

Bedienungsanleitung

PowerFlex MTS-3 (alias SINUS II) Microcontroller

Teleskopsteuerung

für Montierungen mit Schrittmotoren in 2 Achsen

Software-Version 2.00

1. Vorwort und Einführung

Vielen Dank, dass Sie sich zur Anschaffung unserer Teleskopsteuerung entschlossen haben. Eine Investition, die Sie bestimmt nicht bereuen werden. Denn die PowerFlex MTS-3 ist eine universell verwendbare Teleskopsteuerung, die speziell für anspruchsvolle Amateurastronomen entwickelt wurde. Aber auch viele Profis nutzen die MTS-3 schon lange Zeit wegen ihrer Vielseitigkeit und Funktionalität.

Durch die neue Software-Version 2.00 erhält die MTS-3 zum alten Preis noch mehr Leistung und Möglichkeiten. Mit der MTS-3 können Sie praktisch jede Montierung mit Schrittmotoren nachführen, angefangen von der kleinen Reisemontierung bis hin zur schweren stationären Montierung.

Durch die in weiten Grenzen programmierbaren Parameter und die wählbaren Standardeinstellungen ist die schnelle Anpassung an die Montierungen namhafter Hersteller als auch besonders an Eigenkonstruktionen problemlos möglich. Dabei bietet die MTS-3 noch eine Reihe von Möglichkeiten, wie PC-Interface, Display, DE-Spielausgleich, Schneckenfehlerkorrektur, die preislich vergleichbare Geräte anderer Hersteller nicht haben.

Trotz aller Möglichkeiten bleibt die MTS-3 ein Gerät, das leicht und intuitiv zu bedienen ist, sowohl vom Astronomie-Einsteiger, als auch vom erfahrenen Benutzer. Grundsätzlich gilt: Sie können alle Möglichkeiten der MTS-3 nutzen, aber Sie müssen es nicht. Die MTS-3 wird betriebsfertig geliefert, so dass Sie sofort loslegen können. Lesen Sie dazu das Kapitel "Erste Inbetriebnahme".

Wenn Sie von den erweiterten Funktionen der MTS-3 Gebrauch machen möchten, können Sie alle Einzelheiten in den entsprechenden Kapiteln genau nachlesen.

Mit der neuen Version 2.00 hat sich einiges - wenn auch nicht grundsätzlich - geändert. Mehr dazu lesen Sie bitte in Kapitel 4.

Die Bedienungsanleitung sollte den Grossteil aller Fragen beantworten, wenngleich manches Detail nicht an jeder relevanten Stelle wiederholt beschrieben wird, um den Umfang der Anleitung nicht zu sprengen. Dennoch ist die Anleitung recht lang geworden. Dadurch sollten Sie sich aber nicht irritieren lassen, denn für die normale Benutzung brauchen Sie sich wirklich nur Weniges davon zu merken.

Für offene Fragen steht Ihnen unsere Hotline (Tel. 09261 53853) zur Verfügung.

Wir wünschen Ihnen hiermit viel Erfolg mit Ihrer neuen MTS-3, und würden uns über ein positives Feedback und eine Weiterempfehlung an Ihre Sternfreunde sehr freuen.

Boxdörfer Elektronik

Zum Gries 7

96317 Kronach

Tel: 09261 53853 Fax: 09261 53853

2. Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort und Einführung	1
2. Inhaltsverzeichnis.....	2
3. Erste Inbetriebnahme	4
4. Neuigkeiten der Version 2.00.....	5
5. Grundsätzliches zur Bedienung.....	5
Tasten und Schalter	6
Bedienungsweise.....	6
LED-Statusanzeige.....	7
Speichertest	7
Unterspannungs-Warnung.....	7
Temporäre Baudraten, Display-Umleitung	8
Handhabung	8
Abkürzungen, Begriffe.....	8
6. Nachführen.....	9
Feinkorrektur.....	9
Schnellgang.....	9
Drehrichtung der Schrittmotoren.....	9
Mond nachführen	9
Sonne nachführen.....	9
Spelausgleich DE.....	9
PEC Periodische Fehlerkorrektur RA	10
Stoppuhr.....	11
7. Programmierung.....	11
Auswahl der Montierung.....	11
Nichtaufgeführte Montierungen	11
Selbstdefinierte Einstellungen.....	12
Standard-Einstellungen (RESET).....	12
Motor*Getriebe-Untersetzung (RA-M*G).....	12
Frequenzen direkt einstellen.....	13
RA-Frequenzen	14
DE-Frequenzen	14
Lernmodus RA	14
Korrekturfaktor RA.....	15
Beschleunigung.....	15
8. Anzeigedisplay (LC-Display).....	15
9. Funktion, schematische Darstellung	16
10. RS-232-Interface	16
Anwendungsmöglichkeiten	16
Baudraten und Display-Umleitung.....	17
Kommunikationsprotokoll, Daten-/Befehlsformate	17
Befehlsgruppen	18
Befehlsliste/Befehlsbeschreibung.....	18
Display-Umleitung	20
Tastensimulation	20
Daten auslesen.....	20
Positionieren, Motorbefehle.....	21
Spelausgleich DE.....	21
Parameter-Daten auslesen und laden.....	22
Parameterspeicher (EEPROM)	22
11. QBasic Beispielroutinen.....	23
12. Schrittmotoren.....	27
Schrittmotorfunktion	27
Betriebsarten	28
Verschaltungsarten.....	29
Auswahl geeigneter Typen.....	29
Stromaufnahme	30
Drehmoment.....	30
Getriebe.....	31
13. Elektrische Anschlüsse.....	31
Autoguider-Anschluss	31

Hand-Kontrollbox extern	31
RS-232	31
LC-Display	31
14-polige Stiftleiste	32
15-poliger Stromversorgung/Motor-Stecker	32
2-polige Stromversorgungs-Stecker	32
5-polige Motor-Stecker (Draufsicht auf Stiftkontakte).....	33
14. Elektrische Kenndaten MTS-3LP.....	33
Stromversorgung	33
Batterien	33
Netzgeräte	33
Verpolungsschutz	34
Stromverbrauch	34
Überlastschutz und Motortreiber.....	34
Kabel und Stecker	35
15. Software - Details.....	36
Frequenzgenauigkeit	36
PEC Funktionsweise.....	36
16. Fehlerursachen und Fehlerbehebung	37
17. Anwendungsbestimmungen, Gewährleistung und Garantie	37
18. Serviceleistungen.....	38
Zubehör und Preise	38
Beratung, Reparaturen.....	38
Nachrüstung älterer MTS-3 auf Version 2.00	38
19. Sicherheitshinweise	39
20. Funktions - Kurzübersicht	39

3. Erste Inbetriebnahme

Mit der Lieferung der MTS-3 erhalten Sie folgende Teile:

- MTS-3 Steuerung (Elektronik-/Handtasterbox)
- Anschlusskabel, passend für Vixen oder AstroPhysics-Montierungen, bestehend aus Stromzuführung 2-polig und 2 Schrittmotoranschlüssen 5-polig mit einem gemeinsamen Steckverbinder 15-polig für die MTS-3 Steuerung.

An der 14-poligen Stiftleiste an der Gehäuseunterseite können Sie - falls auch bestellt

- weiterhin anschliessen:
- Anzeige-Display mit Flachbandkabel
- Kabel für CCD-Autoguider
- RS-232-Kabel zum PC-Anschluss

Für den gleichzeitigen Anschluss mehrerer Geräte ist ein Verteilerkabel notwendig. Weiterhin benötigen Sie eine Stromquelle, üblicherweise ein Akku (z.B. Autobatterie) oder ein Netzgerät (ca. 12 Volt einstellen).

Nachdem Sie alles andere miteinander verbunden haben, stellen Sie die Stromversorgung her, indem Sie die beiden Bananenstecker (rot=PLUS, schwarz=MINUS) mit den Polen der Stromquelle verbinden. Beim Abbau sollten Sie entsprechend umgekehrt vorgehen!

Auf dem Display (falls vorhanden) sollte eine Schrift lesbar sein. Stellen Sie dann den ON/OFF-Schalter (rechts) auf die obere Position (ON). Jetzt sollte sich ein Motor durch ein pulsierendes Laufgeräusch bemerkbar machen. Dies ist der Rektaszensionsmotor. Markieren Sie dieses Kabel und benutzen Sie es fortan für den Rektaszensionsmotor. Sollten die Motorkabel vertauscht sein, Gerät abschalten und richtig einstecken. Wichtig ist, dass Sie die Motorstecker nicht abziehen während der Motor läuft (kann zu Störungen führen).

Dann prüfen Sie die Drehrichtung des Rektaszensionsmotors, indem Sie den FAST/SLOW-Schalter (links) auf die obere Position (FAST) stellen und die rechte Taste drücken. Jetzt sollte Ihre Montierung sich im Schnellgang nach Westen drehen. Falls sie verkehrt dreht müssen Sie den Dipschalter Nr.9 in die andere Position bringen. Nachdem Sie die MTS-3 aus- und wieder eingeschaltet haben dreht der Motor richtig herum.

Wenn Sie eine Vixen-Montierung benutzen, können Sie jetzt die MTS-3 schon so zum Nachführen benutzen. Die korrekte Geschwindigkeit für andere Montierungen müssten Sie allerdings programmieren. Wie das geht lesen Sie bitte im Kapitel Programmierung/Montierungsauswahl.

Fürs erste wären noch die Dipschalter Nr.1-8 zu nennen. Sie geben der MTS-3 vor wieviele Schritte sie zum schnellen Durchlaufen des Getriebespiels der Deklinationsachse verwenden soll. Stellen Sie diese Dipschalter auf die untere Position, wenn Sie diese Funktion nicht nutzen wollen, ansonsten lesen Sie das Kapitel Nachführen/Spielausgleich DE.

Sollte irgend etwas nicht so funktioniert haben wie erwartet, lesen Sie bitte zuerst die speziellen Kapitel sorgfältig durch, um den Grund dafür zu finden.

4. Neuigkeiten der Version 2.00

Zentraler Bestandteil von Version 2.00 ist die Unterstützung der RS-232-Schnittstelle, die zwar bei allen älteren MTS-3 eingebaut ist, aber bisher nicht genutzt wurde.

Jetzt können Sie alle Daten abrufen und auf Ihrem PC-Monitor darstellen, eine Fernsteuerung realisieren, die Schrittmotoren direkt ansteuern und positionieren lassen, die Einstellungen auf dem PC abspeichern und die MTS-3 sekundenschnell mit vorher gespeicherten Einstellungen rekonfigurieren.

Der Frequenzbereich wurde von 1 Hz bis 5000 Hz erweitert, wobei gleichzeitig der Phasenjitter deutlich verringert wurde. Acht verschiedene Beschleunigungswerte sind nun wählbar.

Ebenso ist Fein- und Grobeinstellung der Frequenzwerte möglich.

Eine exakte Nachführfrequenz ist per Dipschalter ohne Display einstellbar.

Der Spielausgleich DE funktioniert nun auch im FAST-Mode.

Die PEC ist ein-/abschaltbar, geht nach Programmierungen nicht mehr verloren und berücksichtigt nur noch periodische Fehler.

Für die PEC muss nun anstatt der Schneckenrad-Zähnezahl die Motor*Getriebe-Untersetzung eingegeben werden.

Sieben voreingestellte und eine selbstdefinierte Montierung sind wählbar.

Auf dem Display werden mehr Daten inklusive Schrittpositionen, Stoppuhr und Programmierhilfen angezeigt.

Eine Unterspannungs-Warnung warnt rechtzeitig vor bevorstehenden Stromausfall durch leere Akkus.

Nicht zuletzt hoffen wir, dass auch die Betriebsanleitung besser geworden ist.

In der Version 2.00 sind folgende Features nicht mehr enthalten:

Schrittmodi-Auswahl: Fest eingestellt ist Halbschritt-Betriebsart.

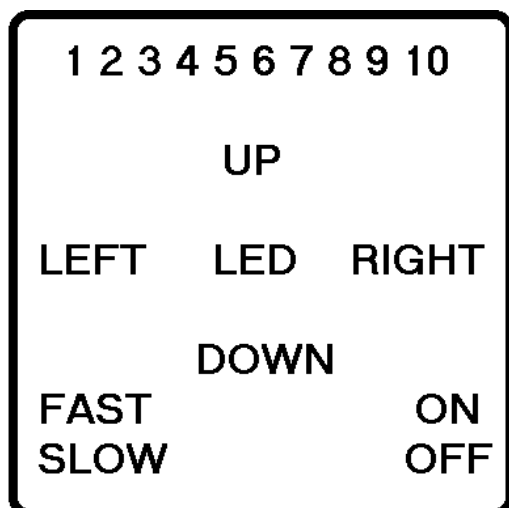
Kombinationen Solar/Lunar/Record-Mode werden nicht mehr unterstützt.

Die Abspeicherung der Programmierungen oder der PEC können nicht mehr durch die FAST-Stellung bzw. LEFT-Taste verhindert werden.

Die Montierungs-Auswahl per Dipschalter Nr.10 gibt es nicht mehr.

Ansonsten hat sich an der Programmieretechnik per Tastenkombinationen ausser den neuen und weggefallen Tastenkombinationen nichts grundsätzlich geändert.

5. Grundsätzliches zur Bedienung



Tasten und Schalter

ON/OFF-Schalter:	Nachführen ein-/ausschalten bzw. Programmier-Modi aktivieren, Daten ändern/speichern, wenn Tastenkombination beim Einschalten gedrückt.
FAST/SLOW-Schalter:	Bei SLOW-Stellung wird nachgeführt, bei FAST-Stellung läuft der Motor auf Tastendruck im Schnellgang.
LEFT-Taste:	Der RA-Motor läuft mit verminderter Frequenz entsprechend eingestelltem Korrekturfaktor oder in FAST-Stellung im Schnellgang rückwärts.
RIGHT-Taste:	Der RA-Motor läuft mit erhöhter Frequenz entsprechend eingestelltem Korrekturfaktor oder in FAST-Stellung im Schnellgang vorwärts.
UP-Taste:	Der DE-Motor läuft langsam vorwärts oder in FAST-Stellung im Schnellgang vorwärts.
DOWN-Taste:	Der DE-Motor läuft langsam rückwärts oder in FAST-Stellung im Schnellgang rückwärts.

