

GMI99

INTERPOLATION FÜR SERVO-ENDSTUFEN

Stand Dokumentation 12.08.2010
Firmware v4.88
Dokumentenname: GMI99

- Interpolation (Bahnsteuerung) für maximal sechs Achsen
- Konstante Werkzeug-Geschwindigkeit
- SPS/PLC Steuerlogik, verwaltet max. 6 Eingabekarten und 6 Ausgabekarten
- Ein-/Ausgabehardware der Endstufen zusätzlich nutzbar
- Kommunikation über serielle Schnittstellen RS422 (RS232 Adapter lieferbar)
- Unterstützt Endstufen mit Überwachungseinheit IS1
- Versorgung durch einzelne +24V-Spannung
- 3HE-Baugruppe: Europakarte mit DIN 41612 Steckverbindern. Maße 160x100

Inhalt:

1	<u>ALLGEMEINE BESCHREIBUNG</u>	<u>3</u>
1.1	<u>SINN UND ZWECK DER LEITACHSE</u>	<u>3</u>
1.2	<u>DAS INTERPOLATIONSVERFAHREN</u>	<u>3</u>
1.3	<u>KONSTANTE WERKZEUGGESCHWINDIGKEIT</u>	<u>3</u>
1.4	<u>VORSCHUBSYNCHRONE DREHZAHL</u>	<u>4</u>
2	<u>BEDIENUNGSANLEITUNG</u>	<u>4</u>
2.1	<u>SERIELLE KOMMUNIKATION</u>	<u>4</u>
2.2	<u>DIL-SCHALTER</u>	<u>4</u>
3	<u>LISTE UND ERLÄUTERUNG DER KOMMANDOS</u>	<u>4</u>
3.1	<u>KOMMANDOS IM LANGSATZ</u>	<u>5</u>
3.1.1	<u><i>Normale Kommandos</i></u>	<u>5</u>
3.1.2	<u><i>Sofort-Kommandos</i></u>	<u>8</u>
3.2	<u>KOMMANDOS IM KURZSATZ</u>	<u>10</u>
3.3	<u>BUFFER-VOLL-MELDUNG</u>	<u>11</u>
4	<u>CNC-ABLAUFPROGRAMM</u>	<u>11</u>
5	<u>BEREICH UND GENAUIGKEIT VON GESCHWINDIGKEITEN</u>	<u>11</u>
6	<u>DIE PROGRAMMIERBARE LOGIK KONTROLLE (PLC)</u>	<u>12</u>
6.1	<u>KOPPLUNG VON CNC ZU PLC</u>	<u>13</u>
6.1.1	<u><i>Spezielle Merker</i></u>	<u>13</u>
6.1.2	<u><i>Direkte E/A-Befehle</i></u>	<u>14</u>
6.1.3	<u><i>Erweiterte Funktionen der PLC (FB 254)</i></u>	<u>14</u>
6.1.4	<u><i>Programmierung Vorschubsynchrone Drehzahl</i></u>	<u>15</u>
7	<u>EIGENSCHAFTEN DER HARDWARE</u>	<u>15</u>
7.1	<u>SPANNUNGSVERSORGUNG</u>	<u>15</u>
7.2	<u>STECKERBELEGUNG (64-POLIGER STECKER JP1)</u>	<u>16</u>
7.3	<u>STECKER SERIELLKANÄLE (10-POLIGER WANNENSTECKER JP8)</u>	<u>17</u>
7.4	<u>HANDRAD-ANSCHLUSS JP3</u>	<u>17</u>
7.5	<u>VERRIDE-ANSCHLUSS JP4</u>	<u>17</u>
8	<u>INBETRIEBNAHME</u>	<u>18</u>
9	<u>KURZDATEN</u>	<u>19</u>
10	<u>ÄNDERUNGEN IN DIESEM DOKUMENT</u>	<u>19</u>

1 Allgemeine Beschreibung

Die GMI99 kann bis zu 6 Achsen linear interpolieren (Standardausführung 3 Achsen). Einzelne Fahrtstücke werden dabei fliegend zusammengesetzt, d.h. es kann mit kurzen, aneinander gehängten Geraden beliebig (im Raum) gefahren werden. Geschwindigkeiten und Beschleunigungen sind programmierbar und werden über die Auflösungsverhältnisse der Achsen kontrolliert.

Kommandos und Parameter werden über die Host-RS422 Schnittstelle gegeben. Die Achskarten sind jeweils über eine Seriellschnittstelle (RS422) mit der GMI99 verbunden. Diese Schnittstellen werden in der weiteren Beschreibung *Slots* genannt und von 0 bis 5 durchnummeriert. Die Seriell-Kommunikation zwischen Host und Endstufen (Adressen 0..63) wird durch die GMI99 „hindurch“ gewährleistet.

Im Normalfall arbeitet die GMI99 mit der E/A-Hardware der Endstufen. Eine erweiterbare E/A-Einheit, bestehend aus SPE/SPA-Karten, kann an einem weiteren RS422-Port angeschlossen werden. Zur PLC-Programmierung steht ein STEP5-Assembler bereit.

Die GMI99 kann CNC-Befehle (= Fahrkommandos...) aufzeichnen und als Programme zusammenfassen. Diese Download-Programme können dann von der PLC aus gestartet werden.

1.1 Sinn und Zweck der Leitachse

Mit Hilfe der Leitachse und der Auflösungsverhältnisse der Achsen kontrolliert die GMI99 die momentanen Geschwindigkeiten, so dass die Programmierung eines einzelnen Geschwindigkeits- und Beschleunigungswert genügt, um alle Achsen korrekt zu betreiben (auch, und vor allem, bei unterschiedlichen Auflösungen der Achsen). Dazu muss die Achse mit der niedrigsten Auflösung (kleinste Zahl Inkremente pro Wegeinheit) gefunden werden, welche als Leitachse bezeichnet wird. Auf diese Leitachse beziehen sich alle Geschwindigkeits- und Beschleunigungsangaben aus den unten beschriebenen Kommandos.

Zur weiteren Erläuterung hier ein kleines Beispiel:

Achse A ist die Leitachse und Achse B hat die doppelte Auflösung wie die Leitachse, das Auflösungsverhältnis für Achse A ist 1, für B 0.5 (Eingabe per W-Kommando). Wird nun eine Geschwindigkeit von 1000 Hz programmiert und jeweils nur eine Achse bewegt, so läuft Achse A exakt mit dem programmierten Wert (1000 Hz), Achse B läuft mit dem doppelten Wert (2000 Hz), um die höhere Auflösung zu kompensieren. Von außen betrachtet (effektive Geschwindigkeit) laufen beide Achsen nun wieder gleich schnell.

1.2 Das Interpolationsverfahren

Die GMI99 generiert bei der linearen Interpolation Sollpunkte für alle angeschlossenen Achsen. Jene werden in einem zeitlichen Abstand von 4 ms über die seriellen Schnittstellen mit 115000 bzw. 76800 Baud übertragen. Parallel dazu werden zusätzliche Informationen über die Schnittstellen ausgetauscht (Stati, Kommunikationszeichen und optional Prozessabbilder). Durch den Einsatz der Interpolationstakt-Leitung in den Seriellkanälen (HTKT) können die Endstufen die Information zusätzlich aufschlüsseln und gleichzeitig Zeitversatzfehler in den digitalen Lageregeln ausschalten.

Die Kreisinterpolation wird durch die Aufteilung des Kreisbogens in gerade Linienstücke erreicht. Die Länge dieser Linienstücke wird so berechnet, dass die Abweichung der Sollpositionen von der idealen Kreisbahn +/- 1 Inkrement beträgt. Dieses Verfahren harmonisiert gut mit den Eigenschaften des Indexers (Fahrten-Generator), es hat jedoch auch einen Nachteil: die Geschwindigkeit der Kreisinterpolation ist begrenzt - ein Linienstück kann nicht in weniger als 12 ms (Millisekunden) verarbeitet werden. Hierdurch entsteht folgende Begrenzung:

$$V_{\text{Kreis}} [\text{Hz}] < \frac{\sqrt{4 * R [\text{Inc}]}}{0.012 [\text{s}]}$$

Im Zahlenbeispiel: Achsen mit 0.001 mm Auflösung und einem Kreisradius von 100 mm (R = 100000 Inc) → V = 52700 Hz = 3,1 m/min. Bei schwingungsempfindlichen Mechaniken, muss dieser Wert weiter reduziert werden.

1.3 Konstante Werkzeuggeschwindigkeit

Zur Konstanthaltung der programmierbaren Geschwindigkeit im Bahnsteuerbetrieb ist die Werkzeug-Geschwindigkeits-Kontrolle (WGK) integriert. Die WGK geht davon aus, dass die Achsen rechtwinklig aufeinander stehen. Dabei wird die Geschwindigkeit der Achsen so gewählt, dass die resultierende Geschwindigkeit mit dem programmierten Wert übereinstimmt. Für Drehachsen oder andere Achsen, auf die diese Eigenschaft nicht zutrifft, sollte der WGK-Einfluss abgeschaltet werden (siehe W-Kommando).

1.4 Vorschubsynchrone Drehzahl

Mit Hilfe einer PLC-Funktion kann die Funktion „Vorschubsynchrone Drehzahl“ für eine Spindelachse an- und abgewählt werden. Dabei wird die Spindelachse laufend mit Drehzahlwerten (bzw. Geschwindigkeitswerten) versorgt, die in einem programmierbaren Verhältnis zur Vorschubgeschwindigkeit der Linearachsen steht. Diese Funktion wird von J-CAM ab Version 1.41 unterstützt. Weitere Informationen unter 6.1.4.

