1.0, alle Bereiche

| | | |
|---------------------------------------|--|--|
| Continuous sampling | $\pm(0.1$ % MW + 0.1 % MB) $\pm(0.1$ % MW + 0.2 % MB) $\pm(0.2$ % MW + 0.35 % MB) | 40Hz-400Hz 5Hz-40Hz, 400Hz-1kHz DC |
| Random sampling AVG=4 (Opt. 13) | $\pm(0.5$ % MW + 0.3 % MB $\pm(1.0$ % MW + 0.5 % MB) $\pm(2.0$ % MW + 0.8 % MB) $\pm(4.0$ % MW + 0.8 % MB), typisch $\pm(6.0$ % MW + 0.8 % MB), typisch $\pm(8.0$ % MW + 5.0 % MB), typisch | DC-20kHz 20kHz-60kHz 60kHz-100kHz 100kHz-150kHz 150kHz-200kHz 200kHz-400kHz |

Genauigkeit auf 1 Min. Betriebsdauer begrenzt für $V_{in} > 700$ und Ströme $> 15A$ (20A Einschub), $> 60A$ (60A Einschub) respektive $> 150A$ (200A Shunt).
Für Leistungsfaktoren < 0.5 verdoppeln sich die Fehler.

Scheinleistung: Summe der Fehler von Spannung und Strom

Betrag der Blindleistung: Summe der Fehler von Spannung, Strom, Leistung und Scheinleistung. Für Leistungsfaktoren zwischen 0.8 und 1.0, verdoppeln sich die Fehler.

1.7

| | |
|----------------------------------|--|
| Leistungsfaktor: | Summe der Fehler von Leistung und Scheinleistung |
| Energie: | Kontinuierliche Abtastung: 0.4 % MW Zufallsabtastung: 1 % MW, DC-20kHz; 3 % MW, 20kHz-100kHz |
| Ladung: | 0.4 % MW, DC-20kHz 1.4 % MW, 20kHz-100kHz |
| Betrag der Lastimpedanz: | Summe der Fehler von Spannung und Strom |
| Wirkwiderstand der Lastimpedanz: | Summe der Fehler von Spannung, Strom und Leistungsfaktor. |

Allgemeines

| | |
|--------------------------|---|
| Eingänge: | Potentialfrei, Eingänge sind galvanisch getrennt, Isolationsspannung 3kV/50Hz während einer Minute. |
| Gleichtaktunterdrückung: | Stromeingang 120dB bei 50/60 Hz, Spannungseingang 100dB bei 50/60 Hz |
| Anzeige: | 40 Stellen, 5mm grosse Vakuum-Fluoreszenz Anzeige. Vier Werte, einschliesslich Vorzeichen und Einheiten, werden gleichzeitig angezeigt. Die gewählte Mittelwertberechnung 1, 2, 3 oder 4 wird stets an der letzten Stelle, auf der rechten Anzeigeseite, angegeben. |
| Tasten: | Die Tasten unterhalb der Anzeige werden im Abschnitt "Mathematische Definitionen" erläutert. Die drei Tasten PF/ Wh/Z haben Doppelfunktionen. Mit der Taste PF/IU können die Strom- und Spannungsbereiche angezeigt werden. Das Tastenfeld auf der linken Seite der Anzeige dient zur Wahl der Bereiche und der Kopplung. Das Tastenfeld auf der rechten Seite der Anzeige ist für die Wahl der Abtastung und den RUN/HOLD-Modus oder den Transient-Modus bestimmt. |

1.8

Für periodische Signale unter 1kHz sollte "CONT SAMPLING" (kontinuierliche Abtastung) und für Signale über 1kHz "RAND SAMPLING" (Zufallsabtastung) gewählt werden.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Anstiegszeit: | Strom und Spannung: 1 Sekunde bis zur Nenngenaugkeit. Leistung und leistungsverwandte Werte: Antwortzeit ist abhängig vom entsprechenden Abtastmodus und der Mittelwertberechnung. Min. 0.5 Sek. (cont. sampling, AVG=1), Min. 6.0 Sek. (rand. sampling, AVG=4) |
| Bereichswahl: | Automatisch für Strom- und Spannungsbereiche oder manuell mit "UP-Range" und "DOWN-Range" Tasten. |
| Anwärmzeit: | 2 Minuten für Nenngenaugkeit |
| Leistung: | 220V (110V) +20 %/-10 %, 50Hz-60Hz, 28VA. |
| Grösse: | H x W x D; 132mm x 450mm x 300mm |
| Gewicht: | 6.3kg |
| Funktion der Schnittstelle IEEE-488: | Diese Option ermöglicht vollumfängliche Bedienung und Datenausgang und unterstützt die folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, DC1, DT1, E1, PF0 und C0. |
| Optionen umfassen: | IEEE-488 Schnittstellen; Strom-einschub: 0-200mA, 0-20A, 0-60A, 0-200A; Koaxialshunt Einschub: 0-2A, 0-20A, 0-55A; Der Analogschreiber- ausgang (+2V) ist proportional dem Strom-, Spannungseffektivwert oder der Leistung (programmierbar); Mehrfach-Schreiberausgang für simultane Ausgabe (0-2V) von Leistung, Strom- und Spannungseffektivwert; 19-Zoll Rack Adapter; Frequenzmessung DC-8kHz. |

1.6. Präzisionswattmeter Modell 104A

Das Modell 104A weist im Wesentlichen dieselben Messfunktionen des Modells 104B auf.
 Folgende Funktionen sind im 104A nicht eingebaut: Skalierung, Timer, Langzeitmittelwertbildung, Frequenzmessung, Mehrfachschreiber Ausgang, positive und negative Energieanzeige (nur 1 Energieanzeige) und programmierbarer Talk-only Modus.

1.7. Zusammenfassung der Programmierfunktionen

Skalieren:

"HOLD" wählen → "SCALE" drücken → *"SCALE A" drücken für Stromskalierung → / "SCALE V" drücken für Spannungskalierung / "AVG" drücken für Leistungskalierung → gewünschten Faktor wählen → "ENTER" drücken (werden weitere Eingaben gewünscht, dann zurück zu *) → "RUN" drücken.

Energietimer - Funktion aktivieren:

"HOLD" wählen → "SCALE" drücken → "Ah/Wh-Reset" drücken (Anzeige schaltet um, /T/ Timer aktiviert und /-/ Timer nicht aktiviert) → "RUN" drücken.

Zeit des Energietimers setzen:

"HOLD" wählen → "SCALE" wählen → "SAMPLING" drücken (Talk-only Programmierung wird angezeigt) → "ENTER" einmal drücken → Zeit eingeben → "ENTER" drücken → "RUN" drücken.

Wahl der Talk-Only Funktionen:

"HOLD" wählen → "SCALE" drücken → "SAMPLING" drücken → Alle jene Funktionstasten unterhalb der Anzeige wählen, die zum Ausdrucken gewünscht werden → "ENTER" drücken (die neuen Funktionen F123 ... H123 ... werden nun angezeigt) → "RUN" drücken.

Wahl der Messzeit (MT):

"HOLD" wählen → "SCALE" drücken → "SAMPLING" drücken → "ENTER" zweimal drücken (104B ist nun bereit für die Messzeit-Eingabe) → Messzeit in Sekunden wählen → "ENTER" drücken → "RUN" drücken.

2. BEDIENUNGSANLEITUNG

2.1. Einführung

Dieser Abschnitt beinhaltet Installationsangaben sowie die Bedienungsanleitung für das 104B. Die messtechnischen Grundsätze sind in den Abschnitten 2.15. - 2.18. zu finden.

2.2. Installation

Das 104B hat eine auf der Rückwand angebrachte Netzsicherung in Serie mit der Stromzufuhr. Eine 200mA, 250V, träge Sicherung wird bei der Herstellung des 104B eingesetzt, und der Spannungswählschalter ist auf 220V Netzbetrieb geschaltet. Wird mit Netzspannungen zwischen 98V-125V gearbeitet, muss die Sicherung gegen eine 500mA, 250V, träge Sicherung getauscht werden und der Spannungswählschalter auf 98V-125V stehen.

WARNUNG: Um einen elektrischen Schock zu vermeiden, muss vor dem Auswechseln der Sicherung das Netzanschlusskabel herausgezogen werden.

2.3. Netzanschluss

WARNUNG: Um Schlaggefahr zu vermeiden, sollte das Netzanschlusskabel des 104B an einen Netzstecker mit Erdungskontakt angeschlossen werden.
Um Schaden am Gerät zu vermeiden, muss der Spannungswählschalter auf der Rückseite des 104B die korrekte Spannung anzeigen.

2.4. Verstellbare Lage des 104B

Vier verstellbare Füße an der Unterseite des 104B 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 104B in ein 19-Zoll-Rack werden je ein Rack-Adapter an die rechte und linke Instrumentenseite geschraubt.