Dipschalter 1-10

Die Dipschalter dienen beim Programmieren der Dateneingabe. Falls für die einzelne Programmierung nicht anders angegeben, wird durch die Dipschalter ein Zahlenwert binär (als Dualzahl, nur Nullen und Einsen, wie sie Computer intern verwenden) eingestellt.

Jeder Dip-Nr. ist eine Binärstelle zugeordnet. Bei oberer Stellung (ON) ist die Binärstelle Eins, bei unter Stellung ist sie Null. Die Umrechnung in eine Dezimalzahl erfolgt durch Aufaddieren der Wertigkeiten der einzelnen Binärstellen.

Dip-Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ON-Wert	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512
OFF-Wert	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beispiel:	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
901	1		4					128	256	512

Für die notwendige binäre Einstellung einer Dezimalzahl müssten Sie umgekehrt vorgehen: Dezimalzahl aufteilen entsprechend der Wertigkeiten der Dipschalter.

Auf dem Display wird zudem der gerade eingestellte Wert dezimal angezeigt.

Für den Nachführbetrieb haben die Dipschalter folgende Funktion:

(weiteres dazu erfahren Sie in den entsprechenden Kapiteln)

Dipschalter 1-8:	Spielausgleich DE
Dipschalter 9:	Drehrichtung RA
Dipschalter 10:	Drehrichtung DE

Bedienungsweise

Für den normalen Nachführbetrieb haben die Taster und Schalter die Funktion der manuellen Geschwindigkeitskontrolle für RA und DE, wie oben beschrieben.

Darüber hinaus werden sie aber auch benutzt, um die MTS-3 zu programmieren. Für jede Programmierung einer bestimmten Einstellung gibt es einen entsprechenden Programmier-Modus, für den eine bestimmte Tastenkombination definiert ist. Für häufiger benötigte Einstellungen besteht die Tastenkombination aus 1 oder 2 Tasten, bei seltener benötigten Einstellungen aus 3 oder 4 Tasten.

Um diesen Programmier-Modus zu aktivieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Die MTS-3 ist an der Stromquelle angeschlossen und der ON/OFF-Schalter ist in OFF-Position.

2. Sie drücken diese Tastenkombination und lassen sie nicht los. Drücken Sie die Tasten möglichst sicher und senkrecht, so dass nicht versehentlich ein anderer Programmier-Modus gewählt wird. Der Programmier-Modus ist jetzt noch nicht aktiviert, und falls Sie ein Display angeschlossen haben, werden die aktuellen Einstellungen angezeigt.

3. Sie stellen den ON/OFF-Schalter auf ON-Position

4. Lassen Sie jetzt die Tastenkombination los. Jetzt ist der Programmiermodus aktiviert, und Sie können die Einstellungen vornehmen. Für jeden Programmier-Modus gibt es einige Besonderheiten zu beachten, die im entsprechenden Kapitel genau beschrieben sind.

5. Der Programmier-Modus wird beendet und eventuell geänderte Einstellungen fest abgespeichert, wenn Sie den ON/OFF-Schalter auf OFF-Position stellen.

Generell darf die Stromversorgung erst abgetrennt werden, wenn der ON/OFF-Schalter auf OFF-Position steht, denn sonst hat die MTS-3 keine Möglichkeit mehr, die Einstellungen abzuspeichern.

Sollte dies dennoch vorkommen, wird die PEC ungültig und Sie sollten die aktuellen Einstellungen auf Korrektheit überprüfen.

LED-Statusanzeige

In der MTS-3 ist eine 3-Farben LED (grün/gelb/rot) zur Signalisierung des momentanen Betriebszustand der PEC vorhanden (->siehe PEC).

Sie dient ausserdem zum Wiederfinden des Gerätes im Dunkeln und zur Fehleranzeige (->siehe Unterspannungs-Warnung, Speicherfehler).

Für die Korrekturfaktor-Programmierung hilft die LED durch rot/grün Farbwechsel die 16 möglichen Werte zu unterscheiden.

Speichertest

Sollte die LED nach dem Spannungsanlegen in schneller Folge blinken, so liegt ein ROM-Speicherfehler vor. Die MTS-3 hält das Programm an und führt keine weiteren Funktionen mehr aus. Unterscheiden Sie diesen Zustand von einer Unterspannungs-Warnung !

Unter Umständen kann die MTS-3 (vorläufig) noch weiterbetrieben werden, wenn sich der Fehler an einer unkritischen oder für das Nachführen nicht relevanten ROM-Speicherstelle befindet. Drücken Sie zum Weiterbetrieb dazu die DOWN-Taste.

Stellen Sie den Betrieb der MTS-3 ein, wenn sie sich unkontrolliert verhält.

Im Falle eines Speicherfehlers sollten Sie sich mit uns in Verbindung setzen.

Unterspannungs-Warnung

(gilt nur für MTS-3LP Platine 14.Jul.97)

Wenn die LED während des Betriebs blinkt, so hat die Versorgungsspannung einen kritischen Wert von 10 Volt ± 0.5 Volt unterschritten. Die MTS-3 führt den Betrieb zunächst ohne Unterbrechung fort:

Die Schrittmotoren werden bis herab zu einer Spannung von ca. 7.5 Volt betrieben und der Microcontroller arbeitet korrekt weiter bis herab zu einer Spannung von ca. 5.5 Volt.

Sie sollten jetzt tunlichst sofort Ihre Stromversorgung überprüfen, und falls Sie einen Bleiakku benutzen, diesen umgehend wieder aufladen, um eine Tiefentladung zu vermeiden, die das Aus für einen Bleiakku bedeuten würde.

Verlassen Sie sich nicht auf die Unterspannungs-Warnung als Prüfanzeige für Ihren Bleiakku. Wir empfehlen eine regelmässige Kontrolle durch ein Voltmeter und rechtzeitiges Nachladen.

Temporäre Baudraten, Display-Umleitung

Wenn Sie die eingestellte Baudrate nicht kennen und auch nicht vom Display ablesen können, so gibt es die Möglichkeit aus zwei temporären Baudraten zu wählen und die Display-Umleitung einzuschalten, unabhängig von den Einstellungen. Diese Auswahl gilt nur solange die MTS-3 mit Spannung versorgt wird.

Folgendes wird ausgewählt, wenn beim Spannungsanlegen folgende Tasten gedrückt sind (Baudrate und Display-Umleitung dürfen kombiniert werden):

LEFT:	RIGHT:	UP:
9600 Baud	57600 Baud	Display-Umleitung ein

Handhabung

Dank der sehr kompakten Abmessungen (100*50*25mm), des geringen Gewichts und der günstigen Anordnung der Schalter und Taster ist die MTS-3 selbst im Dunkeln mühelos zu bedienen. Wenn es sehr kalt ist lässt sie sich auch gut in der Jackentasche verstauen, während Sie nachführen. Hängen Sie die MTS-3 mit der Aufhängeschnur an geeigneter Stelle an Ihre Montierung, so dass sie nicht herunterfallen kann. Sie vermeiden dadurch Verschmutzung und einen möglichen Bruch des empfindlichen Schwingquarzes durch den Schock des Aufschlags, wonach die MTS-3 funktionsunfähig wäre. Weiterhin empfehlenswert ist - bei Nichtbenutzung - die Abdeckung der Stiftleiste an der Unterseite durch einen Klebestreifen. Behandeln Sie bitte Ihre MTS-3 mit der gebotenen Sorgfalt. Sie wird es Ihnen mit einer langen Nutzungsdauer danken. Dazu gehört auch die Vermeidung von Feuchtigkeitseinwirkung (ausser normaler Taubeschlag) oder einer grossen Hitzeeinwirkung. Um die Kontakte vor vorzeitigem Verschleiss zu schonen ist es empfehlenswert, wenn möglich, das Kabel an der MTS-3 zu belassen.

Abkürzungen, Begriffe

RA	Rektaszension, Rektaszensionsachse, Stundenachse
DE	Deklination, Deklinationsachse
PEC	Periodical Error Correction, Korrektur des periodischen Schneckenfehlers der Rektaszensionsachse
Spiel	toter Gang bei Getrieben
Frequenz	Impulse pro Sekunde, hier: Halbschritte pro Sekunde oder einfach Geschwindigkeit des Schrittmotors
LOW-aktiv	Verbindung des Anschlusses mit Masse = Funktion aktiv
LED	Light Emitting Diode = Leuchtdiode
Schrittsequenz	Minimale Anzahl bzw. Folge der verschiedenen Bestromungszustände der Wicklung für eine bestimmte Schrittart (Halbschritt:8, Vollschritt:4). Muss für Drehbewegung zyklisch wiederholt werden.
Spule/Wicklung	Windungen aus Kupferlackdraht für Elektromagneten. hier: zum Erzeugen des Drehfeldes im Schrittmotor
Phase	Wicklungsanschlüsse der Spule oder Spule selbst oder im anderen Sinn: Phase innerhalb der Schrittsequenz
Schrittzahl	Anzahl der Vollschritte für eine 360°-Drehung der Schrittmotor-Abtriebswelle
Schrittwinkel	360°/Schrittzahl
Nachführfrequenz	= Gesamtuntersetzung / 86164s Beispiel: Schneckenrad=144, Getriebe=120, Motor=96 (Halbschritt) $144 * 120 * 96 / 86164s = 19.25259 \text{ Hz}$

6. Nachführen

In den Nachführbetrieb gelangen Sie, indem Sie den ON/OFF-Schalter auf ON (oben) stellen. Während Sie dies tun, dürfen Sie gleichzeitig keine Taste drücken, sonst gelangen Sie in einen Programmiermodus.

Feinkorrektur

Wenn Sie mit Ihrem Teleskop bei hoher Vergrößerung beobachten oder mit langer Brennweite Aufnahmen machen, wird es sich selbst bei stabilster Montierung und exakter Polausrichtung nicht ganz vermeiden lassen, kleine Korrekturen der Nachführgeschwindigkeit vornehmen zu müssen.

Zu diesen Zweck schalten Sie den FAST/SLOW-Schalter auf SLOW (unten) und betätigen die LEFT- oder RIGHT-Taste für eine Korrektur der Rektaszension und die UP- oder DOWN-Taste analog für Deklination.

Besonders bei Astroatnahmen sollten Sie sich vor Aufnahmebeginn die der einzelnen Taste entsprechende Korrekturrichtung gut einprägen, damit Sie später nicht versehentlich die falsche Taste drücken. Stellen Sie vorher auch den Spielausgleich DE korrekt ein.

Schnellgang

Stellen Sie dazu den FAST/SLOW-Schalter auf FAST (oben). Solange Sie keine Taste drücken, führt die MTS-3 mit normaler Geschwindigkeit nach. Bei Tastendruck fährt Ihr Teleskop mit hoher Geschwindigkeit in die entsprechende Richtung.

Drehrichtung der Schrittmotoren

Unabhängig von allen anderen Einstellungen wird die Drehrichtung nur durch die Dipschalter bestimmt: RA (Dip-Nr.9), DE (Dip-Nr.10), ausser wenn Sie die MTS-3 per RS-232 mit den speziellen Geschwindigkeitsbefehlen steuern.

Sie müssen richtig gesetzt sein bevor Sie den Nachführbetrieb aktivieren. Während des Nachführens ist es nicht möglich die zugeordneten Drehrichtungen umzukehren. Dazu müssten Sie die MTS-3 zwischendurch kurz ausschalten.

Mond nachführen

Drücken Sie dazu die DOWN-Taste während Sie die MTS-3 einschalten. Sobald die DOWN-Taste losgelassen wird läuft die Nachführung mit der lunaren Geschwindigkeit, die aus der gespeicherten Nachführfrequenz berechnet wird.

Sonne nachführen

Drücken Sie dazu die UP-Taste während Sie die MTS-3 einschalten. Sobald die UP-Taste losgelassen wird läuft die Nachführung mit der solaren Geschwindigkeit, die aus der gespeicherten Nachführfrequenz berechnet wird.

Spielausgleich DE

Wenn man genau nachführen will, muss manchmal auch in Deklination korrigiert werden. Erfolgt dies abwechselnd mal in die eine und danach in die andere Richtung, so macht sich bei den meisten Montierungen das Spiel des Getriebes und der Schnecke für Deklination unangenehm bemerkbar. Es dauert oft mehrere Sekunden bis einer halben Minute bis das Spiel nach einem Richtungswechsel durchlaufen ist, und die Korrektur anspricht. Um dies zu umgehen kann Ihre MTS-3 dieses Spiel mit einer kurzzeitig hohen Geschwindigkeit durchlaufen.

Zum Einstellen des Spiels sind die Dipschalter Nr. 1-8 vorgesehen. Es kann auf maximal 1020 Halbschritte in 4er-Stufen eingestellt werden.

Die Grösse dieses Spiels muss für jede Montierung experimentell ermittelt werden. Stellen Sie zunächst nur Nr.8 auf ON (1-7 OFF). Drücken Sie abwechselnd die UP- und die DOWN-Taste. Wenn sich das Objekt im Okular bewegt, ist das Spiel zu bereits zu gross eingestellt. Setzen Sie den Dipschalter auf OFF und den nächstkleineren auf ON.

Wiederholen Sie diese Prozedur, bis Sie gerade keine Bewegung mehr registrieren.

Um die Einstellung noch mehr zu verfeinern, schalten Sie zusätzlich den nächstkleineren Dipschalter auf ON und machen nach dem Schema weiter, bis das verbleibende Spiel auf ein akzeptables Mass reduziert ist.

Versuchen Sie nicht, das Spiel zu genau einzustellen, denn ein geringes verbleibendes Spiel ist unschädlich, eine Überkompensation wirkt sich aber negativ aus.

Es kann auch sein, dass je nach Stellung der Montierung und der Deklinationsschnecke das Spiel leicht unterschiedlich ausfällt. Stellen Sie daher vor jeder Astroatnahme sicher, dass keine Überkompensation vorliegt.

PEC Periodische Fehlerkorrektur RA

Bei vielen Montierungen erzeugt der Schneckenantrieb der Rektaszensionsachse einen mehr oder weniger grossen periodischen Fehler, hervorgerufen durch mechanische Ungenauigkeiten der Schnecke. Die Periode entspricht genau der Zeit für eine komplette Schneckenumdrehung während der Motor mit korrekter Nachführgeschwindigkeit läuft.

Zwar gibt es auch noch andere Fehlerquellen, doch ist deren Behebung zum Teil schwierig, unmöglich oder nicht sinnvoll, und daher nicht Bestandteil der MTS-3-Funktionen.