2 Bedienungsanleitung

Die an die GMI99 angeschlossenen Achskarten (GMSxxx, HDxx, ED, GDxx, DS07), sind durch die Host-Schnittstelle der GMI99 hindurch transparent, d.h. sie können mit ihren eingestellten Adressen angesprochen werden, als ob die GMI99 nicht vorhanden wäre. Dies ist notwendig, da die GMI99 ihre Endstufen nicht selbständig parametrisieren kann; die Einstellung der Lageregler-Parameter der Endstufen kann nur direkt vom Host-Rechner erfolgen. Referenzfahrten führen die Endstufen selbständig (mit ihrem eigenen Indexer) durch; beim Betrieb mit geladenen CNC-Programmen gibt die GMI99 den Endstufen Befehle, die eine Referenzfahrt auslösen.

2.1 Serielle Kommunikation

Die Methode der seriellen Kommunikation ist identisch zu den Endstufen; allerdings bewegt sich der Adressbereich der Karte zwischen 224 und 238 (einstellbar am DIL-Schalter, siehe 2.2).

2.2 DIL-Schalter

Die Platine der Interpolationskarte ist mit einem DIL-Schalter mit 8 *Stellern* ausgerüstet. Die ersten 4 Steller ermöglichen die Adresswahl zwischen 224 und 239 (on/on/on/on = 224, off/on/on/on = 225 ... off/off/off/off = 239), wobei 239 für die ausschließliche Laderfunktion (Bootfirmware) reserviert ist. Die Steller 5 bis 8 wählen zusätzliche Optionen.

Steller	on	off
1	Adresse 224 + 0	Adresse 224 + 1
2	Adresse 224 + 0	Adresse 224 + 2
3	Adresse 224 + 0	Adresse 224 + 4
4	Adresse 224 + 0	Adresse 224 + 8
5	-	-
6	Achskarten GMS96, GDxx, HD97, ED und DS07	Achskarten GMS92/94 (min. v2.15)
7	19244-Protokolltyp: E-Version	19244-Protokolltyp: S-Version
8	Übertragungsrate der Host-Schnittstellen 38400 Bd	Übertragungsrate der Host-Schnittstellen 9600 Bd

Das Gerät läßt die Stellung des DIL-Schalters nur beim Einschalten bzw. nach einem Reset (z.B. Notaus) ein. Änderungen sollten normalerweise nur bei abgeschalteter Versorgungsspannung erfolgen, anderenfalls muss nach der Änderung ein Reset erfolgen.

3 Liste und Erläuterung der Kommandos

Kommandos bestehen aus einem Adresszeichen einem Kommandozeichen (Befehl) und einer Anzahl Parameter, die von der Art des Befehls abhängt. Diese Kommandos werden mit dem Langsatz (DIN 19244) übertragen und haben folgende Form:

<Adresszeichen><Befehlszeichen>[<P1>[<P2>[<P3>]]]

Das Adresszeichen (1 Byte), mit dem mehrere Karten in einem System voneinander unterschieden werden, wird in der folgenden Liste nicht explizit angegeben. Die Befehlsparameter P1, P2 und P3 sind 24-Bit-Werte (3 Byte: Low = P_xL, Mid = P_xM, High = P_xH) und in ihrer Bedeutung vom Befehlszeichen (1 Byte) abhängig. Im Protokoll wird jeweils das Low-Byte zuerst übertragen. In dieser Beschreibung sind die Parameterwerte normalerweise in dezimaler Darstellung angegeben; wenn die hexadezimale Darstellung verwendet wird, so ist der Zahl ein '0x' vorangestellt (Bsp.: 1234 = 0x4D2).

Um Achsen in der GMI99 gezielt auswählen zu können werden die seriellen Schnittstellen, die zum Anschluss der (max. 6) Endstufen dienen, von 0 bis 5 durchnummeriert und als Slots bezeichnet. In manchen Kommandos werden einzelne Parameter (jeweils das Low-Byte) oder das Befehlszeichen binär gebildet, um die gewünschten Slots zu selektieren. Diese Parameter werden *Binärauswahl* genannt:

```

Bit:      7 6 5 4 3 2 1 0---- Slot 0 (erste Achse)
          x x | | | | ----- Slot 1 (zweite Achse)
          | | | | ----- Slot 2 (dritte Achse)
          | | | ----- Slot 3 (vierte Achse, Option)
          | | ----- Slot 4 (fünfte Achse, Option)
          | ----- Slot 5 (sechste Achse, Option)
          -----
  
```

3.1 Kommandos im Langsatz

3.1.1 Normale Kommandos

Normale Kommandos werden in der Reihenfolge ihrer Eingabe (über eine serielle Schnittstelle) bearbeitet. Die meisten der hier beschriebenen Kommandos warten mit ihrer Ausführung, bis keine Fahrt mehr im Gange ist. Für einige Kommandos gilt das jedoch nicht, um das Zusammensetzen von Fahrten möglichst variabel zu gestalten; solche Kommandos werden Synchron-Kommandos genannt und sind mit ^(F) gekennzeichnet. Alle normalen Kommandos werden, bei erfolgreichem Empfang, von der Karte mit einem Einzelzeichen E5h beantwortet.

B Beschleunigung [P1, [P2]]

Der Wert der Beschleunigung in Hz/ms wird in P1 übertragen. Die Geschwindigkeit wird beim Beschleunigen pro Millisekunde maximal um diesen Wert erhöht. Sinusquadrat-Rampen benötigen (Faktor $\pi / 2$) mehr Zeit zum Erreichen der Endgeschwindigkeit als lineare Rampen bei gleichem Beschleunigungswert. P1: [1..30000] (50). Ist P2 = 0, so wird in P1 die Beschleunigung der Leitachse übertragen (alle *Achs-Beschleunigungswerte* werden dabei auf diesen Wert gesetzt). Für Achsen mit unterschiedlicher Mechanik bzw. Auflösung können die einzelnen *Achs-Beschleunigungswerte* anschließend übertragen werden, wobei hier P2 die Slotnummer + 1 (= 1..6) enthält.

d Eingabe/Verändern des Datenbereichs der PLC [P1, P2]

Die Wort-Information in P1 (MSB=0) wird im *Datenbereich der PLC* am Offset P2 abgelegt. Der (Byte-) Offset muss dabei in einem Bereich [0..254]. Die ersten 80 Datenworte DW0 bis DW79 (Byte-Offset 0..158) sind dabei statisch, d.h. sie werden bei jedem Einschalten (aus einem nichtflüchtigen Speicher) wiederhergestellt. Auslesen der Daten mit T1;6-Befehl. Die ersten 40 Datenworte belegen den selben Speicher wie die CNC-Register R00..19. Für die Verwaltung des gesamten Datenbereichs ist in den PC-Anwendungen die Funktion „Daten und Randbedingungen“ zuständig. Durch Merker-Bit M 3.7 können bei Power-Fail (Ausschaltung) die ersten 40 Datenworte in den nichtflüchtigen Speicher gerettet werden (= CNC-Register-Rettung).

f aktuelle Fahrgeschwindigkeit [P1] ^(F)

P1 = Wert der gewünschten Geschwindigkeit der nachfolgenden Fahrt(en). Der f-Wert muss unterhalb des M-Wertes liegen (siehe M-Kommando), anderenfalls wird der M-Wert gesetzt. Bei Betrieb mit Override kann die so eingestellte Geschwindigkeit um 25%, jedoch nicht über den M-Wert erhöht werden. Während des Umdrehungs-Vorschubs G95 wird die hier die Geschwindigkeit in Inc. pro Umdrehung programmiert. Der f-Befehl kann zwischen zwei Fahrten eingebaut werden, ohne das Zusammensetzen der Fahrten zu stören. P1: [1..M-Wert], siehe auch 5.

G G-Funktionen in Anlehnung an ISO-Code [P1, [P2, P3]]

P1 = 0 Eilgang (Geschwindigkeit aus M-Kommando) setzen.
 P1 = 2 / 3 ^(F) Einleiten der Kreisinterpolation im oder gegen den Uhrzeigersinn. Das nachfolgende Fahren-Kommando (siehe unten) wird dazu benutzt, den Kreismittelpunkt relativ von der aktuellen Position anzugeben. Das nächste Fahren-Kommando definiert den Endpunkt (relativ oder absolut bzgl. G90/91).
 P1 = 36 Weg-Optimierung für Rundachsen bei nachfolgendem Fahrkommando. Die Start-Position wird beim nachfolgenden Fahrkommando so optimiert, dass die gewünschte Zielposition auf kürzestem Weg angefahren wird. Die Endposition kann dabei in einem Kreissegment außerhalb 0..360° liegen (Korrektur mit H12 möglich).
 P1L = 53 Abwahl der Nullpunktkorrektur (P2=P3=0) ^(F), Abwahl der Nullpunkt- und Werkzeug-

- Korrektur (P2=1, P3=0) ^(F).
 P1L = 54..57 Anwahl der Nullpunkt Korrektur G54 bis G57 bzw. G54.15 (P2=P3=0) ^(F); P1M = Zusatz-Nummer 0..15 (bei P1L = 54) → 16 Nullpunkte.
 * Soll zusätzlich eine der 16 Feinkorrekturen aktiviert werden ist P1H mit 0x8K zu setzen, wobei K = 0..F (0..15 dezimal) enthält; P1H = 0xFF wählt die Feinkorrektur, welche die PLC vorselektiert hat (Vx-Nummer).
 * P2 = 1: Aktivieren des zuletzt (vor G53) wirksamen Nullpunkts ^(F)
 * P2 = Wert, P3 = Achse 1..6: Eingabe der Nullpunktwerte.
 P1 = 58, 59 Werteingabe/Anwahl der temp. Nullpunkt Korrektur G58 bzw. G59 (nur für CNC-Download). Nullpunktwert in P2, Slotnummer+1 in P3. Der übertragene Nullpunkt wird sofort aktiv, eine Deaktivierung ist nur mit Nullpunktwert = 0 möglich.
 P1 = 90 ^(F) Koordinaten-Eingabe folgender Fahrkommandos im Absolutmaß.
 P1 = 91 ^(F) Relativmaß (hebt G90 auf).
 P1 = 94 programmierte Geschwindigkeit in Einheit Inc/Sekunde = Hz (Grundeinstellung).
 P1 = 95 programmierte Geschw. in Inc/Umdrehung. Dazu muss die Istdrehzahl mit Hilfe des Kurzsatzbefehls #8 (siehe 3.1.2) übertragen werden. Die GMI99 reagiert auf Veränderungen der Drehzahl während der Fahrt.