2.6. Betriebseigenschaften

Beim Einschalten des 104B wird zuerst der interne digitale Schaltkreis aktiviert. Anschliessend bestimmt das Instrument den verwendeten Einschub und die installierten Optionen und legt dann den internen Status fest. Das 104B nimmt dann folgende Konfiguration an:

- AUTORANGE: Beginnt im 1000V Bereich und im höchsten Strombereich
- CONT Sampling: Kontinuierliche Abtastung
- RUN: Kontinuierliches Messen
- Wechselstromkopplung
- Mittelwertberechnung 1, Messzeit=1
- Anzeige: Irms, Urms, P, Leistungsfaktor

BEACHTTE: Wenn der Stromeinschub gewechselt wird, muss das Instrument ausgeschaltet und neu gestartet werden. Eine neue Initialisierung ist erforderlich.

2.7. Front- und Rückwandbeschrieb

Die Funktionen auf der Vorderseite des Instruments 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.

2.8. Anzeige

Die Anzeige des 104B besteht aus 40 Vakuum-Fluoreszenz Anzeigepositionen. Im normalen RUN- oder HOLD-Modus werden 4 Werte einschliesslich ihrer Einheiten angezeigt. Die Wahl dieser Werte wird im Tastenfeld unterhalb der Anzeige bestimmt. Die letzte Stelle auf der Anzeige gibt die gewählte Mittelwertberechnung mit 1, 2, 3, oder 4 an.

2.9. Ueber- / Unterbereichsanzeige

Ein Eingang ist im Ueberbereich, wenn er den Anzeigebereich des gewählten Messbereichs oder die Momentan-Spitzenwerte des Betriebsbereichs des A/D-Konverters übersteigt. Das 104B zeigt an, dass ein Eingang im Ueberbereich ist, indem die Leds "I-UP" oder "U-UP" aufleuchten. Wird zudem der Anzeigebereich überschritten wird der entsprechende Wert auf dem Display ausgeblendet. Fällt der Eingang unter 30 % des gewählten Bereichs, leuchten die Leds "I-DOWN" oder "U-DOWN" auf.

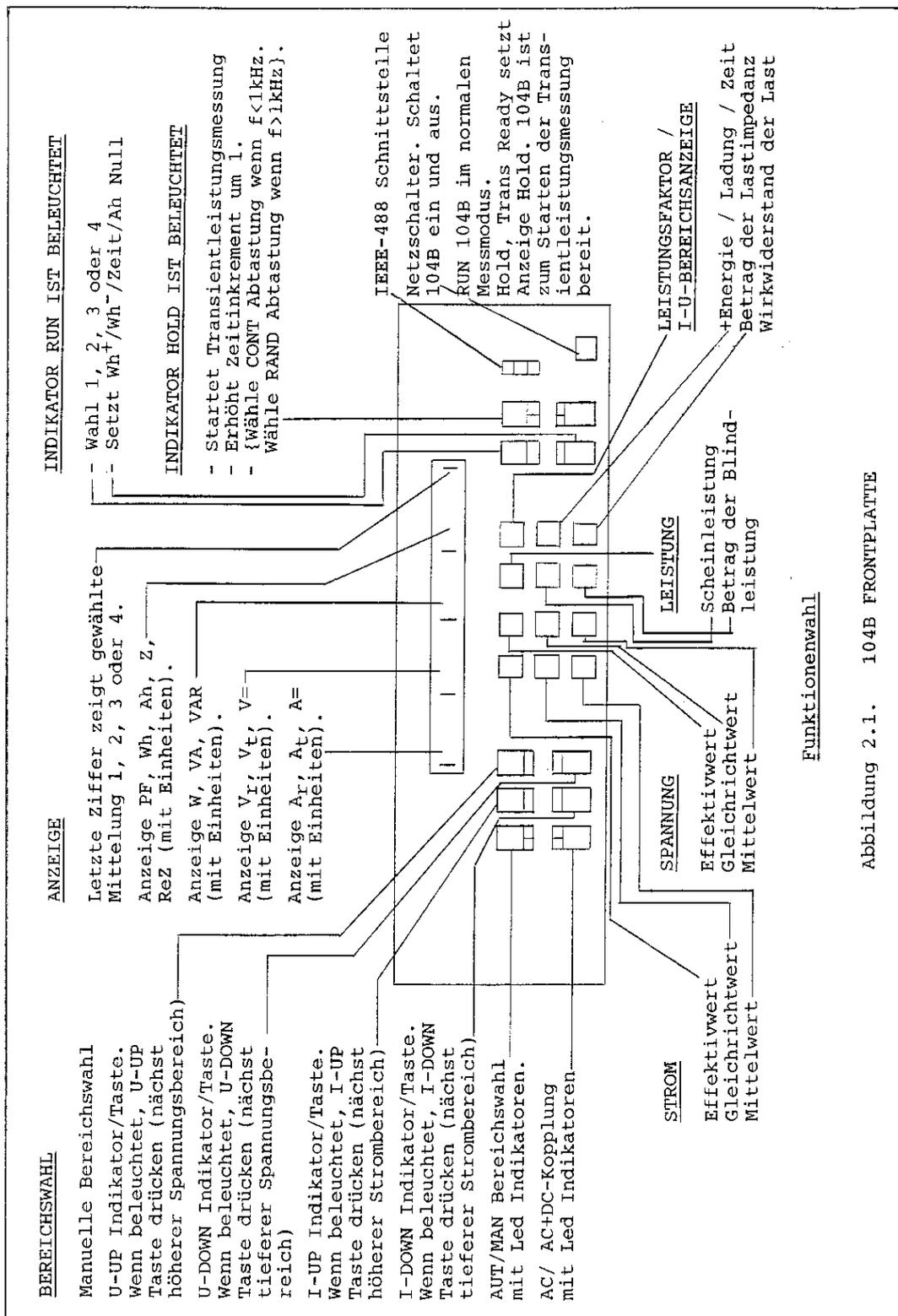


Abbildung 2.1. 104B FRONTPLATTE

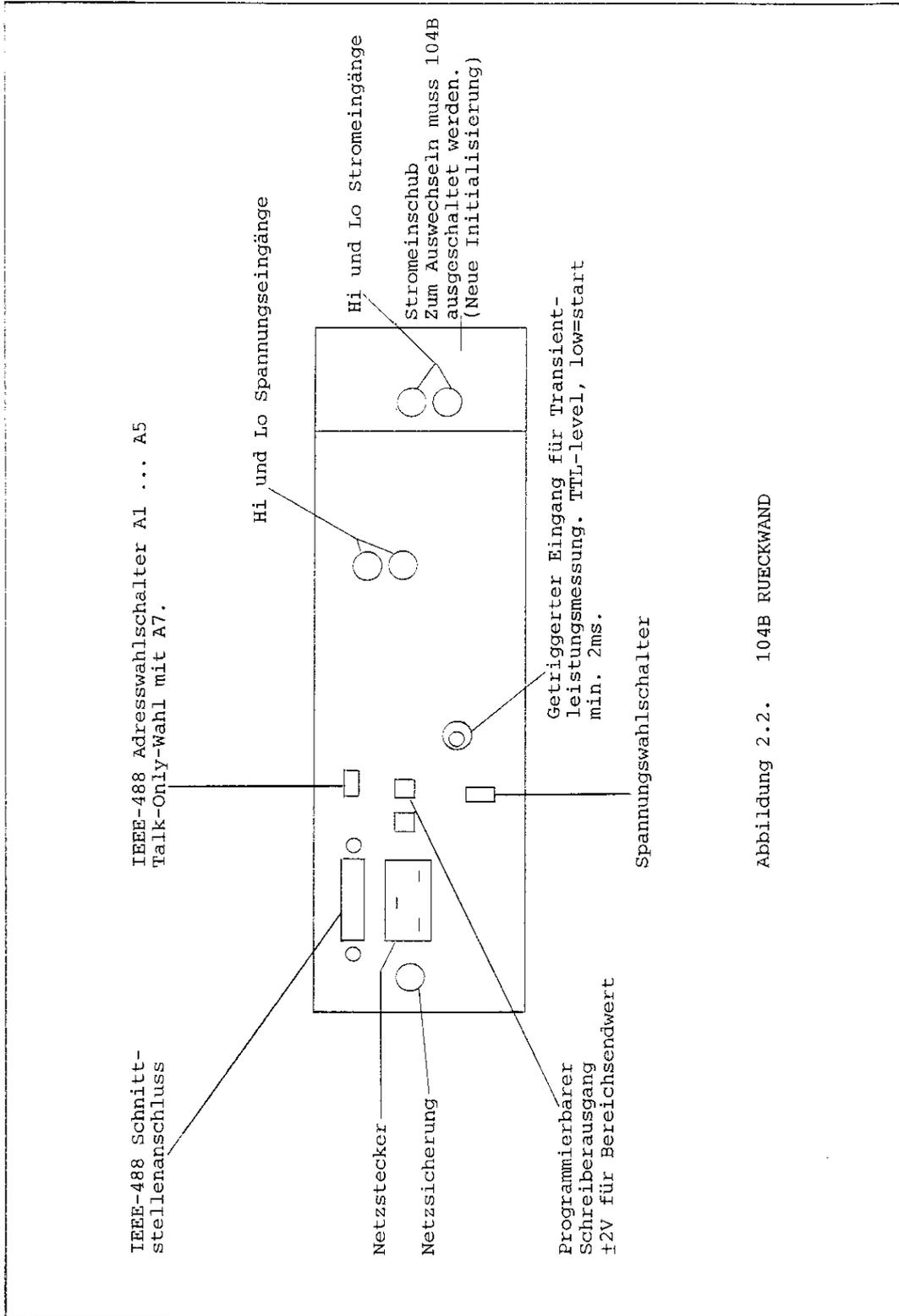


Abbildung 2.2. 104B RUECKWAND

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

2.10. Bereichswahl

Die Messbereiche können gewählt werden, indem entweder die Tasten AUTORANGE (Led "AUTO" leuchtet auf) oder MANUAL-Range (Led "MAN" leuchtet auf) gedrückt werden. Das 104B zeigt in jedem Strom- und Spannungsbereich explizite Einheiten an; auf diese Weise lassen sich die angezeigten Werte leicht ablesen.