Wenn Sie aber eine Montierung mit einer wirklich schlechten RA-Schecke besitzen, dürfen wir davon ausgehen, dass zumindest dieser periodische Fehler durch die PEC erheblich zu reduzieren ist.

Die PEC ist eine recht komplexe rechenintensive Funktion (zumindest für den Microcontroller) und erfordert ein wenig Ihr Mitdenken, wenn sie korrekt funktionieren soll. Fehlbedienung oder falsche Vorgaben führen zu Fehlern.

Verwenden Sie daher die PEC nur, wenn:

- Sie mit der PEC-Funktion vertraut sind.
- die RA-Schnecke einen eindeutigen periodischen Fehler hat.
- die Nachführfrequenz stimmt.
- die Motor*Getriebe-Untersetzung korrekt programmiert ist.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, können Sie die PEC-Tabelle aufnehmen. Gehen Sie wie folgt vor:

1. Richten Sie Ihr Teleskop auf einen Stern aus, und zentrieren Sie ihn im Fadenkreuzokular. Verwenden Sie dafür den normalen Nachführmodus.
2. Der SLOW/FAST-Schalter muss auf SLOW-Position stehen.
3. Stellen Sie den ON/OFF-Schalter auf OFF-Position.
4. Drücken Sie die LEFT-Taste und stellen gleichzeitig den ON/OFF-Schalter auf ON-Position. Lassen Sie dann die LEFT-Taste los.
5. Sie haben jetzt 10 Sekunden Zeit bevor der PEC-Record-Modus startet. Währenddessen sollten Sie den Stern wieder auf dem Fadenkreuz haben. Führen Sie nun in RA möglichst exakt nach, solange die LED abwechselnd gelb oder dunkel ist.

Ein Neustart der Aufnahme ist durch kurzes Schalten auf FAST und zurück auf SLOW solange möglich, bis Prozedur beendet ist und die LED rot leuchtet. Fortan ist die PEC aktiv, und korrigiert die Nachführfrequenz in kurzen periodischen Abständen selbständig ohne Ihr Zutun.

Ist die PEC aktiv, können Sie die MTS-3 bedienen wie sonst auch.

Die PEC wird ungültig, wenn einer der folgenden Umstände eintritt:

-Sie starten den PEC-Record-Modus, und brechen ihn vor Beenden ab.

-Die Stromversorgung ist ausgefallen während die MTS-3 ON war.

-Die RA-Schnecke wurde manuell verdreht oder nicht geklemmt.

-Die Motor*Getriebe-Untersetzung wurde verändert.

-Der Stellung des RA-Motors entspricht nicht den Schritimpulsen der MTS-3. Dieser Fall tritt z.B. auf bei Überlast, Blockieren, Motor nicht/falsch angeschlossen, Stehenbleiben bei zu hoher FAST-Frequenz. Sollte dies der Fall sein, deaktivieren Sie die PEC, falls sie dies noch nicht ist, oder nehmen Sie eine neue PEC-Tabelle auf.

Der momentane Zustand der PEC wird durch die LED signalisiert:

grün	PEC-Tabelle nicht aufgenommen bzw. ungültig	invalid
gelb	PEC-Tabelle gültig, PEC deaktiviert	disabled
rot	PEC-Tabelle gültig, PEC aktiviert	enabled
abwechselnd gelb/dunkel	PEC-Aufnahme läuft gerade. Lichtwechsel signalisiert, dass gerade eine Tabellen-Position xx von insgesamt 32 gespeichert wurde.	PECxx

Sie können die PEC deaktivieren oder aktivieren (falls gültig), wenn sie den PEC-Record-Modus starten und ihn innerhalb von 10 Sekunden beenden. Die PEC-Tabelle wird in diesem Fall nicht verändert.

Stoppuhr

Wenn Sie ein Display angeschlossen haben, können Sie z.B. die Belichtungszeit einer Aufnahme messen. Um die Stoppuhr anzuhalten, müssen Sie auf FAST stellen. Umschalten auf SLOW setzt den Sekundenzähler auf Null und startet die Stoppuhr.

7. Programmierung

Auswahl der Montierung

Für die häufigsten Montierungen können Sie alle Montierungs-spezifischen Einstellungen auf einmal aus einer Tabelle abrufen.

Vergleichen Sie die RA-Frequenz und Motor*Getriebe-Untersetzung mit den Daten Ihrer Montierung.

Halten Sie die Tastenkombination UP-DOWN-RIGHT gedrückt und schalten Sie auf ON. Lassen Sie die Tasten jetzt los. Stellen Sie die Ihrer Montierung entsprechenden Dipschalter (1,2,3) ein, und schalten dann auf OFF. Hiermit sind alle Einstellungen programmiert.

Nichtaufgeführte Montierungen

Sollte Ihre Montierung nicht in der Tabelle enthalten sein, können Sie noch die anderen Möglichkeiten der Programmierung, wie Frequenzen direkt einstellen, Lernmodus und Motor*Getriebe-Untersetzung benutzen.

Montierung	Dip-ON	RA-M*G	RA-SLOW	RA-FAST	DE-SLOW	DE-FAST
Vixen1	---	96*120	19.252588	308.0414	19.252588	308.0414
Vixen2	1--	96*300	48.131470	385.0518	48.131470	385.0518
AstroPhysics	-2-	96*150	32.087647	513.4023	32.087647	513.4023
Losmandy	12-	96*150	60.164338	481.3147	60.164338	481.3147
Astrotec1	--3	400*100	46.423100	742.7696	46.423100	742.7696
Astrotec2	1-3	400*100	92.846200	1485.539	92.846200	1485.539
Takahashi	-23	96*375	100.27389	802.1911	100.27389	802.1911
User-defined	123					

Selbstdefinierte Einstellungen

Sie können alle aktuellen Montierungs-spezifischen Einstellung fest abspeichern. Sie können dann nicht mehr versehentlich verstellt werden, auch nicht durch Zurücksetzen (RESET) aller Einstellungen.

Dazu ist beim Einschalten die Tastenkombination UP-DOWN-LEFT zu drücken.

Zum Wiederabrufen dieser Einstellungen setzen Sie die Dipschalter 1,2,3 auf ON und gehen genauso vor wie bei der Auswahl der Montierung.

Standard-Einstellungen (RESET)

Die MTS-3 wird bereits fertig mit folgenden Einstellungen geliefert:

Montierung:	Vixen1
Korrekturfaktor:	1.5
Beschleunigung:	0
PEC:	ungültig (disabled)
Baudrate:	9600
Displayumleitung:	aus

Sollten Sie - wie auch immer - Ihre MTS-3 so verstellt haben, so dass etwas nicht mehr funktioniert, können Sie diese Standard-Einstellung durch die Tastenkombination UP-DOWN-LEFT-RIGHT beim Einschalten abrufen.

Motor*Getriebe-Untersetzung (RA-M*G)

Für die korrekte Funktion der PEC muss der MTS-3 bekannt sein, wieviele Halbschritte des Schrittmotors für eine komplette Umdrehung der RA-Schnecke notwendig sind.

Dies entspricht den Halbschritten des Schrittmotor pro Umdrehung der Motorachse multipliziert mit der Getriebe-Untersetzung. Wenn Sie die PEC benutzen wollen, müssen Sie diese 2 Zahlen mit den Dipschaltern einprogrammieren (-> siehe Kapitel Dipschalter), falls Sie keine Standard-Montierung gewählt haben.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Besorgen Sie sich diese Zahlen (Montierungs-Handbuch).
2. Diese Zahlen dürfen nicht identisch sein (wieso wird weiter unten beschrieben). Wenn doch, halbieren Sie die eine und verdoppeln die andere, wichtig ist nur, dass das Produkt gleich bleibt. Rechnen Sie beide Zahlen in Binärzahlen um.
3. Stellen Sie die eine Binärzahl an den Dipschaltern 1-10 ein.
4. Drücken Sie die Tastenkombination UP-LEFT-RIGHT beim Einschalten.
5. Stellen Sie die andere Binärzahl an den Dipschaltern 1-10 ein.
6. Schalten Sie die MTS-3 aus. Hiermit ist die Programmierung beendet.

Wenn Sie ein Display angeschlossen haben, können Sie die Programmierung verfolgen, bzw. die aktuellen Einstellungen kontrollieren. Angezeigt wird weiterhin die aus aktueller Nachführfrequenz und Motor*Getriebe-Untersetzung ableitbare Schnecken-Getriebe-Untersetzung. Sollte dieser Wert vom tatsächlichen abweichen, stimmt entweder die Motor*Getriebe-Untersetzung oder die Nachführfrequenz noch nicht ganz.

Wenn nun die Motor*Getriebe-Untersetzung korrekt programmiert ist, haben Sie die Möglichkeit durch die weitere Eingabe der Untersetzung des Schnecken-Getriebes (Zähnezahl des Schneckenrades bei eingängiger Schnecke) die Nachführfrequenz exakt zu programmieren.

Dies ist besonders nützlich, wenn Sie kein Display besitzen und schnell eine genaue Nachführfrequenz einstellen wollen.

Gehen Sie wie folgt vor:

1. Rechnen Sie diese Zahl in eine Binärzahl um.
3. Stellen Sie die diese Binärzahl an den Dipschaltern 1-10 ein.
4. Drücken Sie die Tastenkombination UP-LEFT-RIGHT beim Einschalten.
Ändern Sie die Dipschalter-Einstellung jetzt nicht mehr!
5. Schalten Sie die MTS-3 aus. Hiermit ist die Programmierung beendet.

Frequenzen direkt einstellen

Für beide Achsen können Sie hiermit sowohl die SLOW-Frequenz als auch die FAST-Frequenz quasi stufenlos einstellen und auch direkt kontrollieren. Wenn ein Display angeschlossen ist wird auch der aktuelle Frequenzwert genau angezeigt. Sie haben die Wahl, ob Sie die Frequenzen in feinen Schritten oder in groben Schritten verstellen wollen.

Mit einer Taste wird die Frequenz erniedrigt, mit der gegenüber liegenden Taste wird sie erhöht. Wenn Sie die Taste längere Zeit gedrückt halten wird die Frequenz immer schneller erhöht/erniedrigt.

	Änderung/Tastendruck	SLOW/FAST-Schalter beim Einschalten
Fein:	1/100000	SLOW
Grob:	1/1000	FAST

Beim Ausschalten Taste gedrückt:	nicht speichern, alte Werte erhalten
Beim Ausschalten keine Taste gedrückt:	speichern, alte Werte überschreiben

Wenn Sie einen der beiden Programmiermodi dann aktiviert haben, hängt es vom SLOW/FAST-Schalter ab, ob die SLOW- oder die FAST-Frequenz bei Tastendruck verändert werden kann. Sie können beliebig SLOW und FAST umschalten und beide Frequenzen verändern. Stellen Sie die Frequenzen erst grob und dann fein ein.

Stören Sie sich nicht daran, dass das Display eine höhere Genauigkeit anzeigt, als Sie einstellen können. 1/100000-Genauigkeit ist mehr als ausreichend. Der Frequenzbereich reicht für SLOW von 1 Hz bis 1000 Hz , für FAST von 15 Hz bis 5000 Hz.

Wundern Sie sich nicht, wenn Ihr Schrittmotor ab einer gewissen Frequenz stehenbleibt bzw. keine Kraft mehr hat. Stellen Sie die FAST-Frequenz also nur so hoch ein, dass er sicher läuft.

Beachten Sie auch den Einfluss der Beschleunigungs-Einstellung.

RA-Frequenzen

Halten Sie die Tastenkombination LEFT-RIGHT beim Einschalten gedrückt. Jetzt können Sie die RA-Frequenzen verändern, mit UP erhöhen und mit DOWN erniedrigen.

Der Deklinationsmotor bleibt abgeschaltet und reagiert nicht auf UP und DOWN.

Der RA-Motor verhält sich wie beim Nachführen und reagiert ganz normal auf LEFT und RIGHT. Um die FAST-Frequenz zu kontrollieren, können Sie die LEFT- oder die RIGHT-Taste betätigen.

Wenn Sie dann die Frequenzen auf die gewünschten Werte gebracht haben, können Sie die MTS-3 ausschalten. Dabei werden beide Frequenzen abgespeichert, falls Sie keine Taste drücken.

DE-Frequenzen

Halten Sie die Tastenkombination UP-DOWN beim Einschalten gedrückt. Jetzt können Sie die DE-Frequenzen verändern, mit RIGHT erhöhen und mit LEFT erniedrigen.

Der Rektaszensionsmotor läuft dabei mit Nachführgeschwindigkeit, reagiert aber nicht auf LEFT und RIGHT.

Der DE-Motor verhält sich wie beim Nachführen und reagiert ganz normal auf UP und DOWN. Um die Frequenzen zu kontrollieren, können Sie die UP- oder die DOWN-Taste betätigen.

Wenn Sie dann die Frequenzen auf die gewünschten Werte gebracht haben, können Sie die MTS-3 ausschalten. Dabei werden beide Frequenzen abgespeichert, falls Sie keine Taste drücken.

Lernmodus RA

Hiermit haben Sie die Möglichkeit die RA-Nachführfrequenz immer genauer einzustellen während Sie nachführen. Speziell für diesen Modus ist der Korrekturfaktor auf 2.0 (Maximalwert) gesetzt, unabhängig von der Einstellung. Der DE-Motor verhält sich wie beim Nachführen. Die PEC wird nicht berücksichtigt.

Es kann ratsam sein die RA-Nachführfrequenz bereits vorher mit der RA-Frequenzen-Direkteinstellung zumindest grob einzustellen. Eine bereits exakt eingestellte Frequenz können Sie aber durch den Lernmodus nicht verbessern. Dennoch kann es sinnvoll sein, den Lernmodus z.B. zum Nachführen von Mond oder Kometen zu benutzen.

Um den Lernmodus optimal einzusetzen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Suchen Sie sich einen Stern (möglichst hochstehend und äquaturnah) aus und versuchen ihn im Fadenkreuzokular einzustellen.
2. Aktivieren Sie dann den Lernmodus indem Sie die Tastenkombination UP-RIGHT beim Einschalten gedrückt halten.
3. Lassen Sie die Nachführung einige Sekunden laufen und versuchen Sie dann den Stern mit Tastenbetätigungen in die Fadenkreuzmitte zu bringen.
4. Wenn der Stern genau in der Fadenkreuzmitte ist, schalten Sie kurz auf FAST und dann auf SLOW. Hiermit wird der Lernvorgang gestartet. Dies können Sie so oft wiederholen, wie es nötig ist.
5. Lassen Sie jetzt SLOW eingestellt und versuchen Sie den Stern in der Fadenkreuzmitte zu halten. Sollte dies nicht möglich sein, war die Ausgangsfrequenz zu niedrig. Starten Sie in diesem Fall den Lernvorgang erneut und betätigen Sie die RIGHT-Taste um die Frequenz zu erhöhen und machen Sie bei Punkt 4 weiter.