H Hilfsfunktionen

- P1 = 2 Warten auf In-Position einer oder mehrere Achsen. In P3 wird die Maske der abzufragenden Achsen hinterlegt. Ist P3=0, so werden alle Achsen abgefragt.
 P1 = 12 Position einer oder mehrerer Rundachsen in bestimmtes Kreissegment setzen. P2M gibt dabei die Zielachse (0..5) an, P2L (-127..+127) das gewünschte Kreissegment (0=0..360°, 1=360..720°...). Ist P2M.7 gesetzt, so werden die Rundachsen die durch die Bit-Maske P2M.0-5 gewählt werden, in das untere Kreissegment 0..360° gesetzt. Für diese Funktion muss die Zahl der Inkremente pro Umdrehung bekannt sein, welche mit Nx;40 eingegeben wird.

M Maximale Fahrgeschwindigkeit [P1, [P2]]

P1 = Wert der gewünschten maximalen Geschwindigkeit in Hz [5..1000000] (2000). Beim Einsatz des M-Kommandos ist das Zusammensetzen von Fahrten nicht möglich. Zum Einstellen einer momentanen Arbeitsgeschwindigkeit unterhalb, bzw. gleich des M-Werts sollte der f- oder G0-Befehl verwendet werden. Ist P2 = 0, so wird in P1 der Eilgang der Leitachse übertragen (alle *Achs-Eilgangwerte* werden dabei auf diesen Wert gesetzt). Für Achsen mit unterschiedlicher Mechanik bzw. Auflösung können die einzelnen *Achs-Eilgangwerte* anschließend übertragen werden, wobei hier P2 die Slotnummer + 1 (= 1..6) enthält.

m Setzen einer M-Funktionsanforderung [P1, P2, P3]

P1 im Bereich [50..89]. Es wird ein entsprechendes Bit im Merkerbereich der PLC gesetzt (M6.0 bis M10.7) und anschließend gewartet bis dieses Bit wieder zurückgesetzt wird (vom PLC-Programm nach Bearbeitung der M-Funktion). P2 stellt die Erweiterung der M-Funktion dar und wird in MB11 übertragen (8-Bit).

* *Sonderfälle:*

- P1=100 bewirkt die Spindel-Drehzahl-Funktion (S-Funktion im CNC-Programm). Dabei ist P2 die Spindelnummer, die in MB15 übertragen wird. In Merkerwort MW16 wird P3 (16-Bit) eingetragen = Solldrehzahl. M15.7 wird gesetzt. Nachfolgend wird gewartet bis M15.7 (vom PLC-Programm) wieder zurückgesetzt wurde.
 P1=101 bewirkt die Werkzeug-Wechsel-Funktion (T-Funktion im CNC-Programm). Dabei ist P2 die Werkzeugnummer, die in MB18 übertragen wird. M18.7 wird gesetzt und auf das Rücksetzen gewartet.

O Setzen des Positionszählers [P1, P2]

Der Sollpositionswert in Achse P2 [0..5] wird zahlenmäßig auf P1 gesetzt. Es findet keine Positionierung statt. Der Positionswert wird automatisch intern an die entsprechende Achskarte weitergegeben (kein O-Kommando für die Achskarte nötig). P1: [-8388352..8388607]. Wenn zum Zeitpunkt des O-Kommandos Koordinatenverschiebungen (Nullpunkt oder Werkzeugkorrektur) aktiv sind, so werden diese eingerechnet.

o (kleines o) Ein-/Ausschalten der Override-Funktion [P1]

- P1=0 Funktion des Override ausgeschaltet (z.B. falls nicht vorh.)
 P1=1 Funktion des Override aktiv.

P1=2 Override extern aktiv. Siehe Sofort-Kommandos...

p (kleines p) Programmier-Kommando [P1, P2, P3]

Das Programmier-Kommando dient der Eingabe von PLC- und CNC-Programmen und deren Bedienung.

- P1=1 PLC-Programm-Steuerung. P3 ist in allen Fällen 0. Zur Erläuterung der Funktion und Bedeutung des PLC-Programms siehe Abschnitt 6.
- P2=1 Start des PLC-Programms.
- P2=2 Stoppen der PLC.
- P2=100 Beginn des Download. Die Programmdateien werden mit Hilfe des a-Kommandos übertragen (ein bis dorthin vorhandenes CNC-Programm wird ungültig); anschließend...
- P2=101 Ende des PLC-Download.
- P1=3 Steuerung der CNC Programmverwaltung (siehe 4.). P3 ist bei den hier aufgeführten Befehlen die Programmnummer 0..31.
- P2=1 Start des CNC-Programms = Ablaufprogramm (von vorne), in MB 2 wird die Programmnummer eingetragen (ab v4.70).
- P2=2 Stoppen des Programms. Kann sinnvoller Weise nur innerhalb eines Ablaufprogramms vorkommen.
- P2=100 Beginn des Downloads, danach normale Kommandos bis...
- P2=101 Ende des CNC-Downloads. Beim Download des (ersten) Hauptprogramms (P3=0) wird die interne Speicherstruktur neu aufgebaut und somit alle zuvor vorhandenen Programme gelöscht. Laden Sie also die Programme der Reihe nach, beginnend mit 0.
- P2=110 Unterdrückung von Fehlermeldungen bei Kontaktabriss zu Achskarte(n). Nützlich bei Download in Achskarten mit Flashspeicher.
- P2=111 Abwahl der Unterdrückung mit P2=110.
- P1=4 Achs-Unterprogramm-Technik.
Achsen können (für bestimmte Aktionen) aus dem Interpolationsverbund *ausgekoppelt* werden und eigene CNC-Programme ausführen. In P3 wird dabei die Aktion (untere 8 Bits = P3L) sowie der Index der Zielachse (0..5 * 256) übermittelt.
- P3L=1 Starten eines Achs-Unterprogramms mit Nummer P2.
- P3L=2 Übermittlung eines Drehzahlwertes in P2 [1/min] für Spindel-Simulation.
- P3L=0 Warten bis Achs-Unterprogramm abgeschlossen.
- P1=10 Ausführen eines PLC-Direktbefehls. P2=OpCode, P3=Operand. Siehe 6.1.2
- P1=11 siehe Sofort-Kommandos

Q Referenz-Kommando [P1, P2]

P2 = 0 bewirkt nur das Null-Setzen der Positionszähler; mit P2 = 1 wird in den Endstufen eine Referenzfahrt mit dem dort programmierten Referenztyp ausgelöst. P1 ist die *Binärauswahl* der Achsen, die den Q-Befehl ausführen sollen; dies dient zum Herstellen einer Referenz-Priorität (mehrere Q-Befehle mit jeweils unterschiedlichen Achsen). Nach jedem Q-Befehl wird getestet, ob die Endstufen bereit sind; falls alle Achsen bereit sind, wird das IDXOFF-Bit gelöscht und der GMI99-Indexer ist verfügbar. PLC: Während Suche und Freifahren des Nockens ist die Rückgabe von FB 254 (Argument Accu1 = 3) in Accu1 das Bit der entsprechenden Achse = 1, wodurch die Dauer der Nocken-Referenzfahrt(en) bestimmt werden kann.

R Reduzierte Geschwindigkeit [P1, [P2]]

P1 = Wert der gewünschten *Reduzierten Geschwindigkeit* in Hz [5..1000000] (0). Intern wird die reduzierte Geschwindigkeit vom jeweils programmierten M-Wert begrenzt. Bei jeder Eingabe eines M-Wertes wird die reduzierte Geschwindigkeit auf 0 gesetzt und muss, sofern benötigt, mit einem R-Befehl neu gesetzt werden. Der Geschwindigkeitswert kommt zum Einsatz, wenn über die PLC *Reduzierte Geschwindigkeit* (FB 254.33 bzw. M 3.6) gewählt wird. Für Achsen mit unterschiedlicher Mechanik bzw. Auflösung können die einzelnen *Achswerte* anschließend übertragen werden, wobei hier P2 die Slotnummer + 1 (= 1..6) enthält.

r Firmware-Reset [P3]

Dieses Kommando setzt die Standardwerte (Defaults) für den Indexer. P3=1 bewirkt das Löschen der Daten und Programme im allen NV-Speichern (E²PROM und Flash). Anschließendes Aus- und Wiedereinschalten ist erforderlich.

s (kleines s) Sicherung der Initialisierungsdaten [P1, P2]

Die Parameter P1 und P2 dienen der Sicherung des Befehls (P1=85, P2=170). Die Initialisierungsdaten werden in einem speziellen Bereich des E²PROM aufbewahrt. Daten aus diesem Bereich werden beim Start der Karte aktiviert. Um die (während des Betriebs eingegebenen) Daten im E²PROM fest zu merken, ist der s-Befehl notwendig. Folgende Daten werden gespeichert: Fahrgeschwindigkeiten (M-Werte), Beschleunigungen (B-Werte), ein Teil der N-Parameter (N-Befehl) und die Aktivität des Override-Potentiometers (o-Befehl).

