

Bedienungsanleitung für Präzisions-Hochspannungsquellen der Baureihe NHQ-STANDARD im NIM-Format mit CAN-Interface

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines
2. Technische Daten
3. Funktionsweise
4. Frontplatte
5. Bedienung
6. Kommunikation über Interface
 - 6.1 Gerätesteuerprotokoll GSP
 - 6.2 Funktionsumfang
 - 6.3 Übersicht der verwendeten Datagramme
 - 6.4 Detailbeschreibung der Befehle
 - 6.5 Implementierung im CAN - Bus
 - 6.6 Speicherung der Moduladresse im EEPROM
 - 6.7 Software
 - 6.8 Beispielprogramm



Anhang A: Blockschaltbild

Anhang B: Seitenansicht

Achtung!

-Das Gerät darf nur mit geschlossener Abdeckhaube betrieben werden.

-Wir lehnen jede Haftung für Schäden und deren Folgen, die beim unsachgemäßen Einsatz unserer Geräte entstehen können, ab. Deshalb sollte diese Bedienungsanleitung vor der ersten Inbetriebnahme aufmerksam gelesen werden!

Bemerkung

Änderungen dieser Bedienungsanleitung sind jederzeit ohne Mitteilungspflicht möglich. Für Fehler in dieser Beschreibung wird keine Haftung übernommen. Alle Rechte und technische Änderungen vorbehalten!

Filename NHQx3x_209_deu.____; Version 2.09 vom 16.12.02

1. Allgemeines

Die Modelle der Baureihe NHQ-STANDARD sind Präzisions-Hochspannungsquellen im NIM-Format. Sie können sowohl manuell bedient als auch über ein CAN-Bus-Interface gemäß Spezifikation 2.0 A von einem Computer gesteuert werden. Bei Anschluß eines Computers steht ein größerer Funktionsumfang zur Verfügung als im reinen Handbetrieb.

Die Hochspannungsquellen zeichnen sich durch eine hohe Präzision der Ausgangsspannung mit sehr geringem Ripple, auch bei vollem Ausgangsstrom, aus. Die Quellen stehen in Ausführungsformen mit einem oder zwei voneinander unabhängigen Hochspannungskanälen zur Verfügung. Ein separat einstellbares hardwaremäßiges Strom- und Spannungslimit sowie ein INHIBIT-Eingang gewährleisten die Sicherheit beim Anschluß empfindlicher Geräte. Zusätzlich läßt sich der maximal zulässige Ausgangsstrom pro Kanal programmieren. Die HV-Quellen sind überlast- und kurzschlußfest, die Polarität der Ausgangsspannung ist umschaltbar. HV-GND ist verbunden mit dem Gehäuse und GND der Versorgung.

2. Technische Daten

NHQ - Einkanal - Zweikanal	132M 232M	133M 233M	134M 234M	135M 235M	136L 236L
Ausgangsspannung U_a	0 .. 2 kV	0 ... 3 kV	0 ... 4 kV	0 ... 5 kV	0 ... 6 kV
Ausgangsstrom pro Kanal I_a	0 ... 6 mA	0 ... 4 mA	0 ... 3 mA	0 ... 2 mA	0 ... 1 mA
	mit Option 104: 100 μ A				
Welligkeit	typ.	< 0,5 mV _{SS}	< 0,5 mV _{SS}	< 1 mV _{SS}	< 2 mV _{SS}
	max.	2 mV _{SS}	2 mV _{SS}	2 mV _{SS}	5 mV _{SS}
LCD-Anzeige	4-stellig mit Polaritätsanzeige, umschaltbar -Spannungsanzeige in [V], -Stromanzeige in [μ A]				
Auflösung der Spannungsmessung	1 V				
Auflösung der Strommessung	1 μ A, mit Option 104: 100 nA bei $I_{a,max} \leq 100 \mu$ A				
Meßfehler	Spannung	$\pm (0,05\% U_a + 0,02\% U_{a,max} + 1 \text{ Digit})$ für 1 Jahr			
	Strom	$\pm (0,05\% I_a + 0,02\% I_{a,max} + 1 \text{ Digit})$ für 1 Jahr			
Stabilität	$\Delta U_a/U_e$	$< 5 * 10^{-5}$			
	ΔU_a	$< 5 * 10^{-5}$ (Leerlauf zu Vollast)			
Temperaturkoeffizient	$< 5 * 10^{-5}/K$				
Spannungseinstellung	mit Schalter CONTROL wählbar, - manuell: 10-Gang-Wendelpotentiometer, - DAC: Steuerung über CAN - Schnittstelle				
Spannungsrampe bei	- HV - ON/OFF (Hardware Rampe):				500 V/s
	- Steuerung über Interface (Software Rampe):				2 - 255 V/s
Schutzeinrichtungen	- separat schaltbares Strom- und Spannungslimit (Hardware, Drehschalter in 10%-Schritten), - INHIBIT (externes Signal, TTL-Pegel, Low=aktiv), - programmierbares Stromlimit (Software)				
Spannungsversorgung U_e	$\pm 24 \text{ V}$ (< 800 mA, Einkanal < 400 mA), $\pm 6 \text{ V}$ (< 100 mA), mit Option 04 nur $\pm 24 \text{ V}$				
Betriebstemperaturbereich	0 ... 50 °C				
Lagertemperaturbereich	-20 ... +60 °C				
Gehäuse	NIM-Standard-Cassette: NIM 1/12				
Steckverbinder	NIM-Steckverbinder 5-polig; CAN-Bus: D-Sub-9 Buchse				
HV-Anschluß	SHV-Einbaustecker an der Modulrückseite				
INHIBIT-Anschluß	1-polige Lemo-Buchse				

3. Funktionsweise

Die Funktionsweise des Gerätes wird an Hand des Blockschaltbildes im Anhang A erklärt.

Hochspannungserzeugung

Zur Hochspannungserzeugung wird eine patentierte Resonanzwandlerschaltung eingesetzt, die mit einem hohen Wirkungsgrad eine oberwellenarme, sinusförmige Spannung am HV-Transformator erzeugt.

Die Hochspannung wird durch schnelle HV-Dioden gleichgerichtet. Mittels eines am Gleichrichter angeschlossenen Hochspannungsschalters kann die gewünschte Polarität der Ausgangsspannung gewählt werden.

Ein nachfolgender aktiver HV-Filter dämpft die noch vorhandene Restwelligkeit und gewährleistet die Einhaltung der geringen Ripple- und Noise-Werte sowie die hohe Stabilität der Ausgangsspannung. Ein im Filter integrierter Shuntwiderstand liefert die Meßsignale zur Strommessung und Maximalstromüberwachung. Ebenfalls in den HV-Filter integriert ist ein Präzisionsspannungsteiler zur Gewinnung des Istwertes der Ausgangsspannung sowie ein zusätzlicher Spannungsteiler, der das Meßsignal für die Maximalspannungsüberwachung liefert.

In einem Präzisionsmeß- und -regelverstärker wird der Istwert der Ausgangsspannung mit dem vom DAC (Rechnersteuerung) oder dem Wendelpotentiometer (Handsteuerung) vorgegebenen Sollwert verglichen. Als Ergebnis des Vergleiches werden Signale zur Steuerung des Resonanzwandlers sowie des aktiven HV-Filters gewonnen. Durch diese zweistufige Auslegung der Regelschaltung wird die Ausgangsspannung mit außerordentlicher Präzision auf den entsprechenden Sollwert stabilisiert.