6. Je länger Sie nachführen, desto genauer wird die Nachführfrequenz. Empfehlenswert wäre die Dauer einer Schneckenumdrehung (um einen periodischen Fehler auszuschliessen) oder einem Vielfachen davon. Wenn Ihnen die Nachführgenauigkeit gut genug erscheint, können Sie die erlernte Nachführfrequenz durch Ausschalten abspeichern, wenn der Stern in der Fadenkreuzmitte ist.

Korrekturfaktor RA

Der Korrekturfaktor RA gibt an, um wieviel sich die Nachführfrequenz im SLOW-Modus durch Betätigung der RIGHT-Taste erhöht, bzw. durch Betätigung der LEFT-Taste verringert (2.0 minus Korrekturfaktor RA). Es sind 16 verschiedene Einstellungen von 1.0625 bis 2.0000 möglich. Sie können den voreingestellten Wert von 1.5000 verändern, indem Sie die RIGHT-Taste beim Einschalten gedrückt halten. Durch Drücken der UP-Taste erhöht sich der Wert, durch Drücken der DOWN-Taste wird er verringert. Die möglichen Werte können durch den Farbwechsel der LED voneinander unterschieden werden.

Gleichzeitig kann mit der LEFT- und der RIGHT-Taste die Einstellung kontrolliert werden, oder falls ein Display angeschlossen ist, direkt abgelesen werden.

Durch Abschalten wird der eingestellte Korrekturfaktor RA gespeichert.

Beschleunigung

Um die Schrittmotoren für den Schnellgang oder zum Positionieren ohne Schrittverlust oder gar Stehenbleiben auf eine hohe Geschwindigkeit zu bringen, benutzt die MTS-3 eine Rampensteuerung. Dabei werden die Motoren allmählich beschleunigt bzw. abgebremst.

Die Grösse der Beschleunigung können Sie in 8 wählbaren Stufen programmieren. Hierfür stellen Sie die Binärwerte für 0 (klein) bis 7 (gross) an den Dipschaltern 1-3 ein (die anderen werden ignoriert).

Dieser Wert wird einprogrammiert indem Sie die Tastenkombination DOWN-RIGHT beim Einschalten gedrückt halten, loslassen und dann ausschalten.

Sie sollten auf jeden Fall testen ob die Schrittmotoren die gewählte Beschleunigung mitmachen.

8. Anzeigedisplay (LC-Display)

An der MTS-3 ist als Zubehör auch eine digitale Anzeige anschliessbar. Es handelt sich dabei um ein alphanumerisches Flüssigkristall-Display (LCD) mit zwei Zeilen zu je 16 Zeichen.

Es ist dazu vorgesehen, die MTS-3 leichter, schneller, sicherer und genauer zu programmieren und alle aktuellen Einstellungen anzuzeigen.

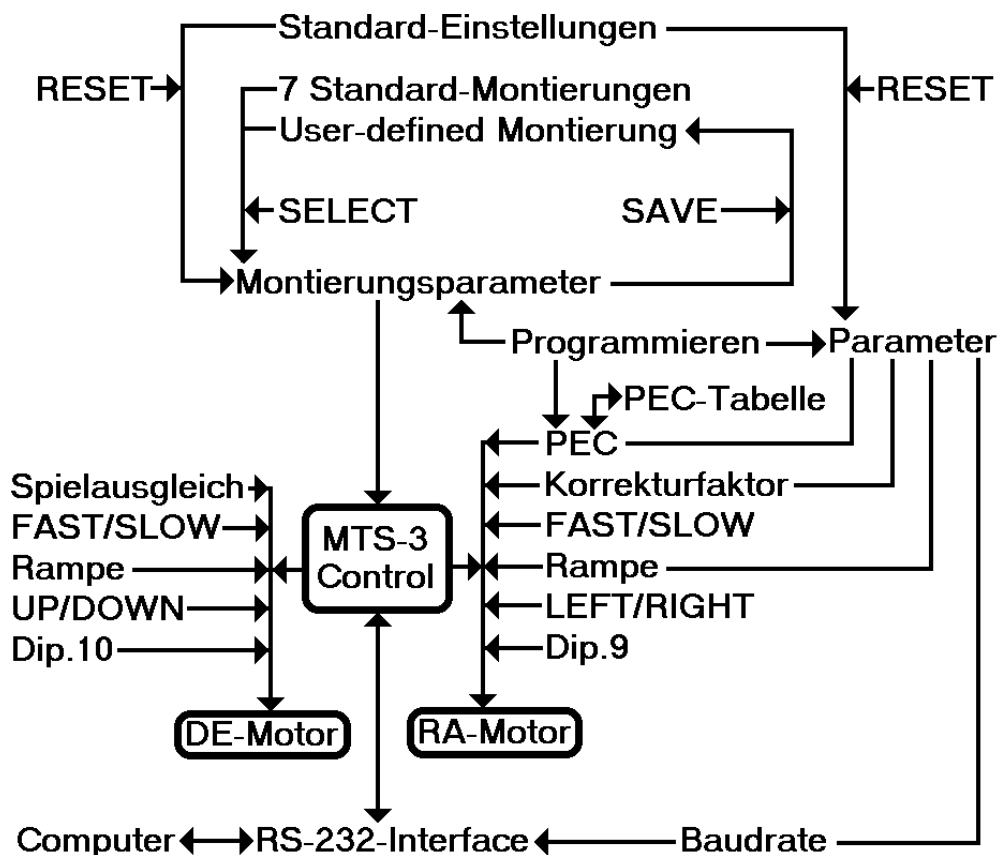
Grundsätzlich ist die MTS-3 aber auch ohne Display programmierbar.

Darüber hinaus zeigt das Display im Nachführmodus an:

- Grösse des eingestellten Spielausgleichs DE
- Schrittposition RA
- Schrittposition DE
- Zustand der PEC im Aufnahme-Modus
- Sekundenstand der Stoppuhr

Das Display befindet sich in einem separatem (MTS-3 gleichen) Gehäuse und wird über ein Flachbandkabel an die Stiftleiste der MTS-3 angeschlossen. Das Display muss vor Anlegen der Betriebsspannung an die MTS-3 eingesteckt sein.

9. Funktion, schematische Darstellung



10. RS-232-Interface

Mit der Version 2.00 unterstützt die MTS-3 erstmals den seriellen Anschluss eines Personal Computers über die RS-232-Schnittstelle.

Hiermit eröffnen sich für Sie eine Menge interessanter Möglichkeiten, die mit den Vorgänger-Versionen nicht möglich waren.

Übrigens können auch alle älteren MTS-3 mit einer Nachrüstung auf die Version 2.00 die RS-232 nutzen.

Anwendungsmöglichkeiten

1. In einfachsten Fall können Sie mit Ihrem PC auf dem Monitor das LC-Display simulieren. Das dafür notwendige kleine QBasic-Terminalprogramm ist als Listing in der Anleitung enthalten. Sie bekommen alles angezeigt, was auf dem LC-Display auch angezeigt wird. Somit können Sie die MTS-3 ebenso einfach wie mit dem separaten LC-Display programmieren.

2. Sie können die Bedienung der MTS-3 komplett über Ihren PC vornehmen, alle Taster, Schalter und Dipschalter per Befehl setzen und zurück setzen. Damit können Sie Ihre MTS-3 aus der Ferne bedienen.

3. Sämtliche Tasten- und Schalterstellungen, Systemzeit sowie Schrittpositionen für RA und DE können beliebig ausgelesen und auf dem PC angezeigt, ausgewertet oder gespeichert werden.

4. Sie können den Parameterspeicher der MTS-3 sowohl einzeln als auch komplett auslesen und zurückspeichern. Hiermit besteht die Möglichkeit die eingestellten Parameter der MTS-3 zu sichern und in Sekundenschnelle die MTS-3 komplett - z.B. für verschiedene Montierungen - zu rekonfigurieren. Mit dem Parameterspeicher haben Sie auch Zugriff auf die PEC-Daten für spezielle Auswertungen.

5. Die enthaltenen Befehle für schnelles Positionieren (5000Hz), FAST und SLOW-Geschwindigkeit setzen, erlauben es Ihnen, auf Ihren PC eine Teleskopsteuerung nach Ihren Vorstellungen zu realisieren. Den Möglichkeiten sind hier kaum Grenzen gesetzt.

Anfangen von kleinen Funktionserweiterungen bis hin zu einer komfortablen automatischen Objekt-Positionierung oder kompletten vollautomatischen Beobachtungsprogrammen ist alles drin.

6. Sie können die Möglichkeiten 1 bis 5 alle zusammen gleichzeitig nutzen.

7. Sie dürfen die MTS-3 auch für "nicht-astronomische Aufgaben" zweckentfremden.

Baudraten und Display-Umleitung

Für die Kommunikation mit dem PC steht Ihnen eine Auswahl verschiedener Baudraten zur Verfügung. Die Baudrate des PCs und der MTS-3 müssen dabei identisch sein. Benutzen Sie hohe Baudraten, wenn Sie schnell viel Daten übertragen müssen, und niedrige, wenn Sie eine möglichst hohe Sicherheit anstreben und/oder eine sehr lange Kabelverbindung haben.

Weiterhin besteht die Möglichkeit die Display-Umleitung auf die RS-232 so einzustellen, dass sie ohne weiteren Befehl sofort aktiv ist. Dies könnte z.B. sinnvoll sein, wenn Sie ein Extra-LC-Display an die RS-232 anschliessen möchten.

Zum Programmieren der Baudraten und Display-Umleitung halten Sie beim Einschalten die Tastenkombination LEFT-RIGHT-DOWN gedrückt. Die Dipschalter 1-3 bestimmen die Baudrate, Dipschalter 4 die Display-Umleitung, alle anderen werden ignoriert.

Baudrate	9600	19200	28800	38400	0(aus)	2400	4800	57600
Dip ON	---	1--	-2-	12-	--3	1-3	-23	123

Dip 4 OFF:	Display-Umleitung aus
Dip 4 ON:	Display-Umleitung ein

Die übrigen Parameter sind: 8 Datenbits, 1 Stopbit, keine Parität und kein Handshaking.

Wenn Sie die Dipschalter entsprechend eingestellt haben, schalten Sie zum Abspeichern die MTS-3 aus. Die neuen Einstellungen werden von der MTS-3 erst nach einem Neustart beim Anlegen der Versorgungsspannung benutzt. Solange gelten noch die alten Einstellungen.

Kommunikationsprotokoll, Daten-/Befehlsformate

Für die fehlerfreie Kommunikation zwischen MTS-3 und PC ist ein spezielles Protokoll definiert, das es erlaubt Daten und Befehle an die MTS-3 zu senden und Daten von der MTS-3 zu empfangen.

Als Befehle sind Ein-Byte-Binär-codes für eine bestimmte Funktion definiert. Nach dem Empfang dieses Binär-codes führt die MTS-3 den entsprechenden Befehl aus.

Einige Befehle benötigen zu ihrer Ausführung zusätzliche Daten. Diese Daten müssen vor Senden des Befehls-codes in einen 4 Byte fassenden Datenpuffer der MTS-3 geladen werden. Grundsätzlich bestehen diese Daten befehlsabhängig immer aus einer 4-Byte Binär-Integerzahl (long) oder einer 4-Byte Binär-Fliesskommazahl (IEEE single precision float).

Damit die MTS-3 Daten von Befehls-codes unterscheiden kann, gibt es 2 spezielle Befehle, die jeweils ein Halbbyte (nibble) im Befehlscode codieren und in den Datenpuffer laden. Um den Datenpuffer mit 4 Bytes Daten zu laden sind also immer 8 Bytes an die MTS-3 zu senden.

Die Übertragung beginnt immer mit dem höchstwertigen Halbbyte und endet mit dem niederwertigsten Halbbyte. Wie dies genau aussieht, können Sie bei den Befehlsbeschreibungen und QBASIC-Routinen nachlesen.

Einige Befehle liefern Daten an den PC zurück, und zwar befehlsabhängig immer ein Byte oder 4 komplette Bytes (long). Diese Daten werden in ihrer Binärform gesendet, wobei im Fall von 4 Bytes das höchstwertige Byte zuerst kommt, und zuletzt das niederwertigste Byte.

Befehlsgruppen

Der Befehlssatz ist unterteilt nach mehreren Gruppen von Befehlen:

-Steuerbefehle:	Display, Tasten ein/aus, reset
-Lesebefehle:	Position, Datenpuffer, Zeit, Tasten, Dips., ready
-Motorbefehle:	Positionieren, Geschwindigkeit, Start, Stop, Aus
-Speicherbefehle:	Parameterspeicher lesen/schreiben

Je nach Befehlsgruppe gibt es Besonderheiten zu beachten:

-Einige Befehle benötigen Daten. Diese müssen vorher in den Datenpuffer geladen worden sein.

-Einige Befehle senden Daten. Ein neuer Befehl darf erst nach Empfang aller Daten gegeben werden. Ausserdem muss die Display-Umleitung abgeschaltet sein.

-Einige Befehle benötigen eine längere Ausführungszeit. Währenddessen darf kein weiterer Befehl mit längerer Ausführungszeit gegeben werden. ready-Befehl abfragen !

-Einige Befehle sind nicht in jedem Betriebsmodus möglich.

-die Speicherbefehle brauchen aus Sicherheitsgründen eine Freigabe durch einen Schlüsselcode.

Die Befehls-Besonderheiten sind bei einzelnen Beschreibung vermerkt.