V Fahrkommando für die ersten drei Achsen [P1, [P2, [P3]]]

Mit dem V-Kommando wird eine (interpolierende) Fahrt ausgelöst, wobei P1, P2 und P3 die Koordinaten* (relativ oder absolut siehe G90/G91) für die Achsen 0, 1 und 2 darstellen. Soll eine Achse nicht fahren, so ist im Relativ-Modus 0 bzw. im Absolut-Modus die aktuelle Sollposition anzugeben. Normalerweise sollten Fahrten jedoch mit dem *Fahr*-Kommando (siehe unten) ausgelöst werden, bei dem auch die Übertragung unnötiger Koordinaten entfällt.

Fahr allgemeines Fahrkommando (Interpolationskommando) [P1..P3 bzw. ..P6]

Beim *Fahren*-Kommando ist im Befehlszeichen die *Binärauswahl* der zu bewegenden Achsen vorhanden, wobei das MSB (Bit7) immer gesetzt ist. Jede Achse, für die im nachfolgenden Parametersatz Koordinaten* vorhanden sind muss mit einer 1 für den entsprechenden Slot gekennzeichnet werden. Die nachfolgenden (bis zu 3 bzw. 6) Koordinaten gehören der Reihe nach zu den jeweils aktivierten Achsen. Durch diese Methode müssen nur Koordinaten für fahrende Achsen übertragen werden, was sehr viel Zeit sparen kann, wenn nur eine Achse fahren soll. Hier einige Beispiele (die Befehlszeichen sind hexadezimal angegeben, nachfolgend die Koordinaten dezimal):

1. Achse0 auf Position 238: 81h 238
2. Achse0 auf 30, Achse3 auf 500: 89h 30 500
3. 1 auf 70, 2 auf 15, 4 auf 100: 96h 70 15 100

- *) Die Koordinaten-Parameter für das V- und *Fahren*-Kommando müssen im Bereich -8388352 bis 8388607 liegen.

W Werkzeuggeschwindigkeits-Kontrolle (WGK) / Auflösungseingabe [P1, P2, P3]

P1=0 Ausschalten der WGK. Achse mit dem längsten Weg in Inkrementen fährt mit programmierter Geschwindigkeit.
P1=1 Einschalten der WGK. Die resultierende Geschwindigkeit aller relevanten Achsen wird konstant gehalten (= programmierten f-Wert).
P3=1..6 Parallel zum Ein-/Ausschalten der WGK mit P1, können mit P2/P3 die Auflösungsverhältnisse der Achsen, bezogen auf die Auflösung der Leitachse (siehe 1.1), eingegeben werden. Die Leitachse ist die Achse mit der geringsten Auflösung. Das Verhältnis wird als Zahl kleiner oder gleich 1 ausgedrückt, mit 65535 multipliziert und in P2 übertragen. P2 liegt somit im Bereich 1..65535 (P2 wird um 65536 erhöht, wenn die Achse keinen Einfluss auf die WGK nehmen soll; z.B. Drehachsen); P3 = 'Slotnummer + 1'. Auf Grund dieser Zahlen kontrolliert die GMI99 die Bahngeschwindigkeit auf beliebigen Fahrten (bei eingeschalteter WGK).

Achsduplizierung [P1,P2]

Mit der Achsduplizierung können parallel laufende Achsen erzeugt werden. Dazu ist die Angabe einer Zielachse (Nummer des Slots in P1) und einer Quellachse (P2) nötig. Wenn eingeschaltet, P2 = 0..(P1-1), so wird die Zielachse alle Bewegungen mit der Quellachse synchron ausführen. P2 = -1 schaltet die Achsduplizierung für P1 aus. Achten Sie darauf, dass nur Achsen unterhalb der Zielachse als Quellachse benutzt werden können.

3.1.2 Sofort-Kommandos

Diese Gruppe von Befehlen hat die besondere Eigenschaft, dass sie nicht in der eingegebenen Reihenfolge, sondern unmittelbar ausgeführt werden. Dies ist z.B. bei Befehlen, die Informationen liefern erforderlich, da sonst gerade laufende Befehle die erwartete Antwort verzögern würden...

c Registereingabe [P1, P2]

In P1 wird der neue Inhalt für Register R(P2) übermittelt. P1 ist ein 24-Bit-Wert mit Vorzeichen im Zweierkomplement, P2 = 0..19. Antwort: Einzelzeichen $\mathbb{E}5h$. Wichtig: Registerwerte werden im statischen Datenbereich der Karte hinterlegt, wobei ein Register jeweils 2 DWs belegt.

N Eingabe der Standardparameter [P1, P2]

Hierbei wird die eigentliche N-Parameter-Information in P1 übertragen; P2 gibt den Index des N-Parameters an. Geantwortet wird jeweils mit dem Einzelzeichen Ξ 5h. In den Beschreibungen steht der Wertebereich in eckigen Klammern und die Grundstellung (zu setzen mit dem r-Befehl) in runden Klammern...

- P2=8 Definition der Grundstellungsfenster für alle Achsen. P2.0 = 0/1 → von/bis, P2.8-11 = Slotnummer Achse (0..5). Abfrage Grundstellung in PLC mit FB254.12.
- P2=10 Achskonfiguration = *Achsen-Maske* setzen. Durch die Bits in P1 werden die einzelnen *Slots* der GMI99 aktiviert. P1 ist die Summe aus 1 (wenn *Slot0* aktiv sein soll), 2 (für Slot1), 4 (für Slot2), 8 (für Slot3), 16 (für Slot4) und 32 (für Slot5). Bsp.: sollen die Slots0 und 2 aktiv sein, so ist $P1 = 1 + 4 = 5$.
- P2=11 P1 = Maximal zulässiger Frequenzsprung *FS0* beim Ansetzen zweier aufeinanderfolgender Fahrten. Mit sinkendem Wert wird ein höheres Maß an Brems- und Beschleunigungsarbeit beim Ansetzen nötig, jedoch werden die Lageregler der Endstufen weniger beansprucht (kleinere Bahnabweichung nach dem Ansetzpunkt). Erfahrungsgemäß liegt dieser Wert im Bereich der Beschleunigung (B-Wert).
- P2=12 Zahl der Ausgabekarten (SPA) in P1, auch mit e-Befehl [0..6].
- P2=13 Zahl der Eingabekarten (SPE) in P1, auch mit e-Befehl [0..6].
- P2=14 Kreis-V-Modus. P1=1: Es werden keine Trenngeschwindigkeiten im Kreis berechnet, die Kreisinterpolation wird schneller; P1=0: Geschwindigkeitsberechnung auch in Kreisen.
- P2=16 Max. Frequenzsprung für starke Richtungsänderungen *FS90* (Zusatz zu $Nx;11 = FS0$); Dieser Wert wird ab einer Richtungsänderung von 90° benutzt, zwischen 0° und 90° wird der max. Frequenzsprung (linear) von *FS0* auf *FS90* reduziert. Der Frequenzwert *FS90* wird durch *FS0* nach oben hin begrenzt.
- P2=17 P1 = Indexer-Fahrfunktion 1=ausser Kraft (= Fahrten laufen zeitmäßig normal ab, bewegen die Achse jedoch nicht), 0=normal (0).
- P2=18 Adressenliste in P1 und P3. In den Low-, Mid- und High-Bytes von P1 und P3 werden Adressen der angeschlossenen (max. 6) Endstufen übertragen. Nur Kommandos mit Adressen aus der Adressenliste werden an die Endstufen durchgereicht. Dieses Verfahren vermindert Zeitprobleme beim Ansprechen der Geräte. Sind P1 und P3 = -1, so ist die Adressenliste abgeschaltet (alle Kommandos werden durchgereicht).
- P2=24 P1=1: Sin²-Rampen anwählen, P1=0: Lineare Rampen anwählen.
- P2=40 Eingabe der Zahl der *Inkremente pro Umdrehung* für Rundachsen. Slot-Index der Achse (0..5) in P3.
- P2=51 P1=1: Der Eingang E 0.0 (bzw. E 24.0, je nach E/A-Modus, siehe Abschnitt 6 Prozessabbilder) erhält eine Freigabefunktion für den Indexer - ist der Eingang auf 0V, so werden alle Fahrten blockiert. P1=0: E 0.0 hat keine Freigabefunktion.
- P2=1000 Speicherung der SGX-Kennung zur späteren Ausgabe an die PLC (FB 254.4). Die SGX-Kennung wird in entsprechenden Steuerungen verwendet, um verschiedene eigenständige Geräte zu unterscheiden (z.B. W-Master-Steuerung unter J-CAM).

o Override-Inaktiv-Wert setzen [P1, P2]

- P1=2 P2 = Override-Inaktiv-Wert in Prozent, Bereich P2 [0..100]. Beim Eintreffen dieses Kommando wird die Overridefunktion per Poti ausgeschaltet. Dafür wird der Wert aus P2 als Overridewert akzeptiert.

p (kleines p) Spezialfall des Programmier-Kommandos [P1, P2, P3]

- P1=11 Setzen der 8 Bit-Information in P3 in den Merkerbereich der PLC an Offset P2; z.B.: p11;13,1 → setzen des Wertes 1 in MB13. Wird dieses Kommando im Rahmen eines CNC-Downloads empfangen, so wird es in den CNC-Programmbuffer eingetragen.

q Meldungsabfrage

Dieses Kommando bewirkt ein Setzen des Merkerbits M 3.1, was die PLC veranlassen soll (noch) anstehende Fehler neu zu melden. Außerdem werden intern vorhandene Fehlerzustände (z.B. Kontaktabriss zu Endstufen) neu gemeldet. Nachdem die Meldungen neu generiert wurden, sollte die PLC das Bit M 3.1 wieder zurücksetzen, um eine wiederholte Meldungsabfrage erkennen zu können.