AUTORANGE: Bei Autorange geht das 104B in einen höheren Bereich, wenn der Strom- oder Spannungseingang 2000 oder 6000 übersteigt (Bereiche sind 2/6/20 ...). Das 104B springt entsprechend in einen niedrigeren Bereich, wenn der Eingang unter ca. 30 % des Gesamtbereichs, d.h., unter 600 bzw. 1800 fällt. Bei Signalen mit hohen Spitzenwerten und kleinen Effektivwerten kann ein Autorange-Konflikt entstehen (Bereichsoszillation). In diesem Fall ist Manual-Ranging zu wählen.

MANUAL-RANGE: Bei Manual-Range bleibt das 104B im gewählten Bereich bis ein anderer Bereich gewählt oder die Taste AUTORANGE gedrückt wird. Die Led-Anzeigen "UP- und DOWN-Bereich" sind Hilfsfunktionen für den Benutzer. Um den nächst höheren Strombereich zu wählen, wird die Taste "I-UP" 1-mal gedrückt. Um in den nächst tieferen Bereich zu gelangen, drückt man die Taste "I-DOWN" 1-mal. Gleiches Vorgehen gilt für den Spannungsbereich. Im HOLD- und TRANSIENT-Modus können die Bereiche nicht gewählt werden. Wählen Sie die gewünschten Bereiche, bevor sie TRANSIENT-Leistungsmessungen ausführen.

2.11. Abtastung

Die Funktionen **CONT-** (continuous) und **RAND-** (random) Abtastung können im Tastenfeld rechts, unterhalb der Anzeige, gewählt werden. Das Instrument beginnt automatisch mit der Funktion **CONT-** Abtastung. Um die **RAND-** Abtastung zu wählen, drückt man die Taste "Abtastung" 1-mal (es leuchtet die Led "RAND" auf). Zurück zur **CONT-** Abtastung gelangt man durch erneutes Betätigen der Taste "Abtastung".

CONT-Abtastung: Ist die Grundfrequenz vom zu messenden Strom und von der Spannung kleiner als 1kHz, ist die Funktion **CONT-** Abtastung zu wählen. Die Leistung wird dann aufgrund eines Minimums von 3000 (AVG=1) aufeinanderfolgenden Abtastungen von Strom und Spannung bestimmt. Ein hoher Oberwellenanteil bewirkt keine Fehlmessungen. Für praktisch alle Leistungsmessungen reicht die Mittel-

2.6

wertberechnung (AVG=1) aus. Die Funktion CONT-Abtastung sollte immer dann angewendet werden, wenn die Grundfrequenz kleiner als 1kHz ist, denn mit CONT können eine höhere Genauigkeit der Leistung und schnellere Messzyklen erzielt werden. Mit dieser Funktion können präzise Leistungsmessungen periodischer Signale bis hinunter auf 3Hz innerhalb eines Messzyklus (ca. 0.5 Sek.) erreicht werden.

RAND-Abtastung: Ist die Grundfrequenz vom zu messenden Strom und von der Spannung höher als 1kHz, ist die Funktion RAND-Abtastung zu wählen. Wird diese Richtlinie nicht beachtet, muss mit falschen Leistungsmessungen gerechnet werden. Im RAND-Abtastungsmodus ist die Leistungsmessung das Resultat von 1-8 Messzyklen. Jeder Messzyklus besteht aus 4000 willkürlich modulierten Abtastungen von Strom und Spannung. Der angezeigte Leistungswert ist der Durchschnitt einer Reihe von Messzyklen, die mit der Funktion AVG (Averaging / Mittelung) wie folgt bestimmt werden:

| AVG | Anzahl der Messzyklen | Anzahl Abtastungen |
|-----|-----------------------|--------------------|
| 1 | 1 | 4,000 |
| 2 | 2 | 8,000 |
| 3 | 4 | 16,000 |
| 4 | 8 | 32,000 |

Höchste Genauigkeit wird durch AVG=4 erreicht. Je höher das AVG, desto länger die Antwortzeit des Instrumentes bis zur Berechnung des definitiven Leistungswerts; für AVG=4 beträgt die Antwortzeit 6 Sekunden.

2.12. Mittelwertberechnung (AVG)

Die Mittelwertberechnung für die Leistung wird durch die Taste "AVG" gewählt und leuchtet stets in Form einer Zahl zwischen 1-4 auf der äussersten rechten Stelle der Vakuum-Fluoreszenz Anzeige auf. Jedesmal wenn AVG gedrückt wird, erhöht sich die AVG-Zahl bis sie 4 erreicht. Drückt man die AVG-Taste noch einmal, springt die AVG-Zahl zurück auf 1, um dann wieder stufenweise erhöht werden zu können. Die AVG-Zahl beeinflusst nur die Leistungsmittelwertberechnung, d.h., nur die Anzahl der Abtastungen für die Leistungsmessung wird durch die AVG-Zahl bestimmt; Spannungs- und Strommessungen werden nicht beeinflusst. Die folgende Tabelle illustriert das Verhältnis zwischen "Anzahl Abtastungen" und "Antwortzeit" bis zum Erreichen des Endwertes (P, S, Q, PF, Z).

2.7

| AVG | Anzahl Abtastungen | | Sprungantwort der Leistung | |
|-----|--------------------|--------|----------------------------|-------------|
| | CONT | RAND | CONT | RAND |
| 1 | > 3,000 | 4,000 | ~ 0.5 Sek. | ~ 0.75 Sek. |
| 2 | > 6,000 | 8,000 | ~ 1.0 Sek. | ~ 1.5 Sek. |
| 3 | >12,000 | 16,000 | ~ 2.0 Sek. | ~ 3.0 Sek. |
| 4 | >24,000 | 32,000 | ~ 4.0 Sek. | ~ 6.0 Sek. |

2.13. Signalmittelung über eine vorgegebene Zeit

Beim Aufstarten des 104B wird die Messzeit auf den Normalwert MT=1 gesetzt. MT kann von 2(±0.5) bis zu 15000 (±0.5) Sekunden erhöht werden um Mittelwerte von Strom, Spannung, Leistung und Mittelwerte aller gerechneten Grössen zu bestimmen. Nach Ablauf der Messung wird die tatsächliche Messzeit ebenfalls angezeigt. Bei dieser Messart (MT>1) muss immer manuelle Bereichswahl gewählt werden.

So ist das Vorgehen. Die gewünschte 104B Betriebskonfiguration wählen (Manuelle Bereichswahl). Die gewünschte Messzeit wie folgt programmieren:

"HOLD" wählen → "SCALE" drücken → "SAMPLING" drücken (Die Talk-only Timer und die Messzeit MT wird jetzt angezeigt) → 2 mal "ENTER" drücken → Die Messzeit in Sekunden eingeben → "ENTER" drücken → "RUN" drücken um die erste Messung zu starten.

Während der Messung blinkt die "RUN" Led. Die Messung kann jederzeit mit "HOLD" unterbrochen werden um gültige Messwerte während einer reduzierten Messzeit zu erhalten. Die tatsächliche Messzeit wird ebenfalls angezeigt. Wenn während einer Messung eine Bereichsüberlast während 0.3 Sekunden auftritt, geht das 104B in den "HOLD"-Zustand. Ein vorzeitiger Abbruch der Messung wird an der reduzierten (angezeigten) Messdauer erkannt. Die Arbeitsweise des 104B für MT<100s und MT>100s ist verschieden. Für MT<100s werden die Messwerte nach Ablauf der Messzeit angezeigt und die Messung für ca. 3 Sekunden gestoppt (HOLD-Led leuchtet). Dann wird automatisch die nächste Messung gestartet. Für MT>100s wird nach der Messung auf "HOLD" geschaltet. Die nächste Messung muss mit der "RUN"-Taste gestartet werden. MT kann via IEEE-Schnittstelle mit dem S5-Befehl programmiert werden. Wir empfehlen für MT>1 alle Messungen im Trigger-Modus auszuführen (K6/Trigger/K7/Befehl). Eine ablaufende Messung kann via Schnittstelle nicht unterbrochen werden, der Controller muss warten bis das 104B den HOLD-Zustand erreicht oder bis der SRQ ausgegeben wird (P8).