Befehlsliste/Befehlsbeschreibung

Abkürzungen	Bedeutung
RD1	liefert 1 Byte zurück
RDL4	liefert 4 Bytes als long zurück
WRL4	erwartet 4 Bytes als long
WRF4	erwartet 4 Bytes als float
BUSY	längere Ausführungszeit
TR	nur im Nachführmodus möglich
OFF	nur in OFF-Position möglich
X,x	undefiniert
-	keine Beschränkung

Befehlsname	Hex-Code	Funktion	Besonderheiten
loadhighnibble	8XH	oberes Halbbyte X in Datenpuffer laden	-
loadlownibble	9XH	unteres Halbbyte X in Datenpuffer laden, setzt Zeiger auf nächstes Byte	-
displayon	A0H	Display-Umleitung ein	-
displayoff	A1H	Display-Umleitung aus	-
ready	A2H	liefert 0, wenn letzter Befehl beendet ist, sonst letzten Befehlscode	RD1
resetbuffer	A3H	setzt Zeiger auf erstes Byte von Datenpuffer. Ermöglicht Freigabe von readEEProm/ writeEEProm, wenn ein bestimmter Schlüsselcode im Datenpuffer ist	(WRL4)
upon	A4H	setzt UP-Taste	-
upoff	A5H	löst UP-Taste	-
downon	A6H	setzt DOWN-Taste	-
downoff	A7H	löst DOWN-Taste	-
lefton	A8H	setzt LEFT-Taste	-
leftoff	A9H	löst LEFT-Taste	-
righton	AAH	setzt RIGHT-Taste	-
rightoff	ABH	löst RIGHT-Taste	-
modeon	ACH	reserviert, nicht benutzen!	-
modeoff	ADH	reserviert, nicht benutzen!	-
onon	AEH	setzt ON	-
onoff	AFH	setzt OFF	-
faston	B0H	setzt FAST	-
fastoff	B1H	setzt SLOW	-
nottracking	B2H	für Nachführmodus sind Motoren anfangs ausgeschaltet	OFF
readswitch	B3H	liefert alle Schalter/Tasten in 1 Byte codiert: X,X,ON,FAST,UP,DOWN,LEFT,RIGHT gesetztes Bit=Taste/Schalter ein	RD1
readswitchtime	B4H	liefert 1. Byte wie readswitch + 3 Bytes Systemzeit in 1/100 Sekunden seit Spannungsanlegen	RDL4
readtime	B5H	liefert 1. Byte=0 + 3 Bytes Systemzeit in 1/100 Sekunden seit Spannungsanlegen	RDL4
readbuffer	B6H	liefert aktuellen Datenpuffer	RDL4
readRA	B7H	liefert aktuelle RA-Position	RDL4
readDE	B8H	liefert aktuelle DE-Position	RDL4
readdip	B9H	liefert aktuelle Dipschalter-Stellung [0,1023]	RDL4
writedip	BAH	ersetzt Dipschalter-Stellung durch Datenpuffer [0,1023],bis readdip erneut aufgerufen wird	WRL4
writeaccel	BBH	setzt Beschleunigung auf Datenpuffer [0,7],darf nicht während Schnellgang gesetzt werden.	WRL4
writeRApos	BCH	startet Positionierung RA mit Zielposition Datenpuffer oder aktualisiert Zielposition	WRL4, BUSY,TR

writeDEpos	BDH	startet Positionierung DE mit Zielposition Datenpuffer oder aktualisiert Zielposition	WRL4, BUSY,TR
writeRAlimit	BEH	aktualisiert FAST-Frequenz RA durch Datenpuffer [15.0,5000.0]	WRF4, BUSY,TR
writeDElimit	BFH	aktualisiert FAST-Frequenz DE durch Datenpuffer [15.0,5000.0]	WRF4, BUSY,TR
writeRASlow	C0H	aktualisiert SLOW-Frequenz RA durch Datenpuffer [$\pm 1.0, \pm 1000.0$]	WRF4, BUSY,TR
writeDEslow	C1H	aktualisiert SLOW-Frequenz DE durch Datenpuffer [$\pm 1.0, \pm 1000.0$]	WRF4, BUSY,TR
Pecon	C2H	schaltet PEC ein	BUSY,TR
pecoff	C3H	schaltet PEC aus	BUSY,TR
pecrec	C4H	startet PEC-Record neu	BUSY,TR
Ratrack	C5H	startet SLOW RA-Motor	BUSY,TR
RAstop	C6H	hält RA-Motor an	BUSY,TR
RApowerdown	C7H	schaltet RA-Motor (Strom) aus	BUSY,TR
Detrack	C8H	startet SLOW DE-Motor	BUSY,TR
Destop	C9H	hält DE-Motor an	BUSY,TR
DEpowerdown	CAH	schaltet DE-Motor (Strom) aus	BUSY,TR
readEEprom	CBH	liefert Parameterspeicher-Daten an Adresse Datenpuffer: [adr,x] als [adr,data]. Schlüsselcode muss vorher gesetzt sein, sonst wird readEEprom nicht ausgeführt.	BUSY, OFF, WRL4, RDL4
writeEEprom	CCH	schreibt Parameterspeicher-Daten an Adresse Datenpuffer: [adr,data], Schlüsselcode muss vorher gesetzt sein, sonst wird writeEEprom nicht ausgeführt.	BUSY, OFF, WRL4

Display-Umleitung

Mit dem Befehl displayon wird die Display-Umleitung eingeschaltet, sollte sie noch nicht fest als Einstellung programmiert sein. Alle Daten, die die MTS-3 danach sendet müssen durch ein Programm, das den Befehlssatz des LC-Display versteht, als Anzeige auf dem Monitor umgesetzt werden. Rufen Sie keine anderen Daten ab, wenn die Display-Umleitung eingeschaltet ist. Der Befehl displayoff schaltet die Display-Umleitung wieder aus.

Tastensimulation

Die Befehle, die Tasten/Schalter setzen oder lösen bewirken dasselbe, wie wenn Sie die MTS-3 manuell bedienen. Ist ein Taster/Schalter durch einen Befehl gesetzt, kann dieser nur durch den komplementären Befehl wieder gelöst werden. Für die Befehle writedip/readdip gilt dasselbe. Befehle für Tasten/Schalter sind in jedem Betriebsmodus erlaubt.

Taster und Schalter sind LOW-aktiv. Ein gesetzter Taster/Schalter treibt gleichzeitig den korrespondierenden Anschlusspin an der Stiftleiste auf LOW-Pegel.

Daten auslesen

Die Befehle, die Daten lesen, sind in jedem Betriebsmodus erlaubt (ausser readEEprom). readRA und readDE liefern die aktuelle Position der Schrittmotoren in Halbschritten. Wenn Sie die MTS-3 einschalten, enthält die RA-Position immer die letzte RA-Position reduziert auf das Intervall $\pm \text{Motor} * \text{Getriebe}$ (wegen PEC): RA-Position modulo $\text{Motor} * \text{Getriebe}$. Die DE-Position ist anfangs immer Null.

Bei der Ausführung von Befehlen mit längerer Ausführungszeit (BUSY-Befehle) sollte der ready-Befehl vorher so oft abgefragt werden, bis er eine Null liefert. Der Datenpuffer-Inhalt besteht immer aus den zuletzt geschriebenen oder gelesenen Daten. Der Datenpuffer bleibt ansonsten erhalten. Mit dem Befehl readbuffer können die zuletzt gesendeten (4-Byte) Daten überprüft, oder die zuletzt empfangenen (4-Byte) Daten nochmals abgerufen werden.

Positionieren, Motorbefehle

Die Befehle writeRApos und writeDEpos veranlassen die MTS-3 selbständig inklusive Beschleunigen und Bremsen den gewählten Zielpunkt in Halbschritten punktgenau anzufahren und dann anzuhalten. Der PC kann durch zyklisches Abfragen von readRA/readDE feststellen, wann der Zielpunkt erreicht ist. Während der Motor einen Zielpunkt anfährt darf jederzeit ein neuer Zielpunkt vorgegeben werden oder die Maximalgeschwindigkeit durch writeRALimit/writeDELimit verändert werden, oder bereits eine neue SLOW-Frequenz eingestellt werden.

Die Positionierung wird beendet bzw. abgebrochen:

- wenn der Zielpunkt erreicht ist
- durch RAtack, RAstop (DEtrack, DEstop)
- durch Tastendruck von LEFT, RIGHT (UP, DOWN)

Die Befehle RApowerdown, DEpowerdown, writeaccel oder das Ausschalten sollten nur im Stillstand oder SLOW-Modus verwendet werden, da durch den plötzlichen Stopp sonst Schritte verloren gehen könnten.

Das Nachführen einer Achse wird beendet:

- durch die Befehle RAstop (DEstop)
- durch die Befehle RApowerdown (DEpowerdown), welche zusätzlich den Motorstrom abschalten und die MTS-3 in einen Power-SAVE Standby-Modus schalten.

Das Nachführen einer Achse bzw. der SLOW-Modus wird gestartet:

- durch die Befehle RAtack (DEtrack)
- durch Tastendruck von LEFT, RIGHT (UP, DOWN)

Im übrigen wird der Motorstrom nach einem Stillstand(=Frequenz 0.0) von 2.56 Sekunden abgeschaltet. Ändert sich die Frequenz z.B. durch Tastendruck/-loslassen, wird er automatisch wieder eingeschaltet.

Die Funktionen beider Achsen arbeiten völlig unabhängig voneinander, analog zu der manuellen Bedienung, die jederzeit parallel zu den Motorbefehlen erfolgen kann.

Spielausgleich DE

Der Spielausgleich DE wird auch beim Positionieren berücksichtigt. Dadurch wird eine Zielvorgabe bei Richtungswechsel automatisch um den eingestellten Betrags des Spiels korrigiert. Dies sollten Sie bei der Positions-Vorgabe und Positions-Abfrage berücksichtigen.

Andernfalls ist der Spielausgleich ist durch writedip(0) abzuschalten.

Parameter-Daten auslesen und laden

Die Befehle readEEProm und writeEEProm lesen Daten aus dem Parameterspeicher bzw. schreiben Daten zurück in den Parameterspeicher. Diese Befehle können nur ausgeführt werden:

-im ausgeschalteten Zustand (OFF-Position)

-wenn sie zuvor durch folgenden Schlüsselcode freigegeben wurden:

Laden des Hex-Wertes 12345678H in den Datenpuffer und anschliessendem resetbuffer-Befehl (A3H). Wird der resetbuffer-Befehl mit anderen Daten ausgeführt, werden readEEProm und writeEEProm wieder gesperrt.

Der Parameterspeicher (EEProm) ist wortweise (16 Bit) organisiert, und belegt insgesamt 128 Bytes. Ein Lese- oder Schreibzugriff ist nur wortweise und nur auf geraden Adressen möglich. readEEProm erwartet die Adresse im Datenpuffer und liefert Adresse und Daten zurück. writeEEProm erwartet die Adresse und Daten im Datenpuffer und liefert nichts zurück:

	readEEProm Datenpuffer	readEEProm Rückgabewert	writeEEProm Datenpuffer
1.Byte	High(Adresse)	High(Adresse)	High(Adresse)
2.Byte	Low(Adresse)	Low(Adresse)	Low(Adresse)
3.Byte	undefiniert	High(Daten)	High(Daten)
4.Byte	undefiniert	Low(Daten)	Low(Daten)

Durch das spezielle Format können Adressen und Daten zusammen als long-Wert behandelt werden. Dadurch wird das Lesen, Aktualisieren und Zurückladen einzelner Parameter vereinfacht. Ein Rückgabewert von readEEProm kann direkt als Eingabewert von writeEEProm dienen.

Parameterspeicher (EEPROM)

Grösse: 128 Bytes Organisation: 64 * 16 Bits

Byte-Reihenfolge: big endian (höchstwertiges Byte an unterer Adresse, niederwertigstes Byte an oberer Adresse)

Ebenfalls benutzt von 68xxx (Macintosh, Amiga, Atari)

Anmerkung: 80x86 benutzt little endian (umgekehrte Reihenfolge!)

zu beachten: MTS-3 benutzt intern spezielles Format mit anderer Position von Vorzeichen und Exponent.

float format single precision (32bit):

MTS-3:	Exponent:8 , Sign:1 , Mantissa: 23 + hidden bit
	EEEEEEEE SMMMMMMM MMMMMMMM MMMMMMMM
IEEE:	Sign:1 , Exponent:8 , Mantissa: 23 + hidden bit
	SEEEEEEE EMMMMMMM MMMMMMMM MMMMMMMM

Adresse	Typ	Parameter	RESET-Inhalt
0	long	Motor*Getriebe	11520L
4	float	DE-SLOW	19.252588
8	float	DE-FAST	308.0414
12	float	RA-SLOW	19.252588
16	float	RA-FAST	308.252588
20	long	User-Motor*Getriebe	-
24	float	User-DE-SLOW	-
28	float	User-DE-FAST	-
32	float	User-RA-SLOW	-
36	float	User-RA-FAST	-
40	float	Korrekturfaktor	1.5000000
44	long	RA-Position modulo Motor*Getriebe	0L
48	long	reserviert	0L
52	bitfield	pecactive 0:1 pecvalid 1:1 acceleration 2:3 mountselect 5:3 baudrate 8:3 display 11:1	0 0 0 0 0 0
54	short	Stoppuhr	0
56	int[32]	PECTABLE	0[32]
120	long	PECBASE	0L
124	long	PECDIFF	0L

11. QBasic Beispielroutinen

```

DECLARE FUNCTION receivelong& ()
DECLARE SUB sendlong (daten&)
DECLARE SUB sendfloat (freq!)
DECLARE SUB delay (sec!)