T Rückinformationskommando [P1, P2, [P3]]

Die Antwort aus der Karte erfolgt in einem einheitlichen Format (Anwenderdaten):

<Adresszeichen><Kennungszeichen><Wertangabe>.

Das Adresszeichen ist die Adresse der Karte, das Kennungszeichen identifiziert die Art der Wertangabe, die Wertangabe kann 1..3 Byte lang sein. Im weiteren wird das Kennungszeichen mit *I* und die Wertangabe mit *val* abgekürzt...

P1=0	Ausgabe momentane Sollposition der Achse P2 [0..5] in <i>val</i> (3 Byte), <i>I</i> = @.
P1=1	P2=0 <i>I</i> = V, <i>val</i> = Versionsnummer der Firmware (mal 100).
	P2=1 <i>I</i> = I, <i>val</i> = 16 Bit Prozessabbild Eingänge PAE ab P3 (P3=Byte-Adresse: z.B.: P3=4 gibt EB4 und 5 aus)
	P2=2 16 Bit PAA ab P3
	P2=3 16 Bit Merker ab P3
	P2=6 16 Bit aus dem Datenbereich ab P3 (Vorsicht: P3 ist Byte-Adresse)
	P2=12 Rückgabe Feinkorrektur-Nummer (Vx-Nummer, siehe G54-Kommando)
P1=3	Rückgabe Kurzinformation: <i>val</i> wird nicht übertragen, die komplette Information steckt im Kennungszeichen <i>I</i> ...
	P2=0 Standard-Statusausgabe (normalerweise durch Statusabfrage im Kurzsatz siehe 3.2 #1). Antwort im Kurzsatz, siehe 2.1.
	P2=4 Memory-Status-Ausgabe
	<i>I</i> .0 Speicherungsfehler beim PLC-Programm (z.B. zu lang).
	<i>I</i> .1 PLC läuft nicht (Fehler in Programm oder Speicher)
	<i>I</i> .2 Programmier-/Löschfehler des Flash-Speichers (z.B. nach Download)
	<i>I</i> .4 Speicherungsfehler beim CNC-Programm
	<i>I</i> .5 Fehler NV-Speicher (Fahr-Parameter).
	<i>I</i> .6 Parameterspeicher (E ² PROM) defekt
	<i>I</i> .8 Fehler im Externen RAM (Funktion blockiert)
	P2=5 Zusatzinformation der Überwachung.
	P2=8 Sicherheitsinformation
	<i>I</i> .0 Reduzierte Geschwindigkeit.
	<i>I</i> .1 Impulssperre aktiv
	<i>I</i> .2 Stopflag (M 0.0) gesetzt
	<i>I</i> .3 Freigabe von E 0.0 fehlt
P1=5	Lesen der gespeicherten Information aus den N-Parametern (N-Befehl). P2 bezeichnet dabei die gewünschte Nummer des N-Parameters; <i>I</i> = N; z.B.: Auslesen der Zahl der Ausgabekarten mit T5;12.
P1=8	Lesen von Werkzeug und Nullpunktkorrekturen (Achswahl per P3 = 0..5)...
	P2L=53 Wert des Maschinen-Nullpunkts (bei PSB-Steuerung für UNI-BT), P2H = 8xH → Wert der Feinkorrektur x
	P2=54..57 Wert der 4 Standard-Nullpunkte G54..57
	P2L=54 Erweiterung: Wert der 16 Nullpunkte G54..69 (P2M = 0..15)
	P2=100 Wert des PLC-Nullpunkts
P1=11	Aktueller Wert des Zählereingangs [Inc.].
P1=12	PLC-Upload. P2 = Offsetadresse im assemblierten Programm (Rückgabe <i>I</i> = x, danach 6 Bytes Code), P2 = -1/-21/-22 = Entry-Adressen der entsprechenden Bausteine (Rückgabe <i>I</i> = e, <i>val</i> = 16-Bit-Adresse).

3.2 Kommandos im Kurzsatz

Bei den Kommandos im Kurzsatz handelt es sich ausschließlich um Sofort-Kommandos, die auf Grund ihres häufigen Auftretens und der geringen Datenmenge in dem speziellen Kurzsatz-Format übertragen werden. Hier wiederum die Beschreibung der einzelnen Befehle, diesmal jedoch in hexadezimaler Schreibweise...

#0 Abbruch / Normierung

Dieser Befehl bewirkt den Abbruch der gerade laufenden Operation (Fahrt, Ablauf des CNC-Programms, Eingabe des CNC-Programms, m-Kommando...). Dabei werden alle, bis dorthin noch anstehenden Kommandos, nicht mehr ausgeführt. Auch findet eine **Normierung** des 19244-Protokolls statt. Antwort: Einzelzeichen E5h.

#1 Kurzsatz-Status-Ausgabe

Die Karte wird aufgefordert ihren Status (ebenfalls in einem Kurzsatz) auszugeben. Dabei wird im Informationszeichen / der Antwort folgende Information angeboten...

- .1.1 Wenn dieses Bit 1 ist, so wird ein zweites Zeichen in der Adressfelderweiterung übertragen, welches die Meldung aus MB4 (PLC) enthält. Dieses Zeichen wird nur übertragen, wenn MB4 ungleich Null ist. MB4 wird bei der Übertragung auf Null gesetzt.
 - .1.3 Notaus-Status (1=Notaus aktiv, 0=inaktiv)
 - .1.4 1=Fahrt läuft (Indexer- oder Referenzfahrt)
 - .1.5 immer 0
 - .1.6 IDXOFF: 1=Indexer nicht bereit (Schleppfehler bzw. Zustand nach Einschalten), 0=Indexer ok. (Fahrbefehle ausführbar).
 - .1.7 BUSY: 1=CNC-Kommando/Programm in Ausführung 0=bereit.
- Nicht beschriebene Bits können 1 oder 0 sein.

#8 Eingabe aktuelle Istdrehzahl für G95-Funktion

Dabei wird der Drehzahlwert in 2 zusätzlichen AE-Bytes hinter dem Befehlszeichen übertragen. Der Befehl wird mit einem Einzelzeichen E5h quittiert.

#9 Eingabe Override-Extern

In einem zusätzlichen AE-Byte hinter dem Befehlszeichen wird ein Override-Wert im Bereich [0..125] übertragen. Ab dem ersten Erhalt eines solchen Befehls bleibt die Wirkung des Override-Potis abgeschaltet. Es wird dann erwartet, dass Werte von außen angeliefert werden. Die Override-Aktivität bleibt mit dem o-Befehl (P1=0/1) steuerbar.

3.3 Buffer-Voll-Meldung

Wenn der Fahrtenbuffer der Karte soweit angefüllt ist (100 Fahrbefehle), dass keine weiteren Kommandos angenommen werden können und versucht wird einen weiteren Fahrbefehl (V- oder *Fahren*-Kommando) einzugeben, so antwortet die GMI99 nicht (wie gewöhnlich) mit einem Einzelzeichen E5h, sondern mit einem Kurzsatz (wie bei der Kurzsatz-Status-Abfrage, siehe oben), in dessen Informationszeichen eine 08h übertragen wird (entspricht Notaus ohne *IDXOFF*, was anderweitig ausgeschlossen ist). Das eingegebene Kommando muss dann solange wiederholt werden, bis es die GMI99 annehmen kann und mit einem Einzelzeichen quittiert.

4 CNC-Ablaufprogramm

CNC Programme bestehen aus einer Reihe unterschiedlicher Befehle. Außerdem kann über den m-Befehl eine Anforderungen an das PLC-Programm gestellt werden. 32 verschiedene CNC-Programme können in den Speicher der GMI99 geladen und zur Ausführung gebracht werden. Laden Sie die Kommandos (in der gewünschten Reihenfolge) nach einem 'p3;100;pnr'-Befehl. Die einzelnen Kommandos werden dabei nicht ausgeführt sondern nur aufgezeichnet. Schließen Sie die Folge mit 'p3;101' ab. Sie können nun dieses Ablaufprogramm mit 'p3;1;pnr' oder dem Startbefehl der PLC starten. Innerhalb eines Programms können weitere Programmstarts auftreten (Unterprogrammaufrufe, Schachtelung bis 8 möglich). T- und N-Kommandos sind im Programm nicht zulässig. Das Abbrechen des laufenden CNC-Programms ist mit dem Abbruch-Kommando #1 möglich.