2.14. Timer für Energiemessung

Der programmierbare Timer für die Energiemessung gehört zur Standardausführung des 104B. Die Timerzeit kann zwischen 0 und 32760 Sekunden (9.1 Std.) gesetzt werden. Die Taste "Ah/WhRes" setzt die positiven und negativen Energiewerte (Wh+, Wh-), die Zeit und die Ladung (Ah) auf Null. Von nun an werden Wh+, Wh-, Zeit und Ah aufsummiert. Falls der Timer aktiviert ist, stoppt die Summation sobald die abgelaufene Zeit gleich der Timerzeit ist. Positive und negative Energie wird getrennt berechnet und kann dementsprechend angezeigt und via IEC-Schnittstelle ausgelesen werden. Wird die "Wh/Ah"-Taste das erste mal gedrückt, wird positive Energie angezeigt. Beim zweiten Druck wird negative Energie, beim Dritten Zeit und beim Vierten Ladung angezeigt.

Um den Timer zu aktivieren sind folgende zwei Schritte notwendig:

1. Timer setzen (aktivieren):

- "HOLD" drücken
- "SCALE" drücken
- "Ah/Wh Reset" drücken
Wird "/T/" angezeigt ist der Timer aktiviert, wird
"/-/" angezeigt ist der Timer deaktiviert

2. Timerzeit setzen:

- "HOLD" wählen
- "SCALE" wählen
- "SAMPLING" wählen
- "ENTER" 1-mal drücken Timerzeit wählen "ENTER"
drücken
- "RUN" drücken

2.15. HOLD / Transient-Leistungsmessungen

Alle Funktionstasten auf der rechten Seite der Anzeige sind zweifach belegt. Damit eine Anzeige im HOLD-Modus ist, also länger aufleuchtet, muss die RUN-/HOLD-Taste gedrückt werden; soll die Messung fortgesetzt werden, drückt man dieselbe Taste nochmals. Bevor Transient-Leistungsmessungen ausgeführt werden können, muss stets die AC+DC-Kopplung gewählt werden; ebenfalls ist es wichtig, den Spannungs- und Strombereich so zu wählen (Manuelle

2.9

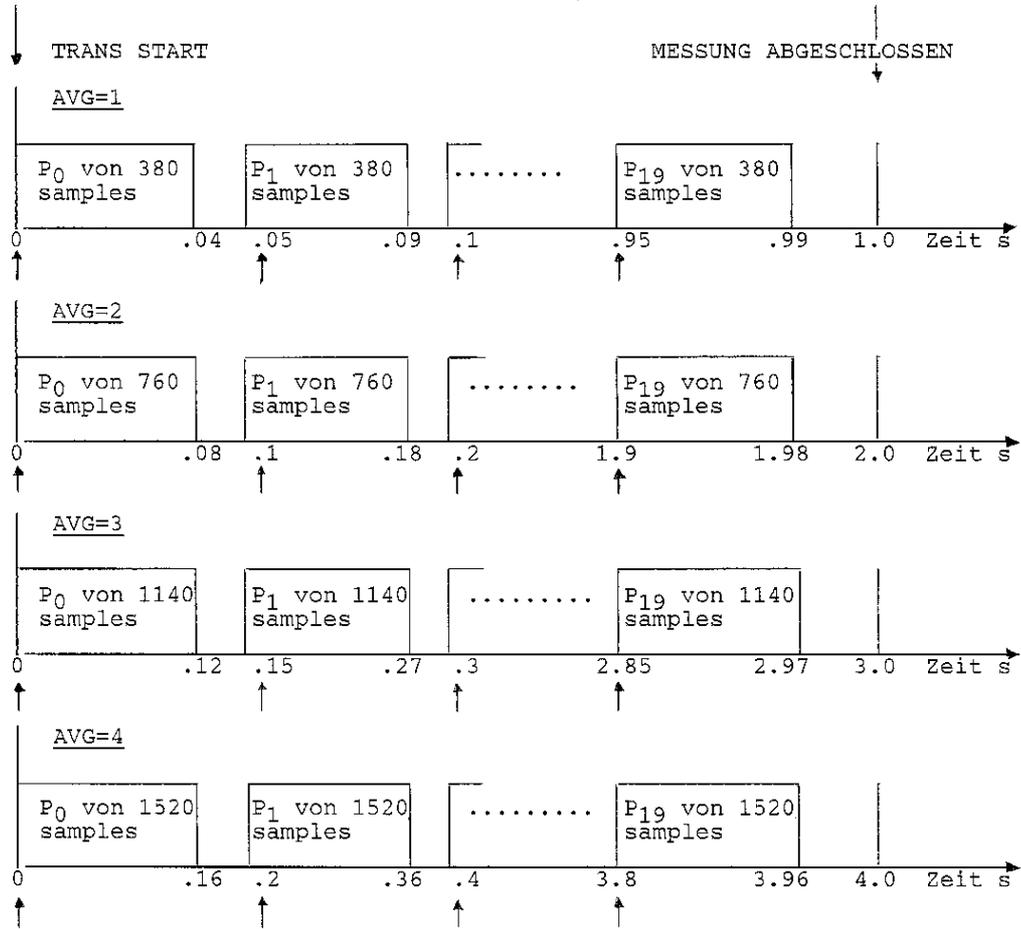
Bereichswahl), dass während den Messungen kein Ueberlastzustand eintritt. Es sind auch die gewünschten Zeitintervalle mittels AVG zu wählen:

| AVG | Zeitintervall | Messzeit |
|-----|---------------|----------|
| 1 | 0.05 Sek. | 1 Sek. |
| 2 | 0.1 Sek. | 2 Sek. |
| 3 | 0.15 Sek. | 3 Sek. |
| 4 | 0.2 Sek. | 4 Sek. |

Bringen Sie nun das Gerät in die HOLD, Trans Ready Position. Um die Transient-Leistungsmessung auszulösen, drücken Sie entweder die Tasten AVG/Trans Start oder schliessen Sie den Triggereingang an der Rückseite des Instruments kurz. Sobald der Messprozess der 20 Transient-Leistungswerte abgeschlossen ist, wird der erste Wert, P₀, der während des Zeitabschnitts t₀=0.00 Sek. bestimmt wurde, angezeigt. Es können dann alle weiteren Werte auf der Anzeige abgelesen werden, indem die Taste "Trans Display" gedrückt wird. Nach jedem Betätigen der Taste "Trans Display" erscheint der nächstfolgende Transient-Leistungswert, also P₀, P₁, ..., P₁₈, P₁₉, P₀, P₁, ..., etc. In der nachstehenden Tabelle werden die Transient-Leistungswerte, die Zeitintervalle und die Anzahl der gemäss der entsprechenden Taste "AVG" ausgeführten kontinuierlichen Abtastungen festgelegt.

BEACHTEN: Während der Transient-Leistungsmessung ist die Taste "CONT-/RAND-Sampling" deaktiviert.

Definition der Zeitintervalle und der Transient-Leistungswerte



ANGEZEIGTE ZEITINTERVALLE

2.11

2.16. Externer Triggereingang

Der externe Triggereingang an der Rückseite des 104B ist ein TTL-Level-Eingang, der zum Triggern von Transient-Leistungsmessungen gebraucht wird. Eine Messung wird auf einem tiefen Pegel des Eingangs gestartet. Die minimale Trigger-Impulsdauer sollte mehr als 2ms betragen. Um Transient-Leistungsmessungen mit der Triggereingangsfunktion zu wiederholen, muss das 104B auf die "RUN"-Position und zurück in den HOLD-Status (Trans Ready) geschaltet werden. Erst dann kann das 104B mit dem Triggereingang neu gestartet werden.

2.16.1. Strom- und Spannungsskalierung

Obwohl das 104B einen grossen Stromeingangsbereich (2mA-200A) und einen grossen Spannungseingangsbereich (2V-1000V) zulässt, ist das Skalieren von Strom und Spannung notwendig, sobald mit Strom- und Spannungstransformatoren oder mit externen Hochstromshunts gearbeitet wird. Es werden alle 16 Werte skaliert und die korrekten Resultate angezeigt. Leistung kann ebenfalls skaliert werden um z.B. in symmetrischen 3-phasen-Netzen die Gesamtleistung anzuzeigen ($\sqrt{3}$). Folgende maximale Anzeigewerte sind möglich:

| | |
|-----------|------------------------|
| Strom: | 99999kAr (kAt) (kA=) |
| Spannung: | 99999kAr (kVt) (kV=) |
| Leistung: | 999999 MW (MVA) (MVAR) |

Der Spannungs-, Strom und der Leistungsskalierungsfaktor kann innerhalb des Bereichs 0.0001 bis 999999 festgelegt werden. Die Skalierungsfaktoren können folgendermassen verändert werden:

- "HOLD"-Modus wählen
- "SCALE"-Taste drücken
- "SCALE A"-Taste drücken, um Stromskalierungsfaktor zu ändern.
Es wird der Skalierungsfaktor angezeigt.
Der Skalierungsfaktor z.B. 10, wird folgendermassen eingegeben:
Format 10/10./10.0 → ENTER-Taste drücken. (Es leuchtet der Skalierfaktor 10.000 auf).
- "SCALE V"-Taste drücken, um Spannungsskalierfaktor zu ändern.