```

Beispiel1: 'Beispiel für Dipschalter, Taster, Zeit und Position auslesen

Baudrate& = 9600

GOSUB initport 'COM2 öffnen

CLS

DO

LOCATE 1, 1

PRINT #1, CHR\$(&HB4); : x& = receivelong& 'readswitchtime

tasten& = x& \ &H1000000

IF tasten& AND 1 THEN PRINT "RIGHT" ELSE PRINT " "

IF tasten& AND 2 THEN PRINT "LEFT" ELSE PRINT " "

IF tasten& AND 4 THEN PRINT "DOWN" ELSE PRINT " "

IF tasten& AND 8 THEN PRINT "UP" ELSE PRINT " "

IF tasten& AND 16 THEN PRINT "FAST" ELSE PRINT "SLOW"

IF tasten& AND 32 THEN PRINT "ON " ELSE PRINT "OFF"

PRINT "Zeit: "; x& AND &HFFFFFF

PRINT #1, CHR\$(&HB9); : PRINT "Dip: "; receivelong& 'readdip

PRINT #1, CHR\$(&HB7); : PRINT "RA: "; receivelong& 'readRA

PRINT #1, CHR\$(&HB8); : PRINT "DE: "; receivelong& 'readDE

LOOP WHILE INKEY\$ = ""

END

Beispiel2: 'Positionieren: Motoren fahren endlos 1500 Schritte hin und zurück

Baudrate& = 9600

GOSUB initport 'COM2 öffnen

sendlong (3)

PRINT #1, CHR\$(&HBB); 'writeaccel

GOSUB waitready

sendfloat (500)

PRINT #1, CHR\$(&HBE); 'writeRALimit

GOSUB waitready

sendfloat (500)

PRINT #1, CHR\$(&HBF); 'writeDElimit

DO

GOSUB waitready

sendlong (1500)

PRINT #1, CHR\$(&HBD); 'writeDEpos

delay (2)

GOSUB waitready

sendlong (1500)

PRINT #1, CHR\$(&HBC); 'writeRApos

delay (2)

GOSUB waitready

sendlong (0)

PRINT #1, CHR\$(&HBD); 'writeDEpos

delay (2)

GOSUB waitready

sendlong (0)

PRINT #1, CHR\$(&HBC); 'writeRApos

delay (2)

LOOP WHILE INKEY\$ = ""

END

Beispiel3:

'Programm für die Emulation eines Dotmatrixdisplays wie es für
'die PowerFlex MTS-3 / SINUS-II Teleskopsteuerung verwendet wird.

Baudrate& = 9600

GOSUB initport 'COM2 öffnen

Display:

CLS

maxspalte% = 16 : maxzeile% = 2 'Displaygrösse

zeile% = 0 : spalte% = 0 'Cursor auf 0,0 (links oben)

rs% = 1 'druckbares Zeichen ein

PRINT #1, CHR\$(&HA0); 'Display-Umleitung einschalten

DO

IF INKEY\$ <> "" THEN PRINT #1, CHR\$(&HA1); :CLOSE: END

IF LOC(1) > 0 THEN 'Falls Byte empfangen->ausdrucken

c\$ = INPUT\$(1, 1)

c% = ASC(c\$)

IF c% = 255 THEN '255 geht immer einem Steuerbefehl voraus

rs% = 0 'nächstes Byte ist Steuerbefehl

ELSE

GOSUB LCD 'Zeichen ausgeben oder Steuerbefehl ausführen

END IF

END IF

LOOP

END

LCD:

IF rs% = 0 THEN 'Steuerbefehle

IF c% >= 128 THEN

IF c% >= 192 THEN zeile% = 1 ELSE zeile% = 0

spalte% = c% AND &H3F 'dd set

ELSEIF c% >= 64 THEN 'cg set unused

ELSEIF c% >= 32 THEN 'function set unused

ELSEIF c% >= 16 THEN 'shift unused

ELSEIF c% >= 8 THEN 'displaycontrol unused

ELSEIF c% >= 4 THEN 'entrymodeset unused

ELSEIF c% >= 2 THEN

zeile% = 0: spalte% = 0 'home

ELSEIF c% >= 1 THEN

CLS : zeile% = 0: spalte% = 0 'clear

END IF

rs% = 1 'druckbares Zeichen ein

RETURN

END IF

'Druckbare Zeichen

LOCATE zeile% + 1, spalte% + 1

IF spalte% < maxspalte% AND zeile% < maxzeile% THEN PRINT c\$

spalte% = spalte% + 1

IF spalte% >= &H50 THEN spalte% = 0

RETURN

Beispiel4:

'Beispiel für Parameter auslesen/zurückspeichern

Baudrate& = 9600

GOSUB initport 'COM2 öffnen

sendlong(&H12345678) 'Freigabecode
PRINT #1, CHR\$(&HA3); 'resetbuffer als EEpromenable

DIM eeprom&(64) 'Array für Parameter

FOR i& = 0 TO 63 '64 Worte
sendlong(i& * 2 * 65536) 'Adresse senden
PRINT #1, CHR\$(&HCB); 'readEEProm
eeprom&(i&) = receivealong& 'Adresse, Daten empfangen und speichern
PRINT i&, eeprom&(i&) AND 65535 'Adresse, Daten anzeigen
NEXT
STOP 'Hier halten, F5 für Rückspeichern

FOR i& = 0 TO 63 '64 Worte
sendlong(eeprom&(i&)) 'Adresse, Daten aus Array senden
PRINT #1, CHR\$(&HCC); 'writeEEProm
GOSUB waitready
NEXT
END

waitready:
DO
PRINT #1, CHR\$(&HA2); 'ready?
LOOP UNTIL ASC(INPUT\$(1, 1)) = 0
RETURN

initport:
OPEN "COM2:2400,N,8,1,CD0,CS0,DS0,OP0,RS,TB2048,RB20480" FOR
RANDOM AS 1
IF Baudrate& <> 2400 THEN
'gilt nur für IBM-Kompatible
OUT &H2F8 + 3, 128 'Baudrateneingabe ein
OUT &H2F8 + 0, 115200 \ Baudrate& 'Baudrate low byte
OUT &H2F8 + 1, 0 'Baudrate high byte
OUT &H2F8 + 3, 3 '8 Bit + 1 Stopbit und Baudrateneingabe aus
END IF
RETURN

```

SUB delay (sec)
  exittime = TIMER + sec
  WHILE TIMER < exittime
  WEND
END SUB

```

```

FUNCTION receivelong&
  daten$ = "1234"
  FOR i% = 4 TO 1 STEP -1
    MID$(daten$, i%, 1) = INPUT$(1, 1)
  NEXT
  receivelong& = CVL(daten$)
END FUNCTION

```

```

SUB sendfloat (freq!)
  daten$ = MKS$(freq!)
  FOR i% = 4 TO 1 STEP -1
    byte% = ASC(MID$(daten$, i%, 1))
    nibblehigh% = (byte% \ 16) + &H80
    nibblelow% = (byte% AND 15) + &H90
    PRINT #1, CHR$(nibblehigh%); CHR$(nibblelow%);
  NEXT
END SUB

```

```

SUB sendlong (daten&)
  daten$ = MKL$(daten&)
  FOR i% = 4 TO 1 STEP -1
    byte% = ASC(MID$(daten$, i%, 1))
    nibblehigh% = (byte% \ 16) + &H80
    nibblelow% = (byte% AND 15) + &H90
    PRINT #1, CHR$(nibblehigh%); CHR$(nibblelow%);
  NEXT
END SUB

```

12. Schrittmotoren

Dieses Kapitel soll das Thema Schrittmotor nur in Grundzügen erläutern. Es wendet sich in erster Linie an den Montierungs-Selbstbauer. Es ist nicht schwierig mit der MTS-3 und einem Schrittmotor eine funktionsfähige Nachführung zu konstruieren. Allerdings ist doch einiges zu beachten, wenn es gilt den optimalen Schrittmotor passend für MTS-3 und Montierung zu finden. Dies ist besonders wichtig, wenn erhöhte Anforderungen an die Nachführung gestellt werden, wie schwere Montierung und hohe Geschwindigkeit. Weiterreichende Informationen erhalten Sie in der Fachliteratur und den Broschüren und Datenblättern der Hersteller. Auf Wunsch kann Ihnen eine Liste von Schrittmotorherstellern und Bezugsquellen zugesandt werden.

Schrittmotorfunktion

Der Schrittmotor zeichnet sich dadurch aus, dass er ohne weiteren Regelaufwand den Schritimpulsen der Ansterelektronik exakt mit der Ausführung einer definierten

Drehbewegung ("ein Schritt") folgt. Er ist somit gut geeignet, wenn es auf sehr niedrige als auch hohe Drehgeschwindigkeiten mit exakter Frequenz ankommt.

Es gibt sehr viele Ausführung von Schrittmotoren. Sie unterscheiden sich hauptsächlich in:

- 2-Phasen oder 5-Phasen
- Schrittzahl/Umdrehung (üblich 24,48,100,200,400)
- Phasenwiderstand und -Induktivität
- bipolar und unipolar
- Anzahl der Anschlüsse/Wicklungen
- Stromaufnahme, Leistung und Temperaturfestigkeit
- Bauart/Bauform, Magnetmaterial
- Abtriebswelle, Kugellager, Gleitlager
- Grösse und Gewicht
- Drehmoment und Resonanzverhalten
- Selbsthaltungsmoment und Mikroschritteignung
- Trägheitsmoment und Beschleunigungsvermögen
- erzielbare Geschwindigkeit
- Preis und Verfügbarkeit

Das **Grundfunktionsprinzip** ist aber bei allen Schrittmotoren gleich:

Zwei (bei 2-Phasen) feste Spulen (Stator) erzeugen ein magnetisches Drehfeld (gesteuert von der Elektronik), indem sich ein Rotor bestehend aus Permanentmagneten zwangsläufig dem Drehfeld folgend mitdreht. Die hohen Schrittzahlen werden dabei durch eine besondere geometrische Ausführung von Stator und Rotor und einer speziellen Magnetisierung des Rotors mit vielen Polpaaren erzielt.

Betriebsarten

Schrittmotoren können in verschiedenen Betriebsarten angesteuert werden. Die Unterschiede bestehen in der Kurvenform des Stromverlaufs der einzelnen Wicklungen, der damit erzielbaren Schrittauflösung und der dazu notwendigen Steuerelektronik:

-Vollschritt:

Beide Wicklungen werden für Schrittsequenz im gegenseitigen Wechsel umgepolt. Beide Wicklung werden gleich stark bestromt. Schrittzahl entspricht Nominalwert.

-Wellensteuerung:

Abart des Vollschritt, bei der jeweils nur eine Wicklung bestromt wird. Schrittzahl = Nominalwert)

-Halbschritt:

Abwechselnd werden beide Wicklungen und nur eine Wicklung bestromt. Erlaubt Verdoppelung der Nominalschrittzahl. Günstiger gegenüber Vollschritt hinsichtlich Schrittauflösung, Resonanzen, Geschwindigkeit und Stromverbrauch.

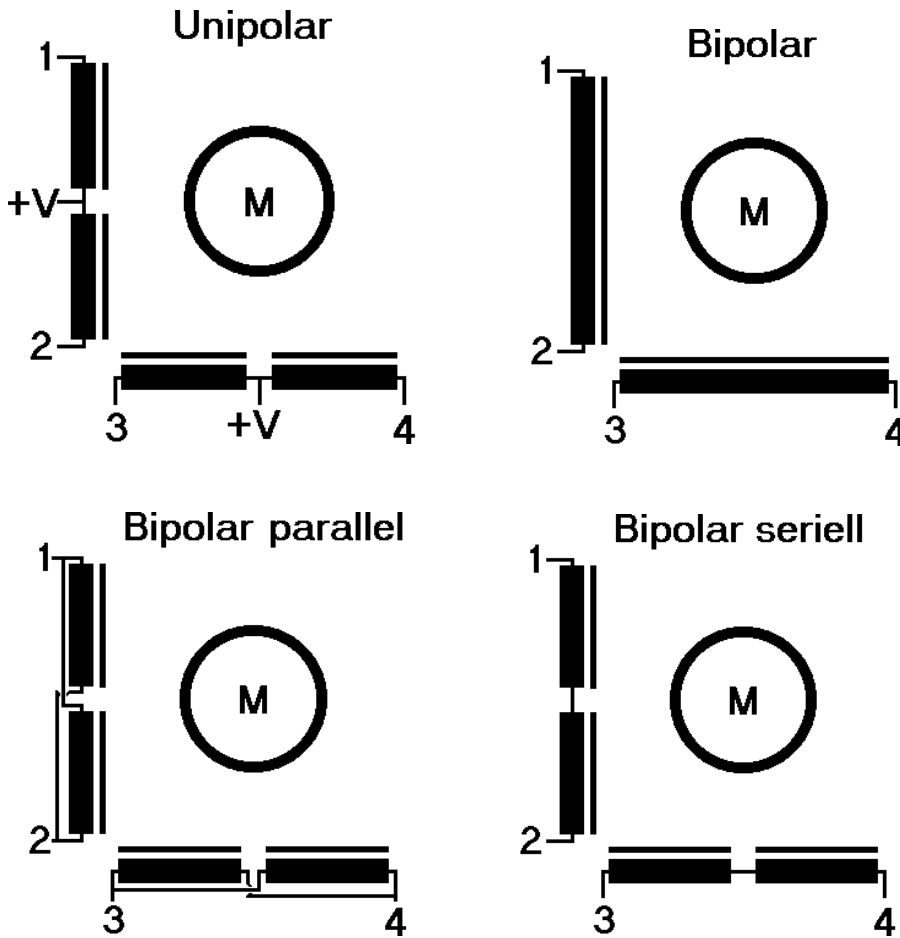
Wird von MTS-3 verwendet.

-Mikroschritt:

Der Stromverlauf in beiden Wicklungen wird einer Sinus- bzw. Cosinusform mit mehr oder weniger Stufen angenähert. Erlaubt noch feinere Schrittauflösung und weniger Resonanzen, erfordert aber eine aufwendigere Ansteuerelektronik und für optimalen Betrieb Mikroschritt-geeignete Schrittmotoren.

Verschaltungsarten

Es gibt für Schrittmotoren 4 mögliche Arten der Verschaltung



Welche Art der Verschaltung möglich ist, hängt ab von der Anzahl der Anschlussdrähte des Schrittmotors und der Treiberart der Steuerelektronik. Die MTS-3 verwendet Bipolar-Treiber, so dass alle Arten von 2-Phasen-Schrittmotoren angeschlossen werden können. Die speziell unipolaren Schrittmotoren mit 5 oder 6 Anschlussdrähten können ebenfalls bipolar betrieben werden, wenn der Mittenanschluss nicht kontaktiert wird.

Auswahl geeigneter Typen

Als wichtigste Grundgröße sollte das erforderliche Drehmoment zum Drehen der Schnecke ermittelt werden. Als zweites kann man sich entscheiden, wie hoch die Nachführfrequenz sein soll. Für kleine Reisemontierungen z.B. mit denen nur kurz brennweitig beobachtet oder fotografiert wird, reicht eine niedrige Frequenz, vielleicht um die 10Hz oder niedriger. Im anderen Extremfall wäre für eine schwingungsfreie Nachführung eine Frequenz um die 50Hz oder höher anzustreben. Generell sollte aber getestet werden, wie eine spezielle Montierung auf die Vibrationen des Schrittmotors bei einer bestimmten Frequenz reagiert. Als nächste Entscheidung steht die Wahl der FAST-Frequenz für schnelles Positionieren an. Man muss sich im Klaren darüber sein, dass man hier an physikalische Grenzen stößt: Das Bewegen einer schweren Montierung erfordert nun mal einen gewissen Kraftaufwand, und die Leistungsabgabe der MTS-3 ist beschränkt.