5 Bereich und Genauigkeit von Geschwindigkeiten

Kartenintern werden Geschwindigkeiten nur in einem Bereich von 1..50000 Hz dargestellt. Um höhere Geschwindigkeiten zu erzeugen wird der V-Faktor benutzt. Diesen V-Faktor bestimmt die Karte aus dem programmierten Eilgang (M-Befehl) wie folgt:

M-Wert	V-Faktor	min. Geschwindigkeit [Hz]
5..50000	1	2
50001..100000	2	4
100001..200000	4	8
200001..400000	8	16
400001..500000	10	20

500001..1000000	20	40
-----------------	----	----

Die minimale Geschwindigkeit, die mit dem f-Befehl gesetzt werden kann ist der doppelte V-Faktor. Werden kleinere Werte eingegeben, so kann es vorkommen, dass keine Fahrbewegung erfolgt. Dieselben Minimalwerte gelten beim Umdrehungsvorschub G95, bei dem Geschwindigkeiten in Inkrementen pro Umdrehung programmiert werden. Hierdurch ergeben sich, je nach Drehzahl, höhere minimale Effektiv-Geschwindigkeiten.

6 Die Programmierbare Logik Kontrolle (PLC)

Die PLC erlaubt eine komfortable Bedienung der E/A-Einheit und die Kontrolle über die CNC-Programme. Die PLC arbeitet ein vom Benutzer erstelltes Programm zyklisch ab und unterstützt einen großen Teil der Befehle der Siemens Step5 Sprache. Die Programmstruktur ist ebenso identisch zur Step5. Die erforderlichen PLC-Befehle werden durch einen Assembler aus einer entsprechenden Klartext-Datei erzeugt und werden downloadfähig bereitgestellt. Dieser Assembler ist auf IBM-PC's (und Kompatiblen) lauffähig. Ein Fehlersuchprogramm (Debugger) erlaubt komfortabel das Verknüpfungsergebnis (VKE), Eingänge, Ausgänge und Merker während des Programmlaufes zu beobachten. Solch ein Debugger ist z.B. in ISOCAM bzw. J-CAM integriert.

Mit den Befehlen des PLC-Programms können folgende Funktionen erreicht werden:

- Bedienung der Eingänge (nur die ersten 16) und Ausgänge der angeschlossenen Endstufen, sowie zusätzlich maximal 6 SPE und 6 SPA-Karten.
- Logische Verknüpfung von Merkern, Ein- und Ausgängen, Zähler und Timer
- Ausführen einfacher Arithmetik

Prozessabbilder

Die Prozessabbilder der GMI99 sind variabel, je nach Ausstattung mit zusätzlicher E/A-Hardware durch SPE- und SPA-Karten, aufgeteilt. Für Eingänge und Ausgänge stehen insgesamt je 48 Byte zur Verfügung. Diese sind jeweils in 2 Gruppen von 24 Byte für Endstufen und SPE/A-Karten geteilt – diese Gruppen sind wiederum zur einen Hälfte für digitale und zur anderen Hälfte für analoge E/As reserviert.

Es gilt folgende Aufteilung:

- *weder SPE- noch SPA-Karten angeschlossen* → Endstufen PAA: AB 0..23, Gerät an Slot0 → digitale Ausgänge: A0.0 bis A1.7, analoge Ausgänge²⁾: AB12 und 13, weitere Slots jeweils mit Offset 2 Byte. PAE: EB 0..23 Aufteilung wie bei Ausgängen¹⁾
- *SPE- oder SPA-Karten angeschlossen Modus 0* → SPE-Karten: EB 0..11 (digital), EB 12..23 (analog²⁾). SPA-Karten: AB 0..11 (digital), AB 12..23 (analog²⁾). Endstufen PAA: AB 24..47, PAE: EB 24..47¹⁾. Um *Modus 0* zu aktivieren, ist keine spezielle Operation nötig.
- *SPE- oder SPA-Karten angeschlossen Modus 1* → SPE-Karten: EB 24..47, SPA-Karten: AB 24..47, Endstufen PAA: AB 0..23, PAE: EB 0..23¹⁾. Um *Modus 1* zu aktivieren, muss in FB 21 (vor Benutzung eines Ein-/Ausgangs) FB 254 mit Argumenten 1 in Accu2 und 2 in Accu1 gerufen werden. Direkt nach dem Aufruf ist die Belegung von Modus 0 auf 1 geändert.

¹⁾ Da pro Endstufe jeweils nur 16 Eingänge in der GMI99-Karte angezeigt werden können, werden die Referenz-Eingänge der Endstufen E2.0 und E2.1 auf E1.6 und E1.7 umgelegt.

²⁾ Die Bedienung der analogen Ein- und Ausgänge kann zu Einbussen in der Geschwindigkeit der PLC führen. Bis zu Version 4.45 konnten lediglich (mit M3.2) alle Analog-E/As bedient werden. Seit v4.45 können die analogen E/As pro Endstufe bzw. pro SPE/A freigegeben werden (siehe 6.1.3, FB 254.8).

Aufteilung innerhalb der Bereiche:

In jedem Bereich sind die ersten 12 Bytes für digitale Signale und die zweiten 12 Bytes für analoge Signale reserviert. Endstufen besitzen hardwaremäßig nur 1 analogen Ausgang und keinen analogen Eingang, SPA-Karten können 2 analoge Ein- und/oder 2 analoge Ausgänge (pro Karte) besitzen. Das Übertragen der Analog-Ausgangswerte an die Endstufen bzw. SPA-Karten sowie das Einlesen der Analog-Eingänge der SPE-Karten muss jedoch explizit durch einen Aufruf von FB 254.8 freigeschaltet werden (siehe 6.1.3).

Die PLC kann mit folgenden Elementen arbeiten:

- *digitale Eingänge*: 6x16 von Endstufen, bei Verwendung von SPE-Karte(n) max. zusätzlich 6x16.
- *analoge Eingänge*: Endstufen besitzen hardwaremäßig keine analogen Eingänge, SPE-Karten können 2 analoge Eingänge (pro Karte) besitzen.
- *digitale Ausgänge*: 6x16 an Endstufen, bei Verwendung von SPA-Karte(n) max. zusätzlich 6x16.

- *analoge Ausgänge*: 6x1 an Endstufen, bei Verwendung von SPA-Karte(n) max. zusätzlich 6x2.
- 256 Byte Merker (Flags) MB0 bis 255 (ab MB 30 frei verfügbar, darunter mit spez. Funktionen)
- 32 Zeiten (Timer), 32 Zähler, 128 Daten-Worte (DWs).

Zur Bedienung der Ein-, Ausgänge, Merker, Timer, Zähler und Daten stehen Befehle zur Verfügung, die hier nicht im einzelnen aufgeführt werden; lesen Sie dazu die spezielle PLC-Beschreibung STEP5. Der Ablauf des PLC-Programms kann, nach erfolgreichem Download (=Laden des Programms in die Karte), gestartet und gestoppt werden. Liegt beim Einschalten der GMI99 ein PLC-Programm im Speicher, dann wird es automatisch gestartet. Die aktivierten Programmteile werden dauernd zyklisch durchlaufen. Am Ende eines Durchgangs werden die intern aufbereiteten Daten des Prozessabbildes Ausgänge (PAA) an die Ausgänge, und die Eingänge in das PAE übertragen.

6.1 Kopplung von CNC zu PLC

Das CNC-Programm (bzw. der Hostrechner) kann durch Ausführen von m-Kommandos festgelegte Merkerbits der PLC setzen, das CNC-Programm wartet dann solange, bis das PLC-Programm dieses Bit wieder zurücksetzt. Im Sonderfall können im CNC-Programm auch direkte E/A-Befehle eingesetzt werden, z.B.: Schnelles Setzen eines Ausganges: Das Prozessabbild wird unmittelbar geändert und sofort an die Ausgänge übertragen. Das Übertragen des PAA geschieht sonst nur am Ende eines PLC-Zyklus.

6.1.1 Spezielle Merker

Im Bereich der Merker ist der Bereich unter MB30 mit speziellen Funktionen und Daten belegt, um die PLC von System-Zuständen zu informieren und Abläufe zu steuern (Koppelmerker)...

In eckigen Klammern steht die Zugriffsberechtigung [rw] (r=Lesen, w=Schreiben, l=setzen 0=rücksetzen); ein Punkt bedeutet Lesen bzw. Schreiben verboten; Großbuchstaben bedeuten, dass diese Zugriffsart normalerweise benutzt wird...

- * MB00 intern, bitorientiert, spezieller Bereich
 - .0: [rw] Stop-Zustand im CNC-Programm
 - .1: [rl] Fahr-Funktion (bzw. CNC-Programm) abbrechen
 - .2: [rw] Status 'CNC-Programmausgabe läuft'
 - .3: [r.] Indexer läuft (alle Fahrten in GMI99)
 - .4: [r.] Status Notaus (0=Notaus-Situation, Normal=1)
 - .5: [..]
 - .6: [..]
 - .7: [r.] 0=Indexer aktiv (1 nach Antriebsfehler in Achse(n), 0 nach erfolgreichem Q-Kommando).
- * MB01 intern, bitorientiert, spezieller Bereich
 - .0: [r.] CNC-Programm erfolgreich beendet
 - .1: [r.] I²t-Merker (1=I²t-Situation-Summe der Endstufen)
 - .2: [r.] Ready-Status (wenn kein CNC-Kommando ausgeführt wird)
 - .3: [rw] Synchronisations-Stop
 - .4: [..] (reserviert)
 - .5: [rW] Block-Markierung (zusammengehörende Befehle)
 - .6: [rW] extended Bit 0 (GSC-Zugriff in Status-Register)
 - .7: [rW] extended Bit 1 (")
- * MB02 [rW] zu startende CNC-Programmnummer (wenn M0.2 gesetzt wird)
- * MB03 bitorientiert.
 - .1: [R0] Meldungs-Abfrage (Taste "Abfrage" in J-CAM Meldungsf.)
 - .2: [rW] Analog-Ausgänge ausgeben (besser: FB 254.8 siehe 6.1.3)
 - .3: [Rw] Stop-Funktion unterdrückt (z.B. während Strehlen)
 - .4: [r.] Fahrfunktion abgeschaltet (Sollposition eingefroren)
 - .5: [r.] Warte auf In-Position (H2-Kommando bzw. CNC:G61)
 - .6: [rW] Geschw.-Reduzierung (PLC-bedient, siehe auch FB 254.33)
 - .7: [rw] Updaten der ersten 40 Datenworte der statischen PLC-Daten bei Power-Fail (nur mit enstpr. Hardware, DC/DC-Wandler)
- * MB04 [rW] Meldungs-Code-Byte (wird an PC geschleift) 0=keine Meldg.
- * MB05 [rW] Fehler-Code an Host [1..127], bzw. 8 Koppelmerker an Host, bzw. reserv. (je nach Anwendg.)
- * MB06 [Rw] M-Funktions-Bits M50..M89 bzgl. m-Kommando (M-Funktionen des ..10 CNC-Programms) z.B.: M50=M6.0, M58=M7.0...
- * MB11 [Rw] erweitertes M-Datum (zweiter Parm aus m-Kommando)