2.12

Es wird der Skalierungsfaktor angezeigt. Im folgenden Beispiel soll der Skalierfaktor = 100 sein.

"Format 100/100./100.0" → ENTER-Taste drücken. → AVG drücken um den Leistungsskalierungsfaktor zu ändern → Skalierungsfaktor 100 wird nun angezeigt. "RUN"-Taste drücken, um ganzen Befehlsablauf zu beenden.

BEACHTE:

1. Der Dezimalpunkt wird mit der "AC/AC+DC"-Taste gesetzt.
2. Weicht einer der beiden Skalierfaktoren von 1.0 ab, wird dies angezeigt. Die 40. Stelle der Anzeige zeigt wechselweise AVG/F an.

Das Skalieren beim Benutzen von externen Stromshunts

Benutzen Sie die Option 012. Dieser Einschub erlaubt Shuntspannungen im Bereich 0-2V, Empfindlichkeit 1mV=1A. Es folgen drei Beispiele zum Bestimmen des Skalierfaktors:

| Shunt Widerstand | Empfindlichkeit | Skalierfaktor |
|------------------|-----------------|----------------------|
| 1.071mΩ | 1.071mV=1A | 1mV/1.071mV = 0.9337 |
| 20.000mΩ | 20.00mV =1A | 1mV/20.00mV = 0.05 |
| 0.180mΩ | 0.180mV=1A | 1mV/0.180mV = 5.555 |

2.17. Frequenzmessung (Option 15)

Ist diese Option installiert, kann die Frequenz durch Drücken der "At"-Taste angezeigt werden. Die Frequenz der Stromwellenform wird gemessen (Frequenzumrichter-Anwendungen)

Spezifikationen

Frequenzbereich: 10Hz-8000Hz
Genauigkeit: 0.2 % ±4Hz
Empfindlichkeit: Wählbar durch Strombereiche

2.18. Messen mit dem 104B

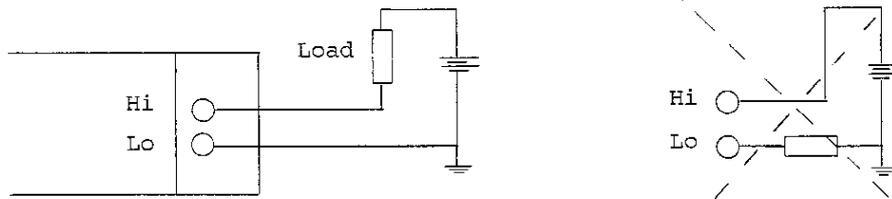
WARNUNG:

Um Schlaggefahr und / oder Schaden am Gerät zu vermeiden, dürfen keine Eingangspotentiale angelegt werden, die die spezifizierten Grenzwerte überschreiten.

2.13

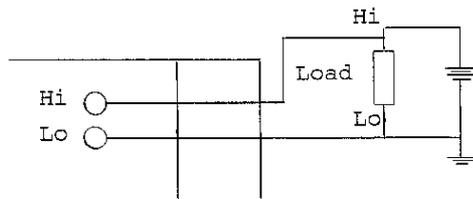
Die angegebenen Maximalwerte für Eingänge können jedoch beim 104B ohne Schaden zu verursachen in jedem beliebigen Spannungs- oder Strombereich angewendet werden.

2.19. Strommessung



Der Strom ist vorzugsweise an der Schaltkreis Lo-Seite zu messen, um die Gleichtaktspannung zu minimieren. Obwohl das 104B über eine ausgezeichnete Gleichtaktunterdrückung verfügt, können hohe Gleichtaktspannungen bei Frequenzen über 50kHz zu falschen Messresultaten führen.

2.20. Spannungsmessung

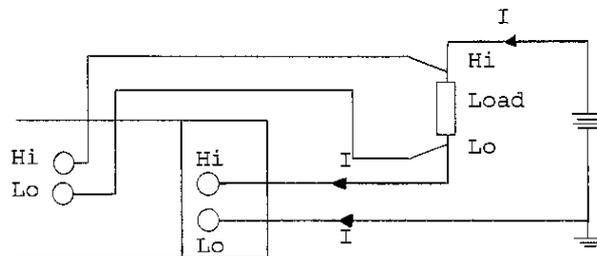


Die Spannung ist vorzugsweise durch Anschliessen der Lo-Seite der Last an den Lo-Spannungseingang und durch Anschliessen der Hi-Seite der Last an den Hi-Spannungseingang zu messen.

2.21. Leistungsmessung

Im Allgemeinen ist Leistungsmessung schwierig. Ein hoher Grad an Amplituden- und Phasen-Genauigkeit ist erforderlich, um zuverlässige Messwerte zu erzielen. Unter den vielen Möglichkeiten ein System anzuschliessen, gibt es nur eine richtige.

REGEL: Der Strom ist stets an der am Erdpotential am nächsten gelegenen Stelle zu messen.
Die Hi-Seite der Last ist an den Hi-Spannungseingang und die Lo-Seite an den Lo-Spannungseingang anzuschliessen.



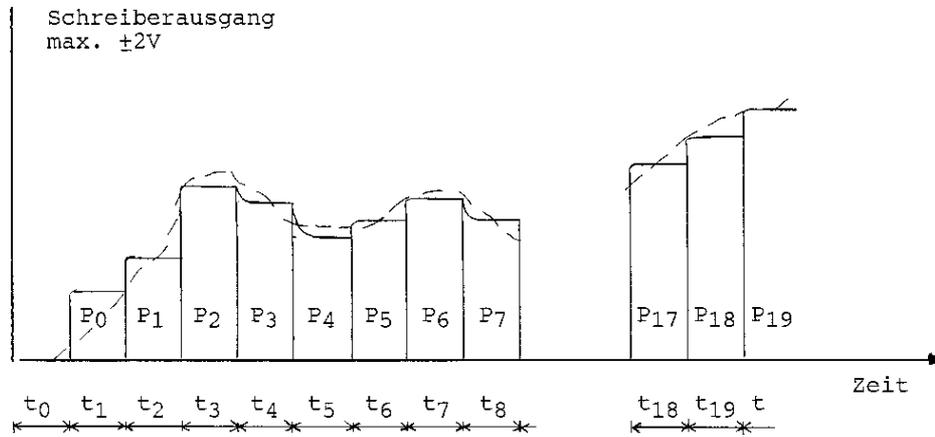
Wird diese Anleitung befolgt, können Gleichtakteffekte auf ein Minimum reduziert und präzise Leistungsmessungen bis zu 200kHz ausgeführt werden. Wird der Strom auf der Hi-Seite der Last gemessen, setzt man den Stromeingang einer hohen Gleichtaktspannung aus. Speziell bei hohen Frequenzen nehmen die Gleichtakteinflüsse zu, und es entstehen Amplituden- und Phasen-Fehler.

2.22. Programmierbarer Schreiber Ausgang (Option 05)

Die Option Schreiber Ausgang ermöglicht die Ausgabe von positiven und negativen Analogsignalen proportional zum Strom- oder Spannungseffektivwert oder zur Leistung. Im normalen RUN-Modus ist der Schreiber Ausgang proportional zur angezeigten Leistung. \pm Bereichsendwert entspricht $\pm 2V$. Die Empfindlichkeit wird auf folgende Weise berechnet:

$$\text{Schreiber Ausgang-Empfindlichkeit} = \pm 2V / \text{Bereichsendwert}$$

Wenn Transient-Leistungsmessungen ausgeführt werden, sind die Leistungswerte $P_0, P_1, P_2, \dots, P_{19}$ in Ist-Zeit am Schreiber Ausgang anliegend. Es entsteht ein Verzug von einem Zeitintervall, wie folgende Aufzeichnung zeigt.



Schreiberausgang bei Transient-Leistungsmessungen

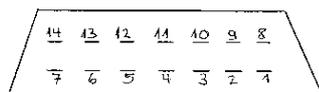
Beim Einschalten wird der Schreiberausgang auf Ausgabe Leistung initialisiert. Um die Ausgabe auf "Effektiv-Strom" zu schalten, ist folgendes Vorgehen erforderlich:

| Schreiberausgang | AVG | Ausgang |
|------------------|-----|-------------------------------------|
| Irms | 1 | 2V (200mA / 600mA / ...) |
| Urms | 2 | 2V (2V / 6V / ...) |
| P | 3 | $\pm 2V$ (+400.0mW / +1200mW / ...) |

Eingabesequenz für Schreiberausgang-Wahl:
 "AVG" wählen → "HOLD" drücken → "RANGE" drücken → "RUN" drücken.