Beim Ein- oder Ausschalten der Hochspannung erfolgt die Spannungsänderung immer mit einer festeingestellten Rampe, die die maximale Änderungsgeschwindigkeit der Ausgangsspannung festlegt.

Separate Sicherheitsschaltungen verhindern ein Überschreiten der an der Frontplatte per Hardwareschalter einstellbaren Strom-(I_{max}) und Spannungslimits (V_{max}). Eine weitere Überwachungsschaltung verhindert Fehlfunktionen infolge zu niedriger Betriebsspannungen.

Die Fehlerlogik verknüpft die erkannten internen Fehler mit dem externen Fehlersignal INHIBIT und beeinflusst die Ausgangsspannung entsprechend.

Sie ermöglicht ebenfalls das Erkennen kurzzeitiger Überströme infolge einzelner Hochspannungsüberschläge.

Digitale Steuerung

Ein Mikrocontroller übernimmt alle internen Steuer-, Auswertungs- und Kalibrierfunktionen für beide Kanäle.

Die aktuellen Spannungs- und Stromwerte werden zyklisch von einem AD-Wandler mit angeschlossener Multiplexer gelesen, verarbeitet und auf einem 4-stelligen LCD-Display dargestellt.

Die eingestellten Spannungs- und Stromlimits sowie die Statusinformationen werden ebenfalls mehrmals pro Sekunde gelesen.

Die Referenzspannungsquelle versorgt den AD-Wandler mit einer präzisen Referenzspannung und dient zur Erzeugung der Steuerspannung bei manueller Steuerung.

Bei Steuerung über die serielle Schnittstelle wird die Steuerspannung durch einen 16 Bit DA-Wandler erzeugt.

Filter

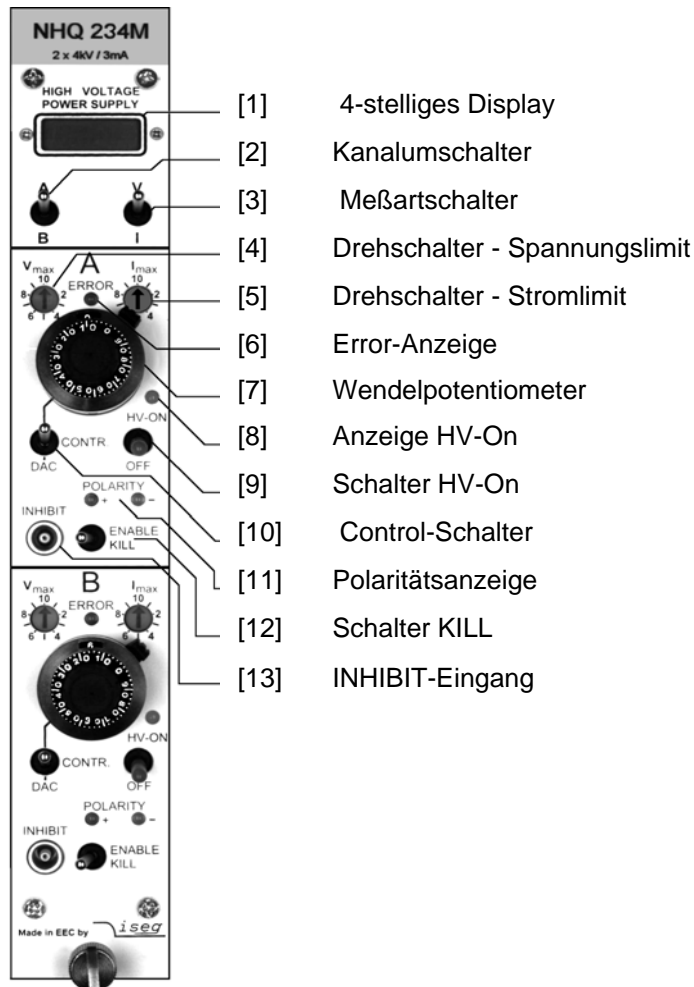
Das Gerät zeichnet sich durch ein abgestimmtes Filterkonzept aus, welches sowohl das Eindringen elektromagnetischer Störungen in das Gerät als auch eine Abstrahlung von Störungen verhindert.

Unmittelbar an den Steckverbinderanschlüssen befindet sich ein Filternetzwerk für die Versorgungsanspannungen.

Zusätzlich sind die Wandleranschaltungen der einzelnen Geräte durch Filter gegenüber der internen Spannungsversorgung abgeblockt.

Die HochspannungsfILTER befinden sich in separaten Metallgehäusen, um geringste Störeinstrahlungen zu verhindern.

4. Frontplatte



5. Bedienung

An der Modulrückseite befinden sich der NIM-Steckverbinder für die Spannungsversorgung, die Sub-D-9 Buchse für die serielle Schnittstelle und die Hochspannungsausgänge.

Vor dem Einschalten muß die gewünschte Polarität der Ausgangsspannung durch den Drehschalter, der sich seitlich im Deckblech befindet, gewählt werden (s.a. Anhang B). Die eingestellte Polarität wird an der Frontplatte durch eine LED [11] sowie in der LCD-Anzeige [1] angezeigt.

Achtung! Die Polarität darf nur im spannungslosen Zustand umgeschaltet werden!

Befindet sich der Polaritätsschalter nicht in einer der beiden Endstellungen, läßt sich die Ausgangsspannung nicht einschalten.

Über den Schalter HV-ON [9] an der Frontplatte wird die Hochspannung eingeschaltet. Die Funktionsbereitschaft wird über die Anzeige HV-ON [8] signalisiert.

Achtung! Steht der CONTROL-Schalter [10] auf manueller Steuerung (nach oben), wird die mit dem 10-Gang-Wendelpotentiometer [7] vorgewählte Hochspannung mit einer Änderungsgeschwindigkeit von 500 V/s (Hardware Rampe) an den Hochspannungsausgängen erzeugt! Das ist auch der Fall, wenn während des Betriebs von Schnittstellensteuerung (DAC) auf manuelle Steuerung umgeschaltet wird!

Steht der CONTROL-Schalter [10] auf Schnittstellensteuerung (DAC), wird die Hochspannung erst nach Empfang der entsprechenden Schnittstellensignale eingestellt.

Achtung! Wurde beim letzten Betrieb der Quelle die Funktion „Autostart“ aktiviert, wird die Ausgangsspannung mit den dabei gespeicherten Parametern sofort erzeugt!

Auf dem 4-stelligen Display [1] wird in Abhängigkeit von der Stellung des Meßartschalters [3] die Ausgangsspannung in [V] oder der Ausgangsstrom in [μ A] angezeigt.

In der Zweikanalausführung wird dabei mit dem Kanalumschalter [2] der zur Anzeige kommende Kanal (A) oder (B) ausgewählt.

Bei manueller Steuerung läßt sich die Ausgangsspannung mit dem 10-Gang-Wendelpotentiometer [7] im Bereich von 0 bis zur vorgegebenen Maximalspannung einstellen.

Wird mit dem CONTROL-Schalter [10] auf Schnittstellensteuerung (DAC) umgeschaltet, übernimmt der DAC den letzten aktuellen Ausgangsspannungswert. Über die Schnittstelle kann dann die Ausgangsspannung mit einer programmierbaren Änderungsgeschwindigkeit (Softwarerampe) von 2 bis 255 V/s im Bereich von 0 bis zur vorgegebenen Maximalspannung eingestellt werden.