- * MB12 [Rw] Betriebsart bei Fernsteuerung (siehe fernsteuernde Software)
- * MB13 [r.] Taste vom Host-Gerät (0=keine)
- * MB14 [rw] Statische Befehle bzw. Koppelmaner Ausgänge von Haupt-PLC.
- * MB15 [Rw] erweiterte S-Adresse (Spindelnummer) (Bit0 bis Bit6)
 - .7: S-Funktions-Bit (rücksetzen nach Bearbeitung)
- * MB16 [Rw] S-Datum Low-Byte (Spindel-Drehzahlwert) MW16 = 0..65535
- * MB17 [Rw] S-Datum High-Byte
- * MB18 [Rw] Werkzeug-Nummer aus CNC-T-Kommando (m101) Bit0..6 [1..99]
 - .7: T-Funktions-Bit (rücksetzen nach Bearbeitung)
- * MB19 [r.] aktueller Werkzeug-Speicher (D-Nr.)
- * MB20..29 (reserviert)
- * ... ab MB30 bis MB255 frei verfügbar

Eingabebereich: 48 Byte (EB 0..47, Aufteilung siehe 6)
 Ausgabebereich: 48 Byte (AB 0..47, Aufteilung siehe 6)
 Merker: 256 Byte, MB0..19 mit spez. Funktion, MB30..255 frei
 Zeiten: 32 Zeiten T0..T31
 Zähler: 32 Zähler Z0..Z31
 Datenbereich: 128 Worte, DW0-DW127 jew. 16 Bit (DW0..DW39 statisch)
 Stackspeicher: 16 Unterprogrammebenen möglich

6.1.2 Direkte E/A-Befehle

Falls eine PLC (als Step5-Programm) nicht erwünscht bzw. nicht nötig ist oder Sonderfälle eintreten (z.B. Setzen eines Ausgangs zwischen zwei Fahrten) stehen Befehle zur Verfügung, die das direkte Beeinflussen der E/A ermöglichen:

OpCode	Operand	Name	Erläuterung
• 2	0..95	WOSI	warte bis Eingang Operand gesetzt
• 3	0..95	WORI	warte bis " " rückgesetzt
• 6	0..95	WOSO	warte bis Ausgang " gesetzt
• 7	0..95	WORO	warte bis " " rückgesetzt
• 10	0..255	WOSF	warte bis Merker " gesetzt
• 11	0..255	WORF	warte bis " " rückgesetzt
• 14	0..255	WAIT	warte Operand Zehntelsekunden lang
• 16	0..95	SETO	Ausgang Operand einschalten ^(F)
• 17	0..95	RESO	" " ausschalten ^(F)
• 24	0..95	INVO	Ausgang Operand invertieren
• 26	0	CLAO	Alle Ausgänge zurücksetzen

Übertragen werden die genannten Befehle mit dem Kommando p10;OpCode;Operand.

(F) Die Befehle SETO und RESO sind sogenannte Synchronkommandos. Wenn sie in einer Reihe von Fahrmanweisungen mit übertragen werden, so stören sie das Zusammensetzen der Fahrten nicht. Mit den Synchronkommandos ist es somit möglich Ausgänge fliegend zu bedienen oder Meldungen/Fehler zu senden.

6.1.3 Erweiterte Funktionen der PLC (FB 254)

Der Funktionsbaustein 254 bietet verschiedene Funktionen, die gerätespezifisch sind, und anderweitig nicht oder nur mit großem Aufwand realisiert werden können. Die Auswahl der Funktionen erfolgt durch den Parameter in Accu1, Accu2 kann zusätzliche Informationen enthalten; eine Unterfunktion von FB 254 wird in der Dokumentation auch FB254.A.B genannt, wobei A den Wert in Accu1 und B den Wert in Accu2 darstellt. Die allgemeinen Funktionen von FB 254 (jene, die nicht in der folgenden Tabelle dokumentiert sind) werden in der Beschreibung *STEP5 - PLC-Programmierung* dokumentiert.

Enthaltene Unterfunktionen (in Accu1): 2, 3, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12, 14, 23, 24, 26, 27.

Accu1	Beschreibung
KF 2	Konfiguration der Prozessabbilder bzgl. der E/A-Hardware (siehe 6), Accu2=Modus
KF 3	Zustand der Nockenreferenzfahrt lesen (siehe 3.1.1 Q-Kommando)
KF 4	Lesen der Geräte- und der SGX-Kennung. Rückgabe in Accu1 = 5BH, Accu2 = SGX (siehe auch N-Kommando mit P2=1000).

KF 5	Lesen bzw. Setzen der Feinkorrektur-Nummer = Vx-Nummer (siehe 3.1.1, G54-Kommando). Lesen → Accu2 = -1, Setzen → Accu2 = [0..15], Auswahl der Wertegruppe → 16/17 = Seite1/Seite2.	
KF 6	Accu2 = 3	Sollposition der Achse, bei GMI Achs-Index im High-Byte von Accu2 (Ergebnis Accu1=Low-Word, Accu2=High-Byte).
	Accu2 = 5	Ergebnis = Maske <i>ausgekoppelter</i> Achsen in Accu1
	Accu2 = 15	letzte CNC-Satznummer (Download-Programm)
KF 8	Konfiguration der <i>analogen</i> Ein- und Ausgänge. Bessere Funktion gegenüber M3.2 Accu2 = KH 0XYZ mit X = Anzahl zu lesender SPE-Karten (0..6) Z = Anzahl zu beschreibender SPA-Karten (0..6), Zählung immer bei der ersten Karte beginnend. Y = Anzahl zu beschreibender (interpolierter) Achskarten (Ausgänge)	
KF 10	Lesen des Statusregisters einer Achse; Achswahl in Accu2 = 0..5. Das Statusregister wird in Accu1 zurückgegeben und ist folgendermaßen aufgebaut: .0 Indexer-Status der Achse (0=bereit 1=Referenz fehlt) .1 Unterbefehl in Ausführung .2 I ² t-Merker (von allen Achsen oder-verknüpft auf M1.1) .3 Notaus-Zustand (0=bereit 1=Notaus-Situation) .4 In-Position (sofern Endstufe entspr. parametrisiert) .5 Sollzahl erreicht (M 1.4 aus Achskarte, dort Firmware ab v3.74 nötig) .9 Impulssperre aktiv (ab v4.82) Eine Rückgabe von KH 0100 muss als „ungültig“ gewertet werden, wenn z.B. kein Kontakt zur Achskarte vorhanden ist.	
KF 30	Vorschubsynchrone Drehzahl (siehe 6.1.4)	
KF 33	<i>Reduzierte Geschwindigkeit</i> (J-CAM ab v1.45, Endstufen ab v5.50): Immer volle Geschwindigkeit → Accu2 = 0, Umschaltung bzgl. M 3.6 → Accu2 = 1, dauerhaft reduzierte Geschwindigkeit → Accu2 = 2.	
KH 100..104	Führungsmeldung für UNI-BT erstellen (siehe Docu. der PSB-Steuerung)	
KH 110..115	PLC-Nullpunkte setzen bzw. lesen. Achse → Accu1 – KH 110, Accu2 = Wert [-1000..+1000], Accu2 = KH 8000 → Lesen, aktueller Wert des PLC-Nullpunkts wird in Accu1 zurückgegeben.	

6.1.4 Programmierung Vorschubsynchrone Drehzahl

Die Arbeitsweise der Spindelfunktion M3 und M4, die durch den Indexer der Spindelachse realisiert wird (Achse *ausgekoppelt*), kann hierdurch zusätzlich beeinflusst werden. Durch FB 254.30.1 wird die Funktion aktiviert. Beim nächst folgenden Spindelbefehl im CNC-Programm (normalerweise S-Funktion) wird das Verhältnis der (in diesem Moment gesetzten) Vorschubgeschwindigkeit zur Drehzahl gebildet und die Spindelachse ab M3 bzw. M4 mit Drehzahlwerten versorgt. Die GMI99 greift dazu die p4-Befehle (Achs-Unterprogramm-Technik) an die Spindelachse ab. Änderungen der Vorschubgeschwindigkeit wirken sich nicht auf das berechnete Verhältnis aus, wohl aber neue Drehzahlwerte aus der S-Funktion. FB 254.30.0 beendet die Funktion. Normalerweise wird die Bedienung von FB 254.30 durch die M-Funktion M82 im CNC-Programm hergestellt.