2.23. Mehrfach Schreiber Ausgang (Option 14)

Diese Option ermöglicht die Ausgabe von 3 Signalen proportional RMS Strom, RMS Spannung und Leistung. Die Bereichsendwerte (2V, 2A, 4W) entsprechen 0-2V auf den Schreiber Ausgängen. Bei jedem Anzeigezyklus werden die Ausgänge neu gesetzt.



pin 7: Strom
 pin 14: Spannung
 pin 6: Leistung
 pin 8: Erde

2.24. Andere 104B-Programmierfunktionen

Die hier beschriebenen Programmierfunktionen werden normalerweise im Werk ausgeführt. Durch zufällige Fehlmanipulationen können die beschriebenen Programmierfunktionen deaktiviert werden. In diesem Fall können die unten aufgeführten Schritte ausgeführt werden.

1. Initialisierung der Option-Installation

- > "AVG=4" wählen
- > "HOLD" wählen
- > "SCALE" drücken
- > "U UP" drücken (Setzt internen Status)
- > "RUN" drücken

2. Programmierung für Mehrfachschreiber Ausgang (Option 14)

Nach obiger Initialisierung ist keine weitere Programmierung nötig.

3. Programmierung für Schreiber Ausgang (Option 05)

- > "AVG=3" wählen
- > "HOLD" wählen
- > "SCALE" drücken
- > "U UP" drücken (Setzt internen Status)
- > "RUN" drücken

4. Programmierung für Frequenzmessung (Option 15)

- "AVG=2" wählen
- "HOLD" wählen
- "SCALE" drücken
- "U UP" drücken (Setzt internen Status)
- "RUN" drücken

Auf der Anzeige erscheint "/Hz". Taste "U UP" schaltet um zwischen "/Hz" und "/--" (Frequenzmessung deaktiviert).

3.1

3. FERNPROGRAMMIERUNG

3.1. Einführung

Die IEEE-488 Schnittstelle macht das 104B zu einem voll programmierbaren Instrument, welches mit dem IEEE-488 Schnittstellenbus bedient werden kann. Aufgrund seiner Schnittstelle kann das 104B Teil eines automatisierten Messsystems werden. Das 104B 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.

3.2. Möglichkeiten

Mit der IEEE-488 Schnittstelle können sämtliche an der Vorderseite des Instruments aufgeführten Messwerte mittels Fernbedienung aufgerufen werden. Weitere Möglichkeiten sind:

- Volle Talk-/Listen-Ausstattung, einschliesslich Talk-Only-Modus
- Umfassender Befehlssatz
- Schneller Messdurchlauf
- Volle Fern-/Lokalbedienung
- Vollumfängliche Serien-Abfragemöglichkeit mit Binärzeichenmaske für den Bedienungsaufwurf SRQ (service request)
- Externe Triggerfunktion
- Zwei Bus Triggerfunktionen
- Wählbarer Ausgabe-Terminator
- Programmierbarer Talk-only Modus, Timer

Das 104B unterstützt die folgenden Schnittstellenfunktionen: SH1, AH1, T5, L4, SR1, RL1, DC1, DT1, PPO und CO.

3.3. Bus-Adresswahl

a) Drehen Sie den POWER-Schalter des 104B auf OFF und setzen Sie den Adress-Schalter (auf der Rückwand des Instruments) auf die nachstehend aufgelisteten Positionen:

| | Adresse | Adresse | A5 | A4 | A3 | A2 | A1 |
|-----|---|---------|----|----|----|----|----|
| On |  | 01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | 02 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| | | 03 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Off | | 04 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | 05 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

↑
Talk-Only

3.2

- b) Schalten Sie das 104B ein.
Bei der Herstellung des 104B wird die Adresse 05 belegt und der Talk-Only-Modus auf OFF gesetzt.

3.4. Gerätabhängige Befehlssätze

Gerätabhängige Befehle bilden den Kern der 104B Fernprogrammierung. Sie teilen dem 104B mit, wie und wann gemessen werden muss, wann Daten auf den Bus zu übertragen sind, wann und unter welchen Voraussetzungen Bedienungsaufrufe (service requests SRQ) gemacht werden müssen und welche Daten schliesslich auf der Anzeige erscheinen sollen. Eine vollständige Liste aller gerätabhängigen Befehle finden Sie in Abbildung 3.1. Sämtliche Befehle sind mit Grossbuchstaben einzugeben. Damit das 104B die Befehle empfangen kann, müssen sie über den IEEE-Bus abgeschickt werden, und zwar dann wenn das 104B auf Fernprogrammierung (REMOTE) eingestellt ist und als Empfänger (LISTENER) adressiert wird.

3.5. Ausgabebefehle Fn,Hn

Die Ausgabebefehle teilen dem 104B mit, welche Werte in den Ausgabepuffer geladen werden müssen. Ist das 104B auf TALK adressiert, wird der Inhalt des Ausgabepuffers auf den Bus geladen.

| Beispiel | Erklärung |
|----------|--|
| "F4" | Der Ausgabepuffer wird mit den Werten Urms geladen, also z.B. +221.8Vr. |
| "F8H2" | F8 wird nicht berücksichtigt. Der Ausgabepuffer wird mit den Werten Wh+, Wh-, Zeit geladen. z.B. 1.759 +1Wh -3.891-1Wh, 301.2 Wh+/Wh-/s. |

3.6. Ausgabebefehle An, Bn

Die Ausgabebefehle An und Bn sind nur dann aussagekräftig wenn vorgängig eine Transientleistungsmessung vorgenommen wurde. In Abschnitt 2.13. ist die Definition der Transientleistungswerte und Zeitintervalle erklärt. Die Ausgabebefehle A0 ... A9 laden die Transientenleistungswerte P0 ... P9 in den Ausgabepuffer. Die Ausgabebefehle B0 ... B9 laden die Transientenleistungswerte P10 ... P19 in den Ausgabepuffer.

| Beispiel | Erklärung |
|----------|---|
| "A5" | Der Ausgabepuffer wird mit dem Transientleistungswert P5, z.B. +178.2W geladen. |

3.7. Bereichsbefehle In, Un

Die Bereichsbefehle teilen dem 104B mit, welche Strom- und Spannungsbereiche gewählt werden müssen. Damit die Bereichsbefehle aufgenommen werden können, muss AUTORANGE C2 auf OFF stehen. Beispiel: "I3U5" wählt den 2A-(20A Einschub) und den 200V-Bereich. Die Bereichswahl kann mit dem Befehl G1 abgelesen werden.

3.8. Anzeigebefehle Dn, En

Die Anzeigebefehle duplizieren die Funktionstasten unterhalb der Anzeige. Mit den Anzeigebefehlen kann der Benutzer 4 Werte, je einen aus den nachfolgenden Gruppen, wählen.

{D1, D2, D3}, {D4, D5, D6}, {D7, D8, D9}, {E1, E8}, {E2, E3, E4, E5} und {E6, E7}.

| Beispiel | Erklärung |
|---------------|---|
| "D3,D4,D8,E2" | Es werden I=, Urms, Scheinleistung S und positive Energie Wh angezeigt. |
| "D1" | Irms wird gewählt. Die restlichen drei angezeigten Werte bleiben unverändert. |

3.9. Modusbefehle

Die Modusbefehle C1, ..., C9 und K1, ..., K5 duplizieren die Funktionstasten an der Frontseite des Instruments, rechts und links von der Anzeige. Die Modusbefehle K6 und K7 sind Funktionen, die nur via das Interface zugänglich sind.

| Beispiel | Erklärung |
|---------------|--|
| "C2 C3C8K4C9" | Setzt die automatische Bereichswahl (AUTORANGE) auf OFF (Schnittstellen-Bereichswahl), wählt kontinuierliche Abtastung, Mittelung (AVG) 4, Wechselstromkopplung, und RUN. |
| "K1" | Setzt das 104B in den HOLD-Modus. Angezeigte Werte bleiben auf der Anzeige; das 104B kann mit "K2" wieder gestartet werden. Das 104B ist bereit die Transientleistungsmessung auszuführen. |
| "K2" | Löst die Transientenleistungsmessung aus. |

3.4

"C9 K6" RUN-Modus, Triggered Messung aktiv.
Löst einen Messzyklus auf einen IEEE-
Triggerbefehl aus. Die folgenden 12 Grössen
werden bestimmt: Irms, Irect., Imean, Urms,
Urect., Umean, P, S, Q, Pf, |Z|, und |ReZ|.
(Wh und Ah sind nicht mehr gültig). AVG = 1 ist
vorgegeben.