Bei Schnittstellensteuerung läßt sich der zulässige Maximalstrom pro Kanal mit der Auflösung der Strommessung programmieren (Stromtrip). Überschreitet der Ausgangsstrom diesen Wert, wird die Ausgangsspannung über die Software abgeschaltet. Ein Wiedereinschalten dieses Kanals ist durch Lesen des LAM - Status und anschließendem „Start“ möglich. Ist die Funktion „Autostart“ aktiviert, kann „Start“ entfallen.

Die Maximalspannung und der Maximalstrom können unabhängig davon separat in 10%-Schritten an den Drehschaltern V_{\max} [4] und I_{\max} [5] hardwaremäßig festgelegt werden (\Rightarrow Stellung 10 = 100%). Erreicht die Ausgangsspannung oder der Ausgangsstrom das eingestellte Limit, so signalisiert dies die rote Error-LED [6] an der Frontplatte.

In Abhängigkeit von der Stellung des Schalters KILL [12] wird auf das Überschreiten des eingestellten Strom- oder Spannungslimits bzw. das Auftreten eines externen Schutzsignals (INHIBIT) an Buchse [13] wie folgt reagiert:

Schalter nach rechts:
(ENABLE KILL) Ausgangsspannung wird ohne Rampe bei Überschreiten von V_{\max} oder I_{\max} bzw. bei Signal INHIBIT (Low=aktiv) dauerhaft abgeschaltet. Ein Wiedereinschalten erfolgt nur nach Betätigen der Schalter HV-ON [9] oder KILL [12] oder dem Lesen des LAM-Status und nachfolgendem „Start“ bei DAC-Steuerung. Ist die Funktion „Autostart“ aktiviert, kann „Start“ entfallen.

Bemerkung: Sind Kapazitäten am HV-Ausgang wirksam oder werden große Spannungsänderungsgeschwindigkeiten (Hardware-Rampe) bei großer Belastung verwendet, so kann durch die Kondensatorladeströme die KILL-Funktion ausgelöst werden. In diesen Fällen sollte eine kleinere Spannungsänderungsgeschwindigkeit (Software-Rampe) gewählt oder die KILL-Funktion erst nach Erreichen der Endspannung freigegeben werden.

Schalter nach links: Ausgangsspannung wird auf V_{\max} bzw. Ausgangsstrom auf I_{\max} begrenzt; INHIBIT schaltet die Ausgangsspannung ohne Rampe ab. Bei Wegfall von INHIBIT wird der alte Spannungswert mit der Hard- oder einer Software-Spannungsrampe wieder eingestellt.

6. Kommunikation über Interface

6.1 Gerätesteuerprotokoll GSP

Die Kommunikation zwischen dem Steuerrechner (Controller) und dem Modul erfolgt nach einem Gerätesteuerprotokoll GSP, das für den Betrieb mehrstufig hierarchischer Instrumentierungssysteme ausgelegt ist. Dieses Protokoll GSP arbeitet nach dem Master-Slave-Prinzip. Dabei haben Controller, die in der Hierarchie höherwertig sind, stets die Masterfunktion, während niederwertige Einheiten als Slave fungieren. Im Fall „Steuerung des Hochspannungsmoduls durch einen Steuerrechner“ hat der Steuerrechner im System die Funktion des Masters, während das Modul (als Frontend-Gerät mit eigener Intelligenz) die Funktion des Slaves übernimmt.

Der Datenaustausch zwischen Controller und Frontend-(FE-) Gerät erfolgt mittels Datagrammen. Diese Datagramme bestehen aus einem Richtungsbit DATA_DIR, einem Identifizierungsbyte DATA_ID und weiteren Datenbytes. Das Richtungsbit DATA_DIR gibt an, ob die zum Datagramm gehörende Datenübertragung ein Schreiben oder ein Lesen ist. Das DATA_ID enthält die Informationen zum Typ des Datagrammes und gegebenenfalls Subadressen (G0, G1). Es wird durch das erste Datenbyte des Datagramms mit Bit 7 = 1 gekennzeichnet. Durch das DATA_ID wird die Funktion des Moduls in einem komplexen hierarchischen Hochspannungssystem bestimmt.

Zur Realisierung dieser Systeme, in denen es möglich ist über mehrere Hierarchieebenen hinweg einen definierten Kanal eines Moduls anzusprechen, muß die notwendige Schachtelung durch Einfügen von Groupcontrollern (GC) realisiert werden. Vor dem DATA_ID werden dann Datenbytes mit Bit 7 = 0 zur Übertragung der Adresse des GC und FE-Gerätes eingefügt.

DATA_DIR	DATA_ID Bit								Befehl
	7	6	5	4	3	2	1	0	
x	0	x	x	x	x	x	x	x	kein DATA_ID
0	1	0	x	x	x	x	x	x	Schreibbefehl an Einzelgerät
1	1	0	x	x	x	x	x	x	Lesebefehl an Einzelgerät (Aufforderung zum Schreiben)
0	1	1	x	x	x	x	G1	G0	Schreibbefehl an Gerätegruppe
1	1	1	x	x	x	x	G1	G0	Lesebefehl an Gerätegruppe (Aufforderung zum Schreiben)
G0, G1 Subadressen, nur verwendet bei Einsatz von Groupcontrollern									

Diese Datagramme entsprechen einer Übertragung in Schicht 3 (Network Layer) bzw. 4 (Transport Layer) des OSI-Modells der ISO. Als Übertragungsmedium wird der CAN-Bus nach Spezifikation 2.0A eingesetzt. Dies entspricht den Schichten 1 (Physical Layer) und 2 (Data Link Layer).

Das Gerätesteuerprotokoll GSP wurde deshalb an den CAN-BUS nach Spezifikation CAN 2.0A angepaßt, kann aber gemäß dem OSI-Modell auch auf andere Übertragungsmedien (z.B. RS232) aufgesetzt werden. Auf die Spezifika der Schichten 1 und 2 wird deshalb nur dort speziell eingegangen, wo es unbedingt nötig ist und Verwechslungen von Funktionen im Transport Layer mit Funktionen im Data Link Layer auftreten könnten. Im Folgenden wird die Kommunikation zwischen einem Controller und einem am gleichen Bussegment befindlichen Modul beschrieben.

6.2 Funktionsumfang

Steuerung über Interface

1. Schreibfunktionen: Sollspannung; Spannungsrampe; Stromtrip; Autostart
2. Schalfunktion: Beginn Spannungsänderung mit eingestellter Spannungsrampe
3. Lesefunktionen: Sollspannung; Istspannung; Spannungsrampe; Iststrom; Stromtrip; Autostart; Hardwareschwelle Strom/Spannung; Status

Die Hardwareschalter haben Priorität gegenüber der Softwaresteuerung.

Manuelle Steuerung

Bei manueller Steuerung ist nur die Nutzung der Lesefunktionen sinnvoll. Die anderen Funktionen werden vom Modul akzeptiert, führen aber zu keiner Änderung der Parameter.