Grundsätzlich muss angemerkt werden, dass hohes Drehmoment und hohe Geschwindigkeit gegensätzliche Anforderungen sind. Wenn Sie also eine wirklich hohe FAST-Frequenz benötigen, müssen Sie alle Fakten gegeneinander abwägen und eine Kompromisslösung suchen.

Es gibt z.B. Schrittmotoren, die bei niedriger Frequenz und niedriger Stromaufnahme ein sehr grosses Drehmoment haben, aber schon bei einigen 100 Hz deutlich an Drehmoment verlieren.

Hier zeigen sich auch ganz deutlich die Unterschiede zwischen einem billigen "Restposten"-Schrittmotor, der schon bei 500Hz stehenbleibt und einem hochwertigen schnellaufenden Scheibenmagnet-Schrittmotor, der bis zu mehreren Kilohertz betrieben werden kann.

Weil das Drehmoment von Schrittmotoren zu höheren Frequenzen hin je nach Typ mehr oder weniger stark abnimmt, sollten Sie auf jeden Fall die von den Herstellern erstellten Diagramme mit dem Drehmomentkurven studieren und vergleichen.

Stromaufnahme

Die wichtigste Grundgrösse ist die Stromaufnahme des Schrittmotors, die 600mA/Phase bei alleinigem Betrieb und 400mA/Phase bei Dauerbetrieb von 2 Schrittmotoren nicht überschreiten sollte. Auf jeden Fall muss man mit der Gesamtstromaufnahme unter der Ansprechschwelle des Überlastschutzes bleiben. Für die Stromaufnahme ist massgebend der Wicklungswiderstand und die Versorgungsspannung (->siehe Stromverbrauch).

Sollte die Stromaufnahme eines Schrittmotors höher als erlaubt sein, so muss sie entweder durch Serienschaltung der Wicklungen (bei bipolaren Typen mit 8 Anschlüssen) und/oder durch einen zu jeder Phase in Serie geschalteten (ohmschen) Widerstand entsprechend vermindert werden. Achten Sie dabei auf die Dimensionierung und Kühlung der Widerstände wegen der dabei in ihnen entstehenden Verlustleistung. Generell verbessern ohmsche Serienwiderstände und eine höhere Betriebsspannung das Drehmoment bei höheren Frequenzen, haben aber den Nachteil eines niedrigeren Gesamtwirkungsgrades und eines höheren Gesamtstromverbrauchs der Nachführung auch bei niedrigen Frequenzen.

Drehmoment

Das Drehmoment zum Drehen der Schnecke kann relativ einfach ermittelt werden. Befestigen Sie dazu an der waagrecht ausgerichteten Schneckenachse den Handdrehknopf und wickeln Sie um diesen eine Schnur einige Male fest herum, so dass sie nicht abrutschen kann. An das andere Ende der Schnur hängen Sie freischwebend einen Eimer. Füllen Sie nun den Eimer langsam mit Wasser, bis die Schnecke sich zu drehen beginnt. Wiegen Sie dann die Masse des Eimers samt Wasser.

Berechnen Sie nun : $\text{Drehmoment} = \text{Masse}[\text{kg}] * 9.81 \text{ N/kg} * \text{Knopfradius}[\text{m}]$

Bei der Prozedur sollten Sie erschwerende Bedingungen, die im Betrieb vorkommen können mit berücksichtigen, wie z.B. ungleichmässig belastete Montierung, zähe Lagerschmierung bei Kälte. Das Drehmoment DS, das der Schrittmotor aufbringen muss beträgt dann:

$\text{DS} = \text{Drehmoment} * \text{Getriebeuntersetzung} / \text{Getriebewirkungsgrad}$

Beispiel: $\text{DS} = 0.5 \text{ Nm} * 1/50 / 0.7 = 0.014 \text{ Nm} = 1.4 \text{ Ncm}$

Getriebe

Zwischen Schnecke und Motor muss (in den allermeisten Fällen) noch ein Getriebe geschaltet werden, damit das notwendige Drehmoment erreicht wird, und damit man einen brauchbaren Wert für die Nachführfrequenz erhält. Das Getriebe könnte aus einer Zahnradstufe bestehen und/oder einem fertig gelagerten Getriebeblock. Als Ausführungen wären Stirnzahnradgetriebe, Planetengetriebe oder Schneckengetriebe (weniger gut wegen schlechtem Wirkungsgrad) geeignet. Für die Berechnung muss ausserdem die Belastbarkeit und der Wirkungsgrad (ca. 90% pro Zahnradstufe) beachtet werden.

Viele Hersteller bieten zu Ihren Schrittmotoren passende Getriebe montiert oder unmontiert in mehreren Ausführungen und mit Standard-Untersetzungen an.

Dies wären z.B. 1:9 1:12 1:24 1:48 1:90 oder 1:12.5 1:25 1:50 1:100.

13. Elektrische Anschlüsse

Schliessen Sie nur die dafür vorgesehenen Kabel und Geräte an. Berühren Sie besonders die Kontakte nicht, um eine elektrostatische Entladung, die zur Beschädigung der Elektronik führen kann, zu vermeiden. Zu starker elektrostatischer Aufladung führen vor allem Kunststoffteppichböden in Innenräumen, Synthetikfaser-Kleidung und Gummischuhsohlen. Vermeiden Sie all dieses, wenn Sie an den Anschlüssen hantieren. Im Freien ist mit elektrostatischer Aufladung normalerweise nicht zu rechnen.

Die MTS-3 verfügt neben dem Anschluss für 2 Schrittmotoren und Stromversorgung noch Anschlussmöglichkeiten weiterer Geräte oder Zubehör:

Autoguiden-Anschluss

Sämtliche auf dem Markt befindlichen CCD-Autoguiden-Nachführsysteme der Firmen SBIG (ST-x), Meade(Pictor), OES u.a. können mit der MTS-3 ohne Umbau verbunden werden. Für die genannten Firmen sind anschlussfertige Kabel lieferbar. Sonderkabel sind auf Anfrage ebenfalls lieferbar.

Hand-Kontrollbox extern

Zur parallelen Bedienung besteht die Möglichkeit extern auch eine weitere Hand-Kontrollbox anzuschliessen. Zu diesem Zweck sind die Anschlüsse der Taster und Schalter an der Stiftleiste zugänglich.

RS-232

Für die serielle Kommunikation verfügt die MTS-3 über die Anschlüsse Txd, Rxd und Gnd. Die Verbindung zum PC erfolgt über ein Adapterkabel und einem Standard 9-poligem D-Sub-Kabel und eventuell einem 9->25 Adapterstecker. Dabei werden Txd und Rxd von PC und MTS-3 kreuzweise miteinander verbunden.

LC-Display

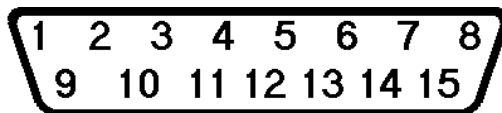
Das LC-Display wird mit einem Flachbandkabel mit der MTS-3 verbunden, wobei 3 Datenleitungen für die serielle Übertragung sowie Vcc und Gnd kontaktiert sind.

14-polige Stiftleiste

An alle Anschlüsse, ausser Rxd dürfen keine externen Spannungen angelegt werden. Die Signaleingänge RIGHT,LEFT,DOWN,FAST,UP,ON dürfen nur gegen Gnd geschaltet werden (Open Collector, Open Drain, Optokoppler, Relais oder Dioden verwenden!)

1	2	1: LCD data/rs	8: FAST
3	4	2: LCD clock	9: UP
5	6	3: RIGHT	10: Txd
7	8	4: Gnd(0V)	11: Rxd
9	10	5: LEFT	12: LCD enable
11	12	6: Vcc(+5V)	13: ON
13	14	7: DOWN	14: LED

15-poliger Stromversorgung/Motor-Stecker



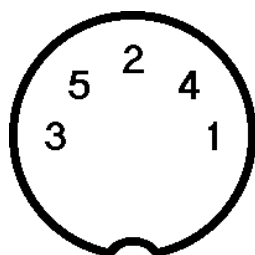
- 1: RA Phase 1 5: DE Phase 1
- 2: RA Phase 2 6: DE Phase 2
- 3: RA Phase 3 7: DE Phase 3
- 4: RA Phase 4 8: DE Phase 4
- 9,10,11: Versorgungsspannung
- 12,13: nicht belegt
- 14,15: Masse

2-polige Stromversorgungs-Stecker

Litze roter Streifen = Bananenstecker rot = Vdd (PLUS)

Litze schwarz = Bananenstecker schwarz = Gnd (MINUS)

5-polige Motor-Stecker (Draufsicht auf Stiftkontakte)



- 1: Phase 4
- 2: nicht kontaktiert
- 3: Phase 1
- 4: Phase 2
- 5: Phase 3

14. Elektrische Kenndaten MTS-3LP

Für die Besitzer älterer MTS-3 (nicht MTS-3LP) gelten dazu weiterhin die entsprechenden Angaben in der alten Betriebsanleitung !!!

Stromversorgung

Grenzwerte:	minimal	empfohlen	maximal
Spannung:	10 Volt	12 - 18 Volt	28 Volt

Batterien

In Frage kommen: Bleiakku ("Autobatterie"), NiCd-Akku, NiMH-Akku oder (nicht) -wiederaufladbare Alkali-Mangan-Batterien. Für eine ausreichend lange Stromversorgung sollten Sie unbedingt den Stromverbrauch bei der Bemessung der Kapazität beachten.

Formel: $t=C/I$ (t:Zeit[h], C:Kapazität[Ah], I:Stromverbrauch[A])

Die Formel gilt allerdings nur näherungsweise, da die exakte Kapazität (nicht die aufgedruckte!) vom Ladungszustand, Alter, Temperatur und Entnahmestrom abhängt. Beachten Sie deshalb die Herstellerangaben von Akku und Ladegerät. Kontrollieren Sie auch regelmässig die Spannung, um die 10 Volt Mindestspannung nicht zu unterschreiten, und um eine Tiefentladung (falls Bleiakku) zu vermeiden.

Netzgeräte

In Frage kommen Netzgeräte mit fester oder regelbarer Ausgangsspannung. Achten Sie unbedingt auf ausreichende Stromabgabe und eine stabilisierte Ausgangsspannung. In dieser Hinsicht sind die häufig anzutreffenden Steckernetzteile überfordert und daher nicht geeignet. Sehr sinnvoll ist auch eine Strombegrenzung. Bei regelbaren Netzteilen ist zu beachten, dass die Spannungsgrenzwerte der MTS-3 nicht versehentlich überschritten werden dürfen.

Verpolungsschutz

Die MTS-3 besitzt einen optimierten MOSFET-Verpolungsschutz, der im Gegensatz zu den üblichen Dioden nur noch einen geringen (stromabhängigen) Spannungsverlust aufweist, und damit die Verlustleistung minimiert.

Der Spannungsverlust beträgt bei 1 Ampere ca. 0.055 Volt. Sollte die MTS-3 versehentlich mit falscher Polung angeschlossen werden, so schaltet sie einfach nicht ein. Dabei ist keine Beschädigung zu befürchten.

Stromverbrauch

Elektronik ohne Motoren: ca. 15mA - 25mA betriebsabhängig

LC-Display: ca. 1mA - 2mA

Motoren: zulässig maximal 4 * 400mA (bei zwei Motoren Dauerbetrieb)

oder maximal 2 * 600mA (bei einem Motor)

Der Stromverbrauch der Motoren bemisst sich nach deren Phasenwiderstand.

$I_{ph} = V_{dd} / (R_{ph} + R_{tr})$ mit I_{ph} : Strom/Phase

R_{ph} : Phasenwiderstand

R_{tr} : Treiberwiderstand (ca. 2 Ohm)

V_{dd} : Versorgungsspannung

$I_{max} = 2 * I_{ph}(RA) + 2 * I_{ph}(DE)$ I_{max} : maximaler Gesamtstrom

Für 2 Schrittmotoren mit je 40 Ohm/Phase bei 12 Volt ergäbe sich:

$I_{max} = 2 * 12V/42 \text{ Ohm} + 2 * 12V/42 \text{ Ohm} = 1.14 \text{ Ampere}$

Im Nachführbetrieb dürfte der DE-Motor die längste Zeit abgeschaltet sein, so dass sich dieser Wert in etwa halbiert und mit dem Halbschrittbetrieb nochmals auf 75% verringert.

Der durchschnittliche Verbrauch ist also: $1.14A * 0.5 * 0.75 + 0.025A = 0.45 \text{ A}$.

Berücksichtigen sie dies bei der Dimensionierung der Akkukapazität.

Überlastschutz und Motortreiber

Die MTS-3 verwendet integrierte H-Brücken-MOSFET-Motortreiber vom Typ 2 * L6204 (SGS-Thomson) zum bipolaren Betrieb von 2 Schrittmotoren.

Ab einer Gesamtstromaufnahme von ca. 2 Ampere schaltet ein Überlastschutz alle Motortreiber ab und in Abständen von ca. 1/10 Sekunde wieder ein. Dieser Zustand kann sich in einem starken unkontrolliertem Ruckeln der Motoren bemerkbar machen und sollte sobald als möglich durch Abschalten beendet werden.

Die Treiber enthalten ausserdem eine thermische Schutzabschaltung, die ab einer Chiptemperatur von ca. 150°C anspricht. Das Abschalten durch den Überlastschutz ist allein dazu bestimmt, die MTS-3 vor dauerhaften Schaden zu bewahren und ist kein erlaubter Betriebszustand. Eine Überlast kann eintreten, wenn:

-die Motoren einen zu niedrigen Phasenwiderstand haben.

-ein Kurzschluss in Steuerung, Stecker, Kabel oder Motor vorliegt.

Der Überlastschutz spricht an bei Überlast zwischen allen Phasen untereinander und der Versorgungsspannung, aber nicht zwischen den Phasen und dem Masseanschluss.

Ein Kurzschluss zwischen Masse und einer Phase wird den Treiber höchstwahrscheinlich zerstören. Seien Sie also entsprechend vorsichtig.