3.10. Pn Befehle für die Bedienungsaufruf-Maske SRQ (service request mask)

Die SRQ-Maskenbefehle P0 bis P8 werden gebraucht, um das 104B so
zu programmieren, dass es aufgrund von benutzerspezifischen
Bedingungen Bedienungsaufrufe ausführt.

Beispiel Erklärung

"P4" SRQ bei beendeten Transientleistungsmessungen.

3.11. Endbefehle Wn

Die Endbefehle (terminators) bestimmen, welche Endezeichen das
104B jeder Ausgabe-Zeichenkette hinzufügt. Die Endbefehle sind:

Carriage Return (CR) = Wagenrücklauf
Line Feed (LF) = Zeilenvorschub
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 einzeilige Nachricht,
die gleichzeitig mit dem letzten Zeichen der Ausgabe-Zeichenkette
abgeschickt wird. Im Normalfall endet jede Ausgabe-Zeichenkette
mit CR, gefolgt von LF und EOI.

Die Wahl der Endezeichen kann mit dem Befehl G1 abgelesen werden.
Beim Einschalten springt das 104B auf W1.

3.12. Ausgabebefehle Gn (Get-Commands)

Mit diesen Befehlen können der gewählte Strombereich, der
Spannungsbereich, die SRQ-Maske und die Endezeichen des 104B in
den Ausgabepuffer kopiert werden, und zwar im nachstehenden
Format.

Der Befehl G2 kopiert den Status des 104B (AUTORANGE on/off,
Abtastung, Mittelung, Kopplung) in den Ausgabepuffer.

3.5

| Befehl | Ausgabe- Zeichenkette | Bedeutung |
|--------|--------------------------|--|
| G1 | frst | f = 1-5 wie bei I-Bereich r = 1-7 wie bei U-Bereich s = 1-8 wie bei SRQ-Maske t = 1-4 wie bei Endbefehlen |
| G2 | frst | f = 1 = AUTORANGING on f = 0 = AUTORANGING off r = 1 = Kont. Abtastung r = 0 = Zufallsabtastung s = 1-4 AVG = 1-4 t = 1 = AC-Kopplung t = 0 = AC+DC-Kopplung |

3.13. Verarbeiten der Befehle

Eine Eingabekette kann so viele Befehle beinhalten als nötig sind. Die Befehle werden gemäss der bei der Eingabe berücksichtigten Reihenfolge verarbeitet. Befehle, die das 104B nicht kennt, bleiben unbeachtet. Eine Befehlskette muss mit CR und LF beendet werden. EOI ist ein wahlfreier Befehl. Die meisten Kontrollen beenden einen Befehlssatz mit CR LF. Ist dies einmal nicht der Fall, muss der Programmierer ein explizites Endzeichen abschicken. Das 104B verwendet alphabetische Zeichen und Grossbuchstaben; Abstände werden nicht berücksichtigt.

3.6

Ausgabebefehle

| | | | |
|----|----------------------|----|--------------------|
| F0 | Irms, Urms, P, S, PF | H1 | Leistungsfaktor PF |
| F1 | Irms | H2 | Wh+, Wh-, Zeit |
| F2 | I Gleichrichtwert | H3 | Ah |
| F3 | I Mittelwert | H4 | Z |
| F4 | Urms | H5 | ReZ |
| F5 | U Gleichrichtwert | | |
| F6 | U Mittelwert | | |
| F7 | Leistung P | | |
| F8 | Scheinleistung S | | |
| F9 | Blindleistung Q | | |

Ausgabebefehle für Transientleistungsmessung

| | | | |
|----|-----------------------------|----|------------------------------|
| A0 | Leistung bei t ₀ | B0 | Leistung bei t ₁₀ |
| A1 | Leistung bei t ₁ | B1 | Leistung bei t ₁₁ |
| A2 | Leistung bei t ₂ | B2 | Leistung bei t ₁₂ |
| A3 | Leistung bei t ₃ | B3 | Leistung bei t ₁₃ |
| A4 | Leistung bei t ₄ | B4 | Leistung bei t ₁₄ |
| A5 | Leistung bei t ₅ | B5 | Leistung bei t ₁₅ |
| A6 | Leistung bei t ₆ | B6 | Leistung bei t ₁₆ |
| A7 | Leistung bei t ₇ | B7 | Leistung bei t ₁₇ |
| A8 | Leistung bei t ₈ | B8 | Leistung bei t ₁₈ |
| A9 | Leistung bei t ₉ | B9 | Leistung bei t ₁₉ |

(In Abschnitt 2.13. ist die Definition für Zeitintervalle und Transientleistungsmessung erklärt).

Bereichs-Befehle

| | | | | | |
|----------|---------|-------|-------|----|-------|
| Einschub | 0-200mA | 0-20A | 0-60A | | |
| I1 | 2mA | 200mA | 20A | U1 | 2V |
| I2 | 6mA | 600mA | 60A | U2 | 6V |
| I3 | 20mA | 2A | 200A | U3 | 20V |
| I4 | 60mA | 6A | 600A | U4 | 60V |
| I5 | 200mA | 20A | 2000A | U5 | 200V |
| | | | | U6 | 600V |
| | | | | U7 | 1000V |

Anzeige-Befehle

| | | | |
|----|---------------------------|----|----------------------|
| D1 | display Irms (default) | E1 | display PF (default) |
| D2 | display I Gleichrichtwert | E2 | display Wh+ |
| D3 | display I Mittelwert | E3 | display Wh- |

3.7

| | | | |
|----|---------------------------|----|-------------------------|
| D4 | display Urms (default) | E4 | display Zeit |
| D5 | display U Gleichrichtwert | E5 | display Ah |
| D6 | display U Mittelwert | E6 | display Z |
| D7 | display P (default) | E7 | display ReZ |
| D8 | display S | E8 | display BereicheI=x U=y |
| D9 | display Q | | |

Abbildung 3.1. Gerätabhängige Befehle

Modusbefehle

| | | |
|----|---|-----------|
| C1 | Autorange On | (default) |
| C2 | Autorange Off | |
| C3 | Continuous Sampling | (default) |
| C4 | Random Sampling | |
| C5 | Mittelungszeit AVG=1 | (default) |
| C6 | Mittelungszeit AVG=2 | |
| C7 | Mittelungszeit AVG=3 | |
| C8 | Mittelungszeit AVG=4 | |
| C9 | RUN | (default) |
| K1 | HOLD (Oder transient ready) | |
| K2 | Löst Transientmessung aus | |
| K3 | Ah/Wh reset | |
| K4 | AC-Kopplung | |
| K5 | DC+AC-Kopplung | |
| K6 | Löst getriggerte Messung aus. (Messung gestartet mit Schnittstellentriggerbefehl; das 104B muss mit C9 "Run" programmiert werden). Alle Grössen ausser Wh, Ah und P-transient werden aus 1 Messzyklus bestimmt. (AVG=1) | |
| K7 | Schaltet getriggerte Messung aus. | |

SRQ Befehlsmaske

| | | |
|----|---|-----------|
| P0 | SRQ disabled | (default) |
| P1 | SRQ bei I-overrange | |
| P2 | SRQ bei U-overrange | |
| P3 | SRQ bei I-, oder U-overrange | |
| P4 | SRQ bei Transient-leistungsmessung beendet | |
| P5 | SRQ bei I-over, oder Transient-leistungsmessung beendet | |
| P6 | SRQ bei U-over, oder Transient-leistungsmessung beendet | |
| P7 | SRQ bei I-, oder U-over, oder Transientleistungsmessung beendet | |
| P8 | SRQ bei gestarteten Messungen beendet, bei MT>1 Messungen beendet | |

3.8

Set Befehle (Nur 1 Befehl pro Eingabe)

S1 Stromskalierung setzen z.B. (S1 3.000), (S1 3)
S2 Spannungsskalierung setzen
S3 Leistungsskalierung setzen
S4 Serie Nr. setzen (7 Ziffern, 1. Ziffer = 0)
S5 Messzeit (MT) setzen (in Sekunden, kein Dezimalpunkt)

Endbefehle

W1 CR/LF/EOI (default)
W2 CR/LF
W3 EOI only
W4 Disable all terminators

Ausgabebefehle

G1 Get range I/U; SRQ mask; terminator
G2 Get command status (C1/2; C3/4; C5/ ...8; K4/5)
G3 Get Serial Number
G4 Get Stromskalierungsfaktor
G5 Get Spannungsskalierungsfaktor
G6 Get Leistungsskalierungsfaktor

Abbildung 3.2. Gerätabhängige Befehle (Fortsetzung)

Typische Programmierbefehle für das 104B.

| HP-85 Controller | Fluke 1720A Controller |
|------------------------|------------------------|
| REMOTE 705 | REMOTE 5 |
| OUTPUT 705; "C2K4I3U5" | PRINT 5, "C2K4I3U5" |
| OUTPUT 705; "D1D8F7" | PRINT 5, "D1D8F7" |
| ENTER 705; A\$ | INPUT 5, A\$ |
| CLEAR 705 | CLEAR 5 |
| OUTPUT 705; "K6F4" | PRINT 5, "K6F4" |
| TRIGGER 705 | TRIG 705 |
| B=SPOLL (705) | B%=SPL (5) |