6.3 Übersicht der verwendeten Datagramme

DATA _DIR	DATA_ID								Funktion	read/ write/ aktiv	DATA - Bytes
	Bit										
	7	6	5	4	3	2	1	0			
	0	x	x	x	x	x	x	x	kein DATA_ID		
	1	0	C2	C1	C0	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B		
1	1	0	0	0	0	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Istspannung	r	3
1	1	0	0	1	0	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Iststrom	r	3
1/0	1	0	1	0	0	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Sollspannung	r/w	3
1/0	1	0	1	1	0	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Rampe	r/w	2
0	1	0	0	0	1	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Start	w	1
1	1	0	0	1	1	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Limit	r	4
1/0	1	0	1	0	1	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Stromtrip	r/w	3
1/0	1	0	1	1	1	0	N1	N0	Einzelbefehl KANAL: Autostart	r/w	2
	1	1	C3	C2	C1	C0	G1	G0	Gruppenbefehl G1 = G0 = 0, außer bei Adressierung von Gruppenbefehlen mit vorgeschaltetem Groupcontroller		
1	1	1	0	0	0	1	G1	G0	Modul-Status Kanal A und B	r	3
1	1	1	0	0	1	0	G1	G0	LAM-Status Kanal A und B	r	3
1	1	1	0	1	1	0	G1	G0	Anmeldung des Endgerätes in übergeordneter Ebene, Abmeldung der übergeordneten Ebene beim Endgerät	a w	2
0	1	1	0	1	1	1	G1	G0	neue Bitrate	w	3
1	1	1	1	0	0	0	G1	G0	Gerätenummer (6 BCD) und Software-Release (3 BCD)	r	7
								C _i	Befehle		
								N _i	Kanäle A und B		
								G _i	Gruppen 0 ... 3 nur verwendet bei Einsatz eines Groupcontrollers		

6.4 Detailbeschreibung der Befehle

An- und Abmeldung des Frontend-(FE-) Gerätes (aktiv/schreiben)

Anmelde-Frame des Moduls (DLC = 2)

Byte		DATA_ID								DATA_0	
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	0	
Bezeichng.	DATA_DIR							G1	G0		
Belegung	1	1	1	0	1	1	0	0	0	x	
Beschreibung	aktiv	G1 ... G0: Gruppen 0 ... 3 nur verwendet bei Einsatz eines Groupcontrollers (GC)								x=1: Gesamt-status ok x=0: Fehler im Modul	

Das Modul wird nach POWER ON diesen Gruppenbefehl in bestimmten zeitlichen Abständen (ca. 500 ms) auf den Bus legen. In DATA_0 steht in b0 der Gesamtstatus des Moduls (NOR-Verknüpfung der Fehlerbits LAM_REG2ER_, LAM_REG1ER_, LAM_EXTINH_ und LAM_ILIM_ von beiden Kanälen). Erkennt ein Controller den Befehl, kann er den Modul als Frontend-Gerät bei sich registrieren und über die FE_ADR (Moduladresse, s.a. Punkt 6.5, 11-bit Identifier und Punkt 6.6) ansprechen:

Remote-Frame Anmeldung des Controllers (DLC = 2)

Byte		DATA_ID								DATA_0	
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	0	
Bezeichng.	DATA_DIR							G1	G0		
Belegung	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	
Beschreibung	write	G1 ... G0: Gruppen 0 ... 3 nur verwendet bei Einsatz eines Groupcontrollers (GC)								Modul ist angemeldet	

Das Modul wird nach der erfolgten Anmeldung als Frontend-Gerät solange keine weiteren Anmeldebefehle versenden, wie es in zeitlichen Abständen von kleiner einer Minute erfolgreich Befehle vom externen CAN-Bus empfängt bzw. bis der Controller einen Abmeldebefehl an das Frontend-Gerät sendet:

Remote-Frame Abmeldung des Controllers (DLC = 2)

Byte		DATA_ID								DATA_0	
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	0	
Bezeichng.	DATA_DIR							G1	G0		
Belegung	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	
Beschreibung	write	G1 ... G0: Gruppen 0 ... 3 nur verwendet bei Einsatz eines Groupcontrollers (GC)								Modul ist abgemeldet	

Einzelbefehl KANAL: Istspannung (Lesen)

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	1	1	0	0	0	0	0	x	x
Beschreibung	read	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):

Istspannung für entsprechenden Kanal anfordern

↓ Antwort des Moduls (DLC = 3)

Byte		DATA_ID								DATA_1			DATA_0		
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	...	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0						LSB
Belegung	0	1	0	0	0	0	0	x	x	x					
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								Spannungswert in [V] in DATA_1 und DATA_0					

Einzelbefehl KANAL: Iststrom (Lesen)

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	1	1	0	0	1	0	0	x	x
Beschreibung	read	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):

Iststrom für entsprechenden Kanal anfordern

↓ Antwort des Moduls (DLC = 3)

Byte		DATA_ID								DATA_1				DATA_0					
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	2	1	0	7	..	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0										LSB
Belegung	0	1	0	0	1	0	0	x	x	x									
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								Stromwert in [A] in DATA_1 und DATA_0									

Einzelbefehl KANAL: Sollspannung (Lesen/Schreiben)

Lesen

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	1	1	0	1	0	0	0	x	x
Beschreibung	read	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):

Sollspannung für entsprechenden Kanal lesen

↓ Antwort des Moduls (DLC = 3)

Byte		DATA_ID								DATA_1			DATA_0		
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	...	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0						LSB
Belegung	0	1	0	1	0	0	0	x	x	x					
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								Sollspannungswert in [V] in DATA_1 und DATA_0					

Schreiben [Controller (DLC = 3): Sollspannung für entsprechenden Kanal schreiben]

Byte		DATA_ID								DATA_1			DATA_0		
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	...	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0						LSB
Belegung	0	1	0	1	0	0	0	x	x	x					
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								Sollspannungswert in [V] in DATA_1 und DATA_0					

Für Sollspannungen, die über der Nennspannung des Moduls oder dem eingestellten Hardwarelimit liegen, wird dieser Wert durch die Modulsoftware auf den größtmöglichen Wert begrenzt.

Einzelbefehl KANAL: Spannungsrampe (Lesen/Schreiben)

Lesen

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	1	1	0	1	1	0	0	x	x
Beschreibung	read	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):

Spannungsänderungsgeschwindigkeit des entsprechenden Kanals feststellen

↓ Antwort des Moduls (DLC = 2)

Byte		DATA_ID								DATA_0							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0								LSB
Belegung	0	1	0	1	1	0	0	x	x	x7	x6	x5	x4	x3	x2	x1	x0
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								x7 ... x0: Änderungsgeschwindigkeit (von 2 ... 255 V/s)							

Schreiben [Controller (DLC = 2): Spannungsänderungsgeschwindigkeit des entsprechenden Kanals festlegen]

Byte		DATA_ID								DATA_0							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0								LSB
Belegung	0	1	0	1	1	0	0	x	x	x7	x6	x5	x4	x3	x2	x1	x0
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								x7 ... x0: Änderungsgeschwindigkeit (von 2 ... 255 V/s)							

Änderungsgeschwindigkeiten kleiner 2 V/s werden von der Modulsoftware auf 2 V/s korrigiert. Dieser Wert ist auch nach Anlegen der Betriebsspannungen voreingestellt, wenn beim letzten Betrieb nicht über die Funktion „Autostart“ eine andere Spannungsrampe gespeichert wurde.

Wird während der Änderung der Ausgangsspannung mit der Softwarerampe ein neue Spannungsrampe geschrieben, so wird diese Änderung sofort übernommen und die Sollspannung mit der neuen Softwarerampe fertig eingestellt.

Einzelbefehl Kanal: Start (Schreiben)

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	0	1	0	0	0	1	0	x	x
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):

Spannungsänderung im entsprechenden Kanal starten

Wurde die Ausgangsspannung durch die Überschreitung von

V_{max} oder I_{max} bzw. durch INHIBIT bei ENABLE KILL oder
des programmierbaren Stromtrips

dauerhaft abgeschaltet, müssen durch Lesen des LAM-Status die Register LAM_REG1ER, LAM_EXTINH oder LAM_ILIM zurückgesetzt werden, ehe wieder eine Ausgangsspannung eingestellt werden kann.