Kabel und Stecker

Die Kabel und die Stecker zu den Motoren und der Stromversorgung stellen die häufigste Ursache für Fehlfunktionen dar. Deshalb sollten Sie folgendes beachten:

Die Stromzuführung sollte einen guten Kontakt zur Stromquelle haben. Wacklige Krokodilklemmen und oxidierte Kontakte, die leicht einen ungewollten Stromausfall verursachen können sind wenig geeignet. Selbst kurzzeitige Spannungseinbrüche beantwortet Ihre MTS-3 mit einem Neustart, der zwar keinen Schaden anrichtet, aber zu unnötiger Unterbrechung der Nachführung und Verlust der PEC-Information führen. Für eine notwendige Kabelverlängerung sollten Sie einen ausreichenden Leiterquerschnitt wählen. Von der Verwendung von üblichen 12Volt-Kabeltrommeln mit KFZ-Zigarettenanzünderanschluss (oft auch sehr wackelig!) mit grosser Länge und kleinem Querschnitt ist gerade bei höherer Stromaufnahme abzuraten.

Benutzen Sie z.B. eine sichere Steckverbindung mit Bananensteckern und entsprechenden Buchsen. Bei geschraubten Klemmverbindungen ist zu beachten, dass sich die Kontaktschrauben nach häufiger mechanischer Beanspruchung lockern und zu Wackelkontakten führen können. Unter Umständen sind (sauber) gelötete Verbindungen besser geeignet.

Für die Motor-Stecker und -Buchsen gilt dasselbe wie oben erläutert. Ein Schrittmotor kann nur laufen, wenn alle 4 Phasen richtig kontaktiert sind. Ansonsten rührt er sich entweder überhaupt nicht, ruckelt unkontrolliert oder dreht sich kraftlos zufällig mal in die eine oder andere Richtung. Stellen Sie daher sicher, dass:

-alle Phasen nach korrektem Schema angeschlossen sind.

-der Stecker korrekt, mittig (nicht verdreht) und fest in der Buchse sitzt. Gerade die 5-poligen DIN-Stecker können leicht verdreht in 8-polige DIN-Buchsen gesteckt werden !

Notfalls überzählige Kontakte blockieren !

-die Kontakte nicht oxidiert und frei von Schmutz sind.

-die Kontaktfedern der Buchse nicht überdehnt sind, und sicheren Kontakt bieten.

Notfalls mit einer Nadel zurechtbiegen !

-das Kabel unbeschädigt ist. Gerade im Freien kann es durch Tritt und/oder extreme Kälteeinwirkung zu einem Kabelbruch kommen.

15. Software - Details

Frequenzgenauigkeit

Die MTS-3 speichert sämtliche Frequenzwerte intern als einfach genaue Fließkommazahlen, also für diesen Zweck extrem genau. Für die Ansteuerung der Motoren werden die Frequenzwerte in Zeitintervalle zwischen 2 aufeinanderfolgenden Schritten umgerechnet.

Die zeitliche Rasterung dieser Zeitintervalle beträgt für die Nachführfrequenz 4.24 Nanosekunden, und für alle anderen Frequenzen 1.085 Mikrosekunden. Anzumerken wäre, dass sich durch die Interrupt-gesteuerte Schrittausgabe zwangsläufig bei einzelnen Schritten Verspätungen bis ca. maximal 30 Mikrosekunden ergeben können (Phasenjitter genannt), die sich aber nicht aufsummieren. Bei einer FAST-Frequenz von 5000Hz ergibt sich somit eine maximale Frequenzabstufung von 0.5425 Prozent = 27.125Hz. Es sollte Sie nicht stören, wenn die angezeigte Frequenz nicht exakt der tatsächlichen entspricht, da die MTS-3 den nächstliegenden möglichen Wert auswählt.

Bei einer Nachführfrequenz von z.B. 50Hz ergibt sich eine Frequenzabstufung von nur 0.2 ppm, also eine verschwindend kleine Grösse. Tatsächlich beträgt die Frequenzstabilität des Schwingquarzes 30 ppm. Somit beträgt die Genauigkeit der Nachführfrequenz auch 30 ppm.

PEC Funktionsweise

Die PEC-Aufnahme funktioniert im Prinzip so, dass die MTS-3 die Differenz zwischen der tatsächlichen Schrittposition des RA-Motors, (in der auch alle von Ihnen gemachten Korrekturen mit LEFT und RIGHT eingehen) und der rein rechnerischen Schrittposition (ohne jegliche Korrekturen) berechnet.

Diese Differenz speichert die MTS-3 genau 32-mal während exakt einer Schneckenumdrehung in der PEC-Tabelle dauerhaft ab.

Nachdem dann exakt eine Schneckenumdrehung vollendet ist, übernimmt die PEC anhand der PEC-Tabelle die Kontrolle über die Nachführfrequenz. Dies macht die PEC so, indem sie in Abständen von einigen Sekunden aus der PEC-Tabelle durch Interpolation die Schritt-Differenz für eine zukünftige ($t + 2$ Sekunden) Schrittposition berechnet. Um diese Differenz wird die rein rechnerische Schrittposition für ($t + 2$ Sekunden) korrigiert.

Aus dieser korrigierten Schrittposition und der momentanen Schrittposition kann die MTS-3 (in Abständen von 2 Sekunden) eine neue Nachführfrequenz berechnen. Die Nachführung wiederholt somit ziemlich genau Ihre Korrekturen während der PEC-Aufnahme, wobei diese Korrekturen bedingt durch die nur 32 Werte der PEC-Tabelle eine gewisse natürliche Nivellierung erfahren und gleichmässiger verlaufen. Die PEC-Korrektur ist nur an die Schrittposition gekoppelt und ist somit frequenzunabhängig. Dies ermöglicht es die PEC-Tabelle ständig fest gespeichert parat zu halten und beliebig den Schnellgang oder die Positionierung benutzen zu können, ohne die PEC zu verlieren.

Wenn Sie eine PEC-Tabelle aufnehmen, sollten sich alle Korrekturen während einer Schneckenumdrehung aufaddiert normalerweise aufheben. In der Praxis wird dies kaum der Fall sein, weil andere Einflüsse ausser dem periodischen Schneckenfehler auch noch wirken. Diese Möglichkeit berücksichtigt die PEC und korrigiert wirklich nur einen periodischen Fehler, indem die restliche Differenz durch Normierung der gesamten PEC-Tabelle eliminiert wird.

Deshalb entspricht auch die gemittelte PEC-kontrollierte Nachführfrequenz während einer Schneckenumdrehung exakt der ursprünglich programmierten Nachführfrequenz.

16. Fehlerursachen und Fehlerbehebung

Sollte etwas nicht so funktionieren wie erwartet, so finden Sie hier einige Hinweise. Lesen Sie dann das zugehörige Kapitel nochmals durch.

Motor ruckelt, falsche/zufällige Drehrichtung

Überprüfen Sie den Motorstecker.

Eventuell liegt Überlast/Kurzschluss vor. Sofort abschalten !

Motor bleibt stehen/tönt mit hoher Frequenz

Frequenz zu hoch eingestellt.

Motor ungeeignet/zu schwach.

Spannung zu niedrig.

Falsche Geschwindigkeit

Überprüfen Sie die Montierungsdaten.

Display zeigt nichts an

Das Display muss vor Anlegen der Versorgungsspannung eingesteckt sein, weil es anfangs nur einmal initialisiert wird.

Versionen vor 1.10 steuern das Display noch nicht an.

Vielleicht ist das Kabel nicht ganz eingesteckt oder defekt.

Display zeigt extreme Werte an

Wahrscheinlich ist die MTS-3 falsch programmiert worden. Versuchen Sie einen RESET.

Steuerung reagiert nicht

Vielleicht ist die MTS-3 im falschen Betriebsmodus.

MTS-3 ausschalten und wieder einschalten.

RS-232 funktioniert nicht

Überprüfen Sie die Baudrateneinstellung, COM-Einstellung und das Befehlsprotokoll.

LED blinkt

-> Unterspannungs-Warnung, -> Speicherfehler

17. Anwendungsbestimmungen, Gewährleistung und Garantie

Die MTS-3, sowie alle daran angeschlossenen Zubehörteile oder Geräte dürfen nur unter Beachtung der in der Betriebsanleitung genannten Bedingungen betrieben werden. Für eine anderweitige Behandlung, Nutzung oder unautorisiertem Eingriff übernehmen wir keinerlei Haftung.

Für die MTS-3 und Zubehör geben wir Ihnen eine Garantie vom einem Jahr auf alle elektronischen und mechanischen Bauteile.

Ausgeschlossen sind Teile, die erkennbar einer übermäßigen Beanspruchung oder unsachgemässen Behandlung unterlagen.

Wir als Hersteller sagen zu, dass unsere Geräte die beschriebenen Eigenschaften besitzen, ausführlich getestet wurden und somit ihren bestimmungsgemässen Zweck erfüllen.

Sollten Sie dennoch Mängel feststellen, so bitten wir in Ihrem Interesse um möglichst baldige Kontaktaufnahme, um uns die Gelegenheit zur Nachbesserung zu geben.

Ein Anspruch auf Rückgabe oder Nachbesserung besteht nicht, wenn ein festgestellter Mangel für die Funktion des Gerätes unerheblich oder eine Fehlfunktion durch entsprechende Bedienung/Behandlung vermeidbar ist.

Dennoch möchten wir Sie bitten, uns solche Kleinigkeiten mitzuteilen, damit wir zukünftig die Fehler beseitigen und die MTS-3 weiter verbessern können.

18. Serviceleistungen

Boxdörfer Elektronik
Zum Gries 7
96317 Kronach
Tel: 09261 53853 Fax: 09261 53853

Zubehör und Preise

(inklusive 16% Mehrwertsteuer) **Stand: April 1998**

Versandkosten werden nach Aufwand berechnet (mindestens DM 11,60).

Händler, die bei uns regelmässig bestellen erhalten einen Rabatt von 10%.

PowerFlex MTS-3LP Steuerung Inklusive Strom/Motor-Kabel und Anleitung	DM 580,00
Strom/Motor-Kabel einzeln	DM 55,00
LC-Display	DM 240,00
RS-232-Kabel 1m 9-polig	DM 35,00
ST-4-Kabel 2m	DM 35,00
ST-7-Kabel 2m	DM 35,00
Pictor-Kabel (ST-x-Kabel+Adapterkabel)	DM 55,00
Verteilerbuchse einzeln	DM 5,00
Verteilerkabel 0.5m 3-fach	DM 35,00
Upgrade auf Version 1.15	DM 50,00
Upgrade auf Version 2.00 inklusive Anleitung	DM 120,00
Anleitung einzeln wird bei Bestellung einer MTS-3LP oder eines Upgrades angerechnet	DM 10,00
Generalüberholung älterer MTS-3 inklusive Austausch aller Taster, Schalter und Gehäuse sowie Funktionstest	DM 120,00

Sonderanfertigungen und -ausführungen sind auf Anfrage möglich. Ebenfalls können wir Ihnen für den konkreten Fall ausgewählte Schrittmotoren und Getriebe anbieten.

Beratung, Reparaturen

Im Zusammenhang mit der MTS-3 können wir Ihnen eine fachkundige Beratung bieten.

Die allermeisten Fragen können am schnellsten und einfachsten am Telefon geklärt werden. Wir möchten Sie deshalb bitten zunächst diese Möglichkeit zu nutzen.

Als Hersteller sind wir in der Lage eventuell notwendige Reparaturen oder Fehlerbehebungen kostengünstig, schnell und korrekt durchzuführen. Aus Erfahrung wissen wir aber, dass bei den meisten Beanstandungen gar kein wirklicher Defekt vorlag, sondern eine Fehlbedienung oder falsches Anschliessen die Ursache war.

Deshalb bitten wir Sie, Geräte nur nach vorheriger telefonischer Rücksprache und mit ausführlicher Fehlerbeschreibung zurückzusenden.

Nachrüstung älterer MTS-3 auf Version 2.00

Wenn Sie bereits eine MTS-3 besitzen, und die neuen Möglichkeiten der Software-Version nutzen möchten, so kann Ihre MTS-3 nachgerüstet werden. Dazu müssen Sie Ihre MTS-3 nach vorheriger Ankündigung an uns zurücksenden. Wir tauschen dann den Microcontroller aus und führen einen Funktionstest durch. Sie erhalten dann die MTS-3 umgehend zurück.

19. Sicherheitshinweise

Schliessen Sie die MTS-3 nur an eine geeignete Stromversorgung an, die die erlaubten Grenzwerte einhält. Ein Anschluss einer zu hohen Spannung oder gar der 230-Volt-Netzspannung wird Ihre MTS-3 mit Sicherheit zerstören und Sie setzen sich möglicherweise sogar der Lebensgefahr aus !!! Halten Sie die MTS-3 samt Anschlusskabel auch unbedingt von Kindern und anderen Unbefugten fern, denn die Bananenstecker passen nur zu gut auch in 230-Volt-Netzsteckdosen !!!

20. Funktions - Kurzübersicht

Um Funktion auszuwählen, Tastenkombination beim Einschalten gedrückt halten.

Um Werte zu speichern und Funktion zu beenden, einfach ausschalten.

Funktion	Tastenkombination	zu beachten
Nachführen	keine	LED grün: PEC aus LED gelb: PEC aus / abrufbar LED rot : PEC ein
Sonne "	UP	"
Mond "	DOWN	"
PEC ein/aus	LEFT	innerhalb 10 Sekunden ausschalten
PEC aufnehmen	LEFT	LED abwechselnd gelb / dunkel Start durch FAST->SLOW
Korrekturfaktor	RIGHT	16 Werte: 1.0625 - 2.0000 UP: erhöhen DOWN: erniedrigen LED abwechselnd rot / grün bei Wertewechsel
Lernmodus	UP+RIGHT	Start durch FAST->SLOW
Beschleunigung	DOWN+RIGHT	8 Werte an Dipschalter Nr. 1,2,3
RA-,DE-Frequenzen direkt	Vor Einschalten: SLOW: fein 1/100000 FAST: grob 1/1000	Nach Einschalten: SLOW: SLOW-Frequenz ändern FAST: FAST-Frequenz ändern
RA-Frequenzen	LEFT+RIGHT	UP: erhöhen DOWN: erniedrigen
DE-Frequenzen	UP+DOWN	RIGHT: erhöhen LEFT: erniedrigen
Baudrate	DOWN