3.14. Syntaxregeln

Beim Schreiben von Eingabebefehlen sollten folgende drei Syntaxregeln beachtet werden:

- REGEL 1: Lesen Sie die Ausgabedaten nur 1-mal. Damit alte Daten fälschlicherweise nicht ein 2. Mal eingelesen werden, wird der Ausgabepuffer bereits nach dem ersten Ablesen gelöscht. Will man den Ausgabepuffer ohne einen Ausgabebefehl dennoch ein zweites Mal lesen reagiert das 104B nicht auf den zweiten Ableseversuch. Ist das 104B jedoch im TO ist ein zweiter Ausgabebefehl überflüssig.
- REGEL 2: Pro Eingabe-Befehlskette darf nicht mehr als 1 Ausgabebefehl benutzt werden. Beinhaltet eine Eingabebefehlskette mehr als ein Ausgabebefehl, können nur die Daten des zuletzt eingegebenen Befehls abgelesen werden.
- REGEL 3: Lesen Sie die durch einen Eingabebefehl generierten Ausgabedaten ab, bevor Sie eine weitere Eingabebefehlskette abschicken. Ausgabedaten sind im Ausgangspuffer solange vorhanden, bis sie abgelesen werden oder bis das Instrument den nächsten Eingabebefehl erhält.

3.15. Ausgabedaten

Im nächsten Abschnitt werden diejenigen Daten erläutert, die in den Ausgabepuffer des 104B 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 104B kann auch vom Aufruf-Senderegister aus Daten zum IEEE-488 Bus schicken.

3.16. Das Laden der Ausgabedaten

Das 104B ist vorprogrammiert Ausgabedaten, die es durch einen Ausgabebefehl wie z.B. "F7" erhält, zu senden. Die Daten werden erst auf den Schnittstellenbus geladen, wenn der Benutzer den Talk-Modus des 104B aktiviert hat. Dies geschieht mit der Schnittstellenmeldung MTA (My Talk Address). Die verschiedenen Arten von Ausgabedaten sind in Abbildung 3.2. aufgelistet. Numerische Daten einschliesslich Einheiten behalten, wenn sie auf den IEEE-488 Bus

3.11

Das 104B kann so programmiert werden, dass es nur unter bestimmten, vom Benutzer definierten, Bedingungen einen Bedienungsaufruf sendet. Die Bedingungen können festgelegt werden, indem in die Bedienungsaufrufsmaske (SRQ-Maske) ein Wert eingegeben wird.

3.18. Das Abfrageregister

Das Abfrageregister ist, wie in Abbildung 3.3. dargestellt wird, ein im Binärkode programmiertes 8 Bit Register. Der Instrumentenkontroller kann den Inhalt eines Abfrageregister finden, indem er der Reihe nach ein Instrument nach dem andern abfragt. Da die Daten des Abfrageregisters direkt auf den Bus geladen werden, werden Daten die sich im Ausgabepuffer befinden nicht gestört. Die 8 Bits des Abfrageregisters werden nachstehend aufgelistet. Beachten Sie, dass für die SRQ-Maske die Bits 1-4 benutzt werden, um den 7. Bit (den SRQ-Bit), festzulegen. Der Bit aktiviert die SRQ-Leitung, die dann die Bedienungsaufrufe weitergibt. Die Bits 1-4 werden je nach der gewählten SRQ-Maske P1...P8 wie folgt festgesetzt.

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Gewählte SRQ-Maske | Dezimalwert Bit 1-4 |
| P1 | 1 I-Overrange |
| P2 | 2 U-Overrange |
| P8 | 8 Trig. Messung beendet |

| | | | | | | | | |
|---------|---|-----|----|----|----------------------------|---|---|---|
| Bit: | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 0 | SRQ | 0 | 0 | 4 bits für SRQ Aktivierung | | | |
| Decimal | | 64 | 32 | 16 | 8 | 4 | 2 | 1 |

Tabelle 3.3. SRQ Abfrageregister

Sobald der Inhalt aus dem Abfrageregister aufgerufen worden ist, wird das 7. Bit aus dem Abfrageregister gelöscht. Die Bits 1-4 werden auch belegt, wenn kein SRQ gewünscht wird (P0 wird vom Benutzer definiert). In diesem Fall wiederum ist das 7. Bit nicht gesetzt und die Bedienungsaufrufsleitung (SRQ-Leitung) nicht aktiviert.

3.19. Schnittstellenmeldungen

Die für das 104B verstehbaren 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 Instrumentenkontroller aus abgeschickt.

Adressmeldungen

MLA: My Listen Address -- Setzt das Instrument auf "Listen" (Empfangen).
 MTA: My Talk Address -- Setzt das Instrument auf "Talk" (Senden).
 UNL: Unlisten -- Setzt das Instrument auf "Unlisten" (Empfangen einstellen).
 UNT: Untalk -- Setzt das Instrument auf "Untalk" (Senden einstellen).

Universalbefehle

ATN: Attention -- Eine einzeilige Meldung aufgrund derer das 104B mehrzeilige Meldungen als Schnittstellenmeldungen interpretiert. Ist diese Meldung falsch, werden mehrzeilige Meldungen als gerätabhängige Meldungen interpretiert.

REN: REMOTE Enable -- (REMOTE aktiviert) Eine einzeilige Meldung die, erhält sie das 104B zusammen mit MLA, das Instrument auf REMOTE umstellt. Im REMOTE-Modus werden die Tasten an der Frontseite des 104B deaktiviert.

DCL: Device Clear -- Eine mehrzeilige Meldung die in den Eingabepuffer geladen wird. DCL legt im 104B die folgenden Funktionen fest:

- AUTORANGE On
- Anzeige Irms, Urms, P, PF,
- Wechselstromkopplung
- Kontinuierliche Abtastung
- Averaging (AVG) = 1
- Triggermessungen Off

3.13

SPE: Serial Poll Enable -- (Abfrageregister aktiviert) Eine mehrzeilige Meldung, die bewirkt, dass die Daten des Abfrageregisters (nicht die Daten im Ausgabepuffer), sobald der Befehl ATN ungültig wird, auf den Bus transferiert werden.

SPD: Serial Poll Disable -- (Abfrageregister deaktiviert) Schaltet die Funktion Abfrage- register aus.

Adressierte Befehle

GET: Group Execute -- Beim Ausführen des Get-Befehls wird eine Trigger Messung initialisiert. (Das 104B muss mit K6 programmiert werden).

GTL: Go To Local -- Stellt das 104B auf Lokalbedienung (=Bedienung mittels der Tasten an der Vorderseite des Instruments):

SDC: Selected Device -- Identisch mit DCL. Wird jedoch nur vom Clear momentanen Empfänger verstanden.

3.20. Talk-Only-Modus

Mit dem Talk-Only-Modus kann der Benutzer von den REMOTE-Funktionen des 104B Gebrauch machen, ohne dass er einen Instrumentenkontroller benutzen muss. Im Abschnitt 3.21 sind die Schritte für die Umprogrammierung der Ausgabedaten beschrieben. So wird der Talk-Only-Modus eingeschaltet:

1. Netzschalter des 104B auf OFF drehen.
2. Talk-Only Schalter (7. Bit des Adress-Schalters) auf der Rückseite des Instruments auf ON stellen, also nach oben drehen.
3. Das 104B mit dem IEEE-488 Bus an den Datenempfänger (Empfänger-Handshake ist Bedingung) anschliessen.
4. Netzschalter des 104B auf ON drehen.
5. Das Instrument mit den Tasten an der Vorderseite bedienen. (Im Talk-Only-Modus läuft das Instrument auch auf REMOTE.)

Das 104B erkennt den Talk-Only Bit bereits beim Einschalten des Geräts und sendet die Daten im programmierten Zeitintervall. Die übermittelten Daten sind das Resultat der Ausgabefunktionsbefehle F1 - F9 und H1 - H4 (16 Messwerte, einschliesslich Dezimalstellen, Einheiten und CR/LF). Daten werden auch ausgegeben, wenn auf den "HOLD"-Zustand umgeschaltet wird.

3.21. Die Talk-Only Programmierung

Die Talk-only Ausgabewerte können wie folgt gewählt werden:

- "HOLD" wählen
- "SCALE" wählen
- "SAMPLING" wählen
Wählen Sie nun alle gewünschten Werte durch Drücken der entsprechenden Funktionstasten unterhalb der Anzeige
- "ENTER" drücken
(Falls keine Änderung der Ausgaben gewünscht wird, muss dennoch "ENTER" gedrückt werden um zur Eingabe (Zeit) zu gelangen).
- Wählen Sie nun das Zeitintervall für die Datenausgabe (in Sekunden)
- "ENTER" drücken
- "RUN" drücken

Im Talk-only Betrieb werden Daten im programmierten Zeitintervall oder nach dem Drücken der "HOLD"-Taste ausgedruckt.