Wird die Ausgangsspannung durch die Überschreitung von

V_{max} oder I_{max} bei DISABLE KILL begrenzt (ERROR-LED blinkt und LAM_REG2ER_ = 1),
so ist die Verringerung der Ausgangsspannung durch Schreiben einer kleineren Sollspannung und
anschließendem „Start“ möglich (Error-LED blinkt nicht mehr). Bevor danach die Spannung wieder erhöht
werden kann, muß durch Lesen des LAM-Status das Register LAM_REG2ER_ zurückgesetzt werden.

Einzelbefehl KANAL: Limit (Lesen)

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	1	1	0	0	1	1	0	x	x
Beschreibung	read	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):

eingestellte Hardwarelimits des entsprechenden Kanals

feststellen

↓ Antwort des Moduls (DLC = 4)

Byte		DATA_ID								DATA_2		DATA_1				DATA_0								
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	..	4	3	..	0	7	..	4	3	..	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0			LSB		LSB		..	
Belegung	0	1	0	0	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								Mantisse V_{max} (8 bit)		Exp V_{max}		Mantisse I_{max} (8 bit)		Exp I_{max}		Exp. (4 bit), für Exp. > 7 ergibt sich: negativer Exponent im 2'er Komplement						

Einzelbefehl KANAL: Stromtrip (Lesen/Schreiben)

Lesen

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	1	1	0	1	0	1	0	x	x
Beschreibung	read	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):
 maximalen Ausgangsstrom (Stromtrip)
 für entsprechenden Kanal lesen

⇓ Antwort des Moduls (DLC = 3)

Byte		DATA_ID								DATA_1			DATA_0		
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	...	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0						LSB
Belegung	0	1	0	1	0	1	0	x	x	x					
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								max. Stromwert in [A] in DATA_1 und DATA_0					

Schreiben [Controller (DLC = 3): max. Ausgangsstrom (Stromtrip) für entsprechenden Kanal festlegen]

Byte		DATA_ID								DATA_1			DATA_0		
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	...	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0						LSB
Belegung	0	1	0	1	0	1	0	x	x	x					
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								max. Stromwert in [A] in DATA_1 und DATA_0					

Überschreitet der Ausgangsstrom den programmierten maximalen Stromwert, so wird die Ausgangsspannung über die Software abgeschaltet (Stromtrip). Die größte mögliche Auflösung des maximalen Stromwertes entspricht der Auflösung der Strommessung. Für den maximalen Stromwert = 0 A ist kein Stromtrip programmiert. Wurde die Ausgangsspannung durch die Überschreitung des maximalen Stromes abgeschaltet, muß immer der LAM - Status gelesen werden, um sie mit „Start“ oder aktiviertem „Autostart“ wieder einstellen zu können.

Einzelbefehl KANAL: Autostart (Lesen/Schreiben)

Lesen

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0
Belegung	1	1	0	1	1	1	0	x	x
Beschreibung	read	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B							

Controller (DLC = 1):

Feststellen ob „Autostart“ im entsprechenden Kanal aktiviert ist

↓ Antwort des Moduls (DLC = 2)

Byte		DATA_ID								DATA_0							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0								LSB
Belegung	0	1	0	1	1	1	0	x	x					x3			
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								x3 = 1: Autostart ist aktiv x3 = 0: Autostart nicht aktiv							

Autostart aktiv bedeutet:

- wenn die Autostartbedingungen (im Modul-Status ON_OFF_+ IN_EX_ = 0 und im LAM-Status _REG2ER_+ _REG1ER_+ _EXTINH_+ _ILIM_ = 0) erfüllt sind, wird die Ausgangsspannung des Kanals auf die aktuelle Sollspannung gerampt, d.h. „Start“ ist nach „Sollspannung schreiben“, Power-ON und Power OFF ⇒ ON nicht nötig.
- wurde die Ausgangsspannung des Kanals durch die Überschreitung von V_{max} oder I_{max} bzw. durch INHIBIT (bei ENABLE KILL oder Stromtrip) dauerhaft abgeschaltet, wird sie nach Lesen des LAM-Status mit der Softwarerampe wieder eingestellt.
- wird die Ausgangsspannung durch die Überschreitung von V_{max} oder I_{max} bei DISABLE KILL begrenzt (ERROR-LED blinkt und LAM_REG2ER_ = 1), so wird sie durch Schreiben einer kleineren Sollspannung auf diese gerampt (Error-LED blinkt nicht mehr). Bevor danach die Spannung wieder erhöht werden kann, muß durch Lesen des LAM-Status das Register LAM_REG2ER_ zurückgesetzt werden.

Schreiben [Controller (DLC = 2): Autostart für entsprechenden Kanal aktivieren]

Byte		DATA_ID								DATA_0							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR							N1	N0								LSB
Belegung	0	1	0	1	1	1	0	x	x					x3	x2	x1	x0
Beschreibung	write	N1=0, N0=1 ⇒ Kanal A N1=1, N0=0 ⇒ Kanal B								x3 = 1: Autostart aktivieren x2 = 1: aktuellen Stromtrip } einmalig x1 = 1: aktuelle Sollspannung } in EEPROM x0 = 1: aktuelle Spannungsrampe } speichern Werte werden nach Anlegen der Betriebsspannungen wieder in die entsprechenden Register geladen! (für EEPROM 1 Million Schreibzyklen garantiert)							

Gruppenbefehl: Modul - Status Kanal A und B (Lesen)

Byte		DATA_ID							
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR								
Belegung	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Beschreibung	read								

Controller (DLC = 1):

Modul - Status der Kanäle lesen

↓ Antwort des Moduls (DLC = 3)

Byte		DATA_ID								DATA_1			DATA_0		
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	...	0
Bezeichng.	DATA_DIR									Kanal B			Kanal A		
Belegung	0	1	1	0	0	0	1	0	0	x					
Beschreibung	write									s. Tabelle					

Bezeichnung				Modul-Status Kanal A und B (lesen)		
Kanal	DATA	Bit	Name	Beschreibung	0	1
B	_1	b7	ERROR_2	Fehler im Kanal B	channel ok	error
		b6	STATV_2	Status V_{out}	V_{out} stable	V_{out} in change
		b5	TRENDV_2	Bewegungsrichtung V_{out}	V_{out} falling	V_{out} rising
		b4	KILL_2	Schalterstellung KILL	disabled	enabled
		b3	ON_OFF_2	Schalterstellung HV-ON/OFF	on	off
		b2	POL_2	Polarität der Ausgangsspannung V_{out}	negative	positive
		b1	IN_EX_2	Schalterstellung CONTROL	DAC	manual
		b0	VZ_2	Ausgangsspannung V_{out} Kanal B	$V_{out} <> 0$	$V_{out} = 0$
A	_0	b7	ERROR_1	Fehler im Kanal A	channel ok	error
		b6	STATV_1	Status V_{out}	V_{out} stable	V_{out} in change
		b5	TRENDV_1	Bewegungsrichtung V_{out}	V_{out} falling	V_{out} rising
		b4	KILL_1	Schalterstellung KILL	disabled	enabled
		b3	ON_OFF_1	Schalterstellung HV-ON/OFF	on	off
		b2	POL_1	Polarität der Ausgangsspannung V_{out}	negative	positive
		b1	IN_EX_1	Schalterstellung CONTROL	DAC	manual
		b0	VZ_1	Ausgangsspannung V_{out} Kanal A	$V_{out} <> 0$	$V_{out} = 0$

Gruppenbefehl: LAM - Status Kanal A und B (Lesen)

Byte		DATA_ID								Controller (DLC = 1):
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	Modul - Status der Kanäle lesen
Bezeichng.	DATA_DIR									
Belegung	1	1	1	0	0	1	0	0	0	
Beschreibung	read									

↓ Antwort des Moduls (DLC = 3)

Byte		DATA_ID								DATA_1				DATA_0			
Bit		7	6	5	4	3	2	1	0	7	...	0	7	...	0		
Bezeichng.	DATA_DIR									Kanal B				Kanal A			
Belegung	0	1	1	0	0	1	0	0	0	x							
Beschreibung	write									s. Tabelle							

Bezeichnung			LAM-Status Kanal A und B (lesen)		
Kanal	DATA	Bit	Name	Beschreibung für Bit = 1	Bemerkung
B	_1	b7	LAM_REG2ER_2	Qualität der Ausgangsspannung von Kanal B ist momentan nicht garantiert	
		b6	LAM_REG1ER_2	Überschreitung von V_{max} oder I_{max} lag/liegt vor	
		b5	LAM_EXTINH_2	Externes Inhibit-Signal war/ist aktiv	
		b4	LAM_RANGE_2	Verhältnis V_{soll} zu $V_{max} > 1$	Sollspannung $> V_{max}$
		b3	LAM_KEY_CHANGED	ein Frontplattenschalter von Kanal B wurde betätigt	ON_OFF_2, IN_EXT_2, KILL_2
		b2	LAM_EOP_2	V_{out} Kanal B hat Sollwert erreicht	end of process_2
		b1	LAM_ILIM_2	I_{out} war größer programmiertes I_{max} (Stromtrip Kanal B)	
		b0			
A	_0	b7	LAM_REG2ER_1	Qualität der Ausgangsspannung von Kanal A ist momentan nicht garantiert	
		b6	LAM_REG1ER_1	Überschreitung von V_{max} oder I_{max} lag/liegt vor	
		b5	LAM_EXTINH_1	Externes Inhibit-Signal war/ist aktiv	
		b4	LAM_RANGE_1	Verhältnis V_{soll} zu $V_{max} > 1$	Sollspannung $> V_{max}$
		b3	LAM_KEY_CHANGED	ein Frontplattenschalter von Kanal A wurde betätigt	ON_OFF_1, IN_EXT_1, KILL_1
		b2	LAM_EOP_1	V_{out} Kanal A hat Sollwert erreicht	end of process_1
		b1	LAM_ILIM_1	I_{out} war größer programmiertes I_{max} (Stromtrip Kanal A)	
		b0			

Die Statusbits werden bei Auftreten des entsprechenden Ereignisses gesetzt und durch Lesen des LAM-Status wieder rückgesetzt. Besteht das Ereignis weiter oder tritt es erneut auf, werden die entsprechenden Bits wieder gesetzt.

Gruppenbefehl: Neue Bitrate (Schreiben)

Controller (DLC = 3): „Neue Bitrate“ in EEPROM schreiben

Byte	Bit	DATA_ID								DATA_1								DATA_0															
		7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0								
Bezeichng.	DATA_DIR																																LSB
Belegung	0	1	1	0	1	1	1	0	0								x8	x7	x6	x5	x4	x3	x2	x1	x0								
Beschreibung	write									x8 ... x0: -es können 7 Bitraten eingestellt werden 1) 20 kBit/s 2) 50 kBit/s 3) 100 kBit/s 4) 125 kBit/s 5) 200 kBit/s 6) 250 kBit/s 7) optional: 500 kBit/s (125 kBit/s ab Werk) -die neue Bitrate wird erst wirksam nach RESET bzw. POWER OFF/ON und -es muß sichergestellt werden, daß vor einem RESET bzw. POWER OFF/ON alle Module des Segments die gleiche neue Bitrate erhalten haben -die werksseitig voreingestellte Bitrate ist auf dem Aufkleber am Steckverbinder gekennzeichnet																							

Gruppenbefehl: Gerätenummer und Software-Rel. (Lesen)

Byte	Bit	DATA_ID							
		7	6	5	4	3	2	1	0
Bezeichng.	DATA_DIR								
Belegung	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Beschreibung	read								

Controller (DLC = 1):

Gerätenummer und Softwareversion feststellen

↓ Antwort des Moduls (DLC = 7)

Byte	Bit	DATA_ID								DATA_5		DATA_4		DATA_3		DATA_2		DATA_1		DATA_0			
		7	6	5	4	3	2	1	0	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD	BCD		
Bezeichng.	DATA_DIR																						
Belegung	0	1	1	1	0	0	0	0	0	z6	z5	z4	z3	z2	z1	0	y3	y2	y1	0	x1		
Beschreibung	write									6 BCD Gerätenummer						3 BCD Software-Rel.				1 BCD Kanalzahl			

6.5 Implementierung im CAN-Bus

Die Datagrammstruktur ist an den Botschaftsrahmen des Standardformats nach CAN-Spezifikation 2.0A angepaßt, wobei aus der Sicht des CAN-Protokolls eine reine Datenübertragung durchgeführt wird, die protokollinvariant ist. Das Datagramm des GSP wird als Datenwort der Länge n-Byte, entsprechend den spezifischen Anforderungen des jeweiligen Befehls, im Datenfeld des CAN-Frames übertragen. Damit ergibt sich ein Data Length Code (DLC) des CAN-Protokolls von n. Es können maximal 8 Datenbyte übertragen werden, die sich mit fallender Wertigkeit an das DLC-Feld anschließen.

Das RTR-Bit wird immer auf Null gesetzt.

Die Information zur Übertragungsrichtung (DATA_DIR) ist im niederwertigsten Bit ID0 des 11bit-CAN-Identifiers enthalten. Der Controller fordert dabei Daten mit DATA_DIR = 1 an und sendet sie mit DATA_DIR = 0. Das FE-Gerät reagiert auf die Datenanforderung durch Senden der entsprechenden Daten mit DATA_DIR = 0. Nur wenn das FE-Gerät noch nicht beim Controller angemeldet ist bzw. wenn es über einen längeren Zeitraum (ca. 1 min) keine gültigen Daten empfängt, wird es aktiv den Anmelde Rahmen mit DATA_DIR = 1 (s.a. Punkt 6.4) senden.

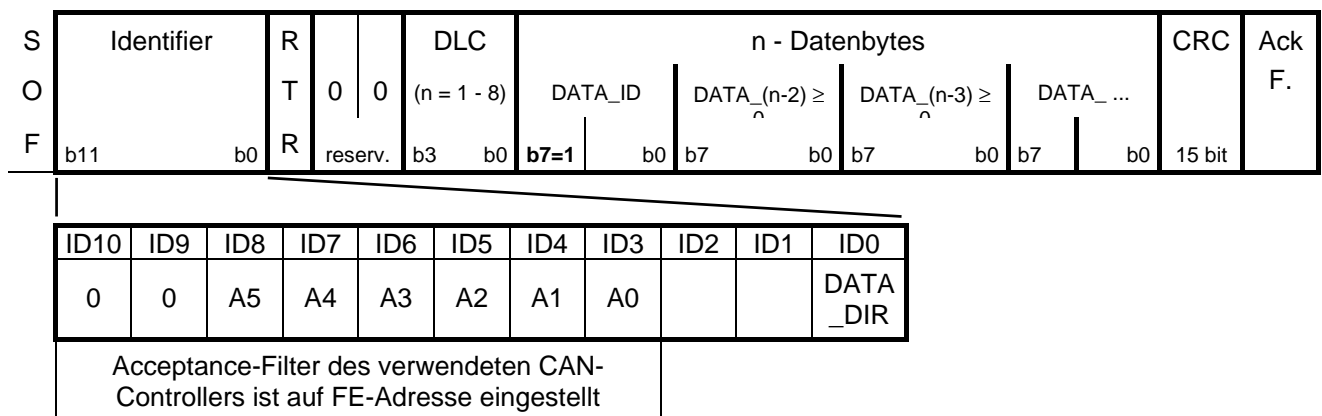
Daher folgt, daß alle geraden CAN-Ports (Identifier) als Schreibports, alle Ungeraden als Leseports zu interpretieren sind.

Die Adressierung des FE-Gerätes (Einstellung der Moduladresse s. a. Punkt 6.6) erfolgt ebenfalls mit dem 11bit-Identifier des CAN-Protokolls. Um die CAN-Segmente auch für andere Protokolle offen zu halten, wurde der Adressraum auf 64 Knoten beschränkt:

ID9 bis ID10 sind 0,
 ID3 bis ID8 ermöglichen die Adressierung von 64 Endgeräten (ID3: A0 = 2⁰ ;...; ID8: A5 = 2⁵),
 ID1 und ID2 sind nicht benutzt.

In einem CAN-Segment dürfen nur Module mit ungleichem Identifier und gleicher Bitrate verwendet werden! Die werkseitig eingestellte Bitrate wird auf dem Aufkleber am Steckverbinder gekennzeichnet.

Für die Steuerung des FE-Gerätes in diesem untersten CAN-Segment gilt also folgender Aufbau des Datenrahmens:



Das FE-Gerät hat die Aufgaben:

- Bearbeiten der Einzelbefehle mit den direkten Kanalwerten
- Bearbeitung von Gruppeninformationen der Kanäle
- Eigenständige Anmeldung in der höherliegenden Ebene durch Senden seiner Moduladresse
- Bilden von Statusinformationen

Die elektrische Übertragung erfolgt potentialgetrennt mittels der Signale CAN_L und CAN_H, bezogen auf CAN_GND. Die Belegung des D-Sub-9 Steckers ist aus der Tabelle zu ersehen.

PIN	Signal	Bezeichnung
2	CAN_L	
3	CAN_GND	GND
5	CAN_SHLD	Schirm
7	CAN_H	

6.6 Speicherung der Moduladresse im EEPROM

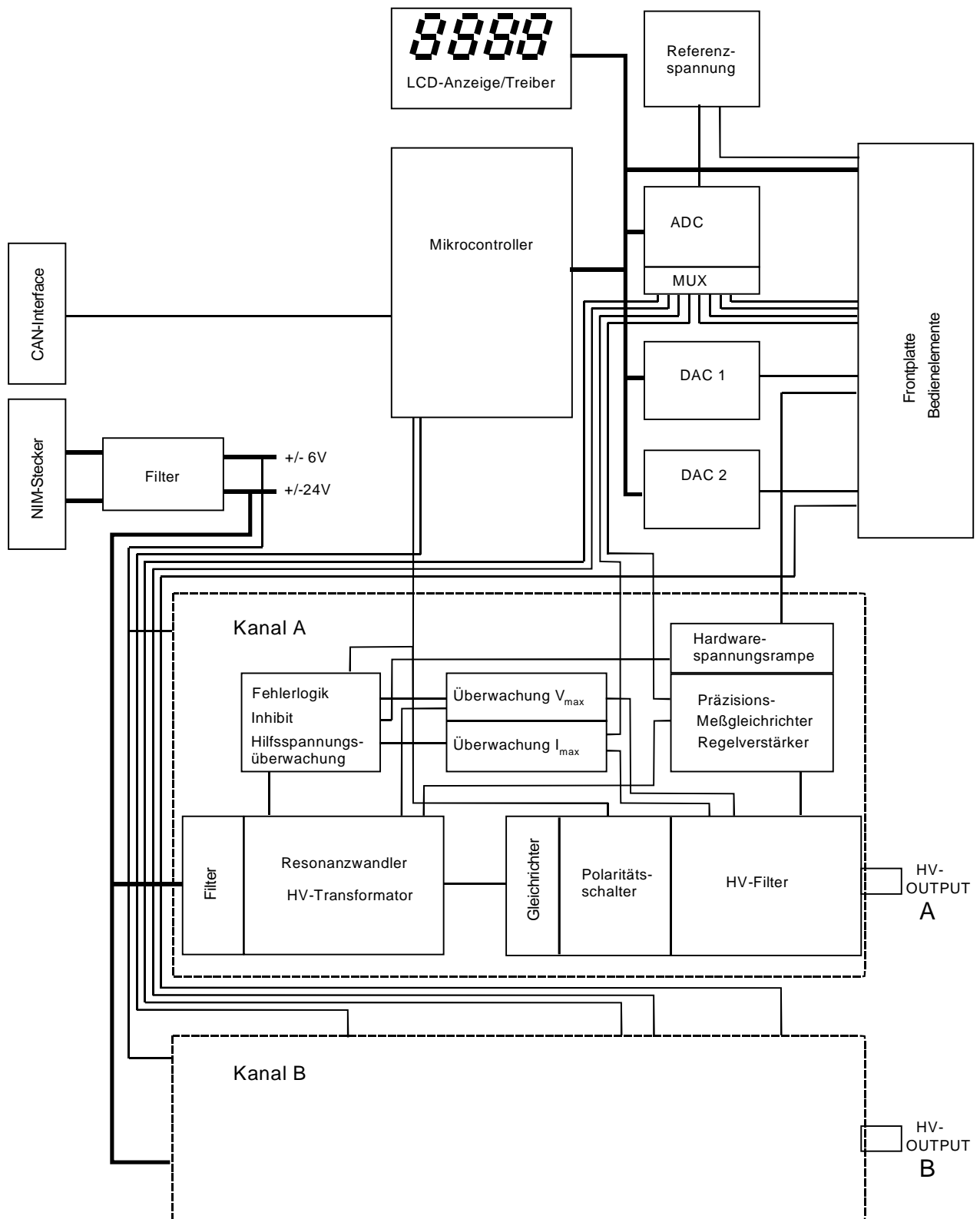
1. Beide Kanäle des Moduls vor dem Einschalten der Betriebsspannung ($\pm 24V$; $\pm 6V$) wie folgt einstellen:
 - ⇒ Schalter CONTROL [10] auf MANUELL; ⇒ Schalter HV-ON [9] auf OFF;
 - ⇒ Schalter KILL [12] auf ENABLE.
2. Einschalten der Betriebsspannung.
3. In der LCD-Anzeige [1] erscheint links ein A und rechts die momentane Adresse in Hexdarstellung, zB. 00. Dazwischen blinkt der Trennstrich.
4. Durch Betätigen des Meßartschalters [3] wird die Adresse schrittweise bis 3F erhöht, danach springt die Adresse wieder auf 00.
5. Erfolgt 10s lang keine Änderung bzw. werden die Schalter CONTROL, KILL oder HV-ON betätigt, so wird die eingestellte Adresse in den EEPROM übernommen und der Modul ist mit ihr ansprechbar.

6.7 Software

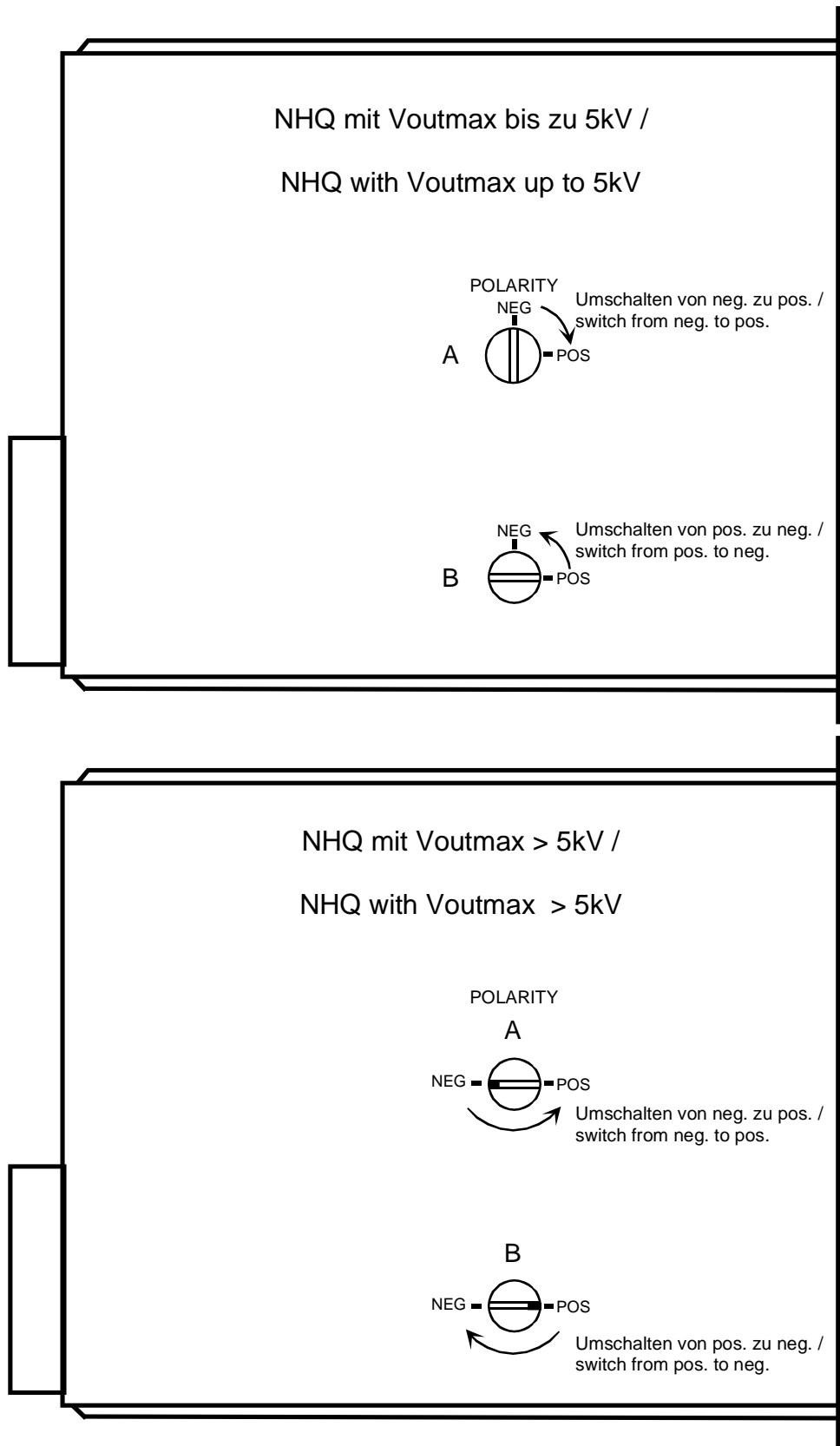
Bitte beachten Sie unser Angebot an komfortabler Bedien- und Meßsoftware.

6.8 Beispielprogramm

Controller										Erklärung
Sendepuffer					Empfangspuffer					
Identif- fier	DLC	DATA_n			Identif- fier	DLC	DATA_n			
		_ID					_ID			Aufbau des Identifizier s.a. 6.5
					031h	2h	D8h	01h		Modul Nr. 6 will sich beim Controller mit Gesamtstatus ok. anmelden
030h	2h	D8h	01h							Modul ist als Nr. 6 angemeldet
031h	1h	99h			030h	4h	99h	14h	23h	CCh Limits Kanal A \Rightarrow 2000 V / 6 mA (z.B. je 100% für NHQ 232M)
031h	1h	9Ah			030h	4h	9Ah	0Ah	21h	ECh Limits Kanal B \Rightarrow 1000 V / 3 mA (z.B. je 50 % für NHQ 232M)
031h	1h	C4h			030h	3h	C4h	11h	05h	Modul - Status \Rightarrow Kanal B: ok, KILL enabled, ON V_{out} neg., DAC, $V_{out} = 0$ Kanal A: ok, KILL disabled, ON V_{out} pos., DAC, $V_{out} = 0$
030h	2h	B1h	14h							Spannungsrampe Kanal A mit 20 V/s schreiben
030h	2h	B2h	C8h							Spannungsrampe Kanal B mit 200 V/s schreiben
030h	3h	A1h	01h	2Ch						Sollwert Kanal A: 300 V
030h	3h	A2h	03h	84h						Sollwert Kanal B: 900 V
030h	1h	89h								Spannungsänderung Kanal A starten
030	1h	8Ah								Spannungsänderung Kanal B starten
031h	1h	C4h			030h	3h	C4h	70h	64h	Modul - Status \Rightarrow Kanal B: ok, V_{out} in change (Änderungen) V_{out} rising, $V_{out} <> 0$ Kanal A: ok, V_{out} in change V_{out} rising, $V_{out} <> 0$
031h	1h	C8h			030h	3h	C8h	40h	04h	LAM - Status \Rightarrow Kanal B: V_{max} oder I_{max} überschritten Kanal A: Qualit. garantiert V_{out} hat Sollwert erreicht
031h	1h	82h			030h	3h	82h	00h	00h	Ist - Spannung von Kanal B \Rightarrow 0 V
030h	3h	A2h	03h	20h						Sollwert Kanal B: 800 V
030	1h	8Ah								Spannungsänderung Kanal B starten
031h	1h	C4h			030h	3h	C4h	70h	04h	Modul - Status \Rightarrow Kanal B: ok, V_{out} in change (Änderungen) V_{out} rising, $V_{out} <> 0$ Kanal A: ok, V_{out} stable, $V_{out} <> 0$
031h	1h	C8h			030h	3h	C8h	04h	00h	LAM - Status \Rightarrow Kanal B: V_{out} hat Sollwert erreicht Kanal A: Qualit. garantiert V_{out} hat Sollwert erreicht
030h	3h	A1h	00h	00h						Sollwert Kanal A: 0 V
030h	3h	A2h	00h	00h						Sollwert Kanal B: 0 V
030h	1h	89h								Spannungsänderung Kanal A starten
030	1h	8Ah								Spannungsänderung Kanal B starten
031h	1h	C8h			030h	3h	C8h	04h	04h	LAM - Status \Rightarrow Kanal B: V_{out} hat Sollwert erreicht Kanal A: Qualit. garantiert V_{out} hat Sollwert erreicht
030h	2h	D8h	00h							Modul ist abgemeldet
					031h	2h	D8h	01h		Modul Nr. 6 will sich beim Controller mit Gesamtstatus ok. anmelden



Anhang A: Blockschaltbild NHQ



Anhang B:

Seitenansicht NHQ

Polaritätsschalter

gezeichnete Polarität:

Kanal A, negativ

Kanal B, positiv