7 Eigenschaften der Hardware

7.1 Spannungsversorgung

Die GMI99 besitzt einen DC/DC-Wandler, der die intern benötigte 5V-Spannung erzeugt. Somit muss sie nur mit +24V versorgt werden. Der Strombedarf liegt unter 150 mA. Optional ist auch die Versorgung direkt mit 5V möglich (Stromaufnahme ca. 200mA). Die Spannungsüberwachung der 24V-Versorgung muss dann abgeschaltet werden (bitte bei Bestellung angeben!).

7.2 Steckerbelegung (64-poliger Stecker JP1)

Nr.	a-Leiste	c-Leiste	Nr.	a-Leiste	c-Leiste
1	+24V	GND24	17	HTXD0\	HRXD0\
2	+24V	GND24	18	-	R-
3	-	-	19	RIN	R+
4	AVREF	-	20	HTXD	HRXD
5	AN0	AVSS	21	HTXD\	HRXD\
6	HTXD5	HRXD5	22	GND	GND
7	HTXD5\	HRXD5\	23	+5V	+5V
8	HTXD6	HRXD6	24	HTXD1	HRXD1
9	HTXD6\	HRXD6\	25	HTXD1\	HRXD1\
10	HTXD7	HRXD7	26	HTXD2	HRXD2
11	HTXD7\	HRXD7\	27	HTXD2\	HRXD2\
12	HTXD8	HRXD8	28	HTXD3	HRXD3
13	HTXD8\	HRXD8\	29	HTXD3\	HRXD3\
14	+5V	+5V	30	HTXD4	HRXD4
15	GND	GND	31	HTXD4\	HRXD4\
16	HTXD0	HRXD0	32	GND	GND

Mit '-' bezeichnete Anschlüsse können belegt oder intern verbunden sein. Daher müssen diese Pins frei bleiben.

Erläuterung der Anschlußbezeichnungen:

+24V.....Versorgung +24V Gleichspannung, 100 mA
 GND24.....Masse der 24V-Versorgung
 AN0Override-Eingang
 AVSS.....Bezugsmasse Override-Eingang
 AVREF+5V für Override-Poti 100 kOhm
 HTXDserielle Empfangsleitung nicht invertiert
 HTXD\.....serielle " invertiert
 HRXD.....serielle Sendeleitung nicht invertiert
 HRXD\.....serielle " invertiert
 +5VSpannungsversorgung 5V +/- 5%, 350mA (nicht belegen, wenn 24-Verorgung)
 GND5V Masse

Die Nummern der HTXD/HRXD-Signale sind folgenden Schnittstellen zugeordnet:

Slot0.....HTXD1 / HRXD1
 Slot1.....HTXD3 / HRXD3
 Slot2.....HTXD4 / HRXD4
 Slot3.....HTXD5 / HRXD5
 Slot4.....HTXD6 / HRXD6
 Slot5.....HTXD7 / HRXD7
 PLC-Bus.....HTXD2 / HRXD2

7.3 Stecker Seriellkanäle (10-poliger Wannenstecker JP8)

Kanal 0 RS422 vom/zum Hostrechner

Nr.	Name	Funktion
1	HTXD	Sendeleitung des Host-Rechners (nicht invertiert)
2	HTXD\	Sendeleitung des Host-Rechners (invertiert)
3	HRXD	Empfangsleitung (nicht inv.)
4	HRXD\	Empfangsleitung (invertiert)
9	GND	Masse
Rest	NC	nicht belegt

Die serielle Schnittstelle arbeitet als RS422 (Vierdraht). Die Signalbezeichnung HRXD bedeutet: Empfangsleitung der Host-Seite, ist also geräteseitig eine Sendeleitung. RS422-Schnittstellenkarten sind auf dem Markt erhältlich. Wir bieten jedoch auch RS422-RS232 Schnittstellen-Wandlerkarten und -Module an, so dass mit der weitverbreiteten RS232-Schnittstelle gearbeitet werden kann.

7.4 Handrad-Anschluss JP3

Nr.	Name	Funktion
1	GND	Masse der 5V Versorgungsspannung
2	+5V	Versorgungsspannung für Inkrementalgeber
3	K2	
4	K2\	
5	K1	
6	K1\	
7	K0	
8	K0\	
9	GND	Masse 5V
10	NC	nicht belegt

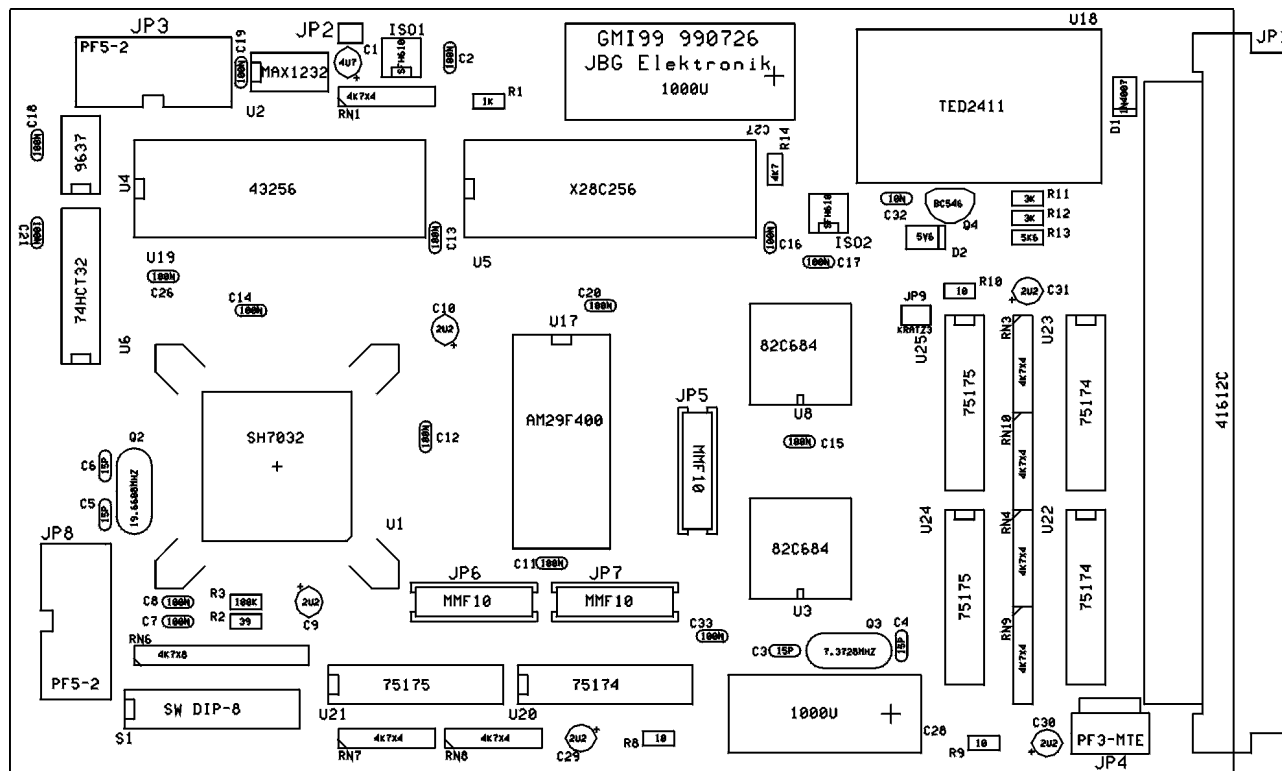
Diese Belegung ergibt bei Verwendung eines 9-pol. Sub-D-Steckers 1:1 über Flachband angeschlagen die Standard JBG-Encoder-Belegung

7.5 Override-Anschluss JP4

Dieser Stecker dient dem Anschluss eines Override-Potentiometers (Vorschlag 100KOhm)

Nr.	Name	Funktion
1	Varef	5V-Referenzspannung
2	+5V	Override Eingang (0...Varef)
3	Avss	Masse

Bestückung der GMI99-Karte



8 Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme ist darauf zu achten, dass die interpolierenden Achsen korrekt über jeweils eine Schnittstelle (incl. HTKT und HTKTT) mit der GMI99 verbunden sind. Ein Test der Verbindungen kann durch einen Ansprechversuch der Endstufen über die Host-Schnittstelle der GMI99 erfolgen. Sind diese Verbindungen in Ordnung, so kann mit der Parametrisierung der GMI99 begonnen werden. Hierbei sind die Befehle e, N und W einzugeben. Bevor eine interpolierte Fahrt ausgeführt werden kann, müssen die Endstufen nach deren Anforderungen initialisiert werden. Zum Testen geschieht dies am einfachsten mit dem Q3-Kommando (an alle zu betreibenden Achskarten).

9 Kurzdaten

Schnittstellen:

1. zwei Host-RS422 (nur Kanal 0 mit Durchgriff auf Endstufen)
2. eine RS422 PLC-Bus (zu E/A-Karten)
3. drei (oder als Option sechs) RS422 zu Endstufen (Slot 0..5)
4. Handrad

Versorgungsspannung:

wahlweise +24V DC -15%/+10%, max. 27,5V, 150 mA oder +5V +/-5%, 380mA

Zykluszeit PLC:

ca. 45 ms für 1000 Befehle

10 Änderungen in diesem Dokument

<i>Datum – Pers</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderung(en)</i>
29.01.10 – CD	4.88	T3;5-Kommando (3.1.2), T3;8-Kommando (3.1.2), Spezielle Merker aktualisiert (6.1.1)
12.08.10 – CD		Korrektur der KH-Angabe bei FB 254.8 (6.1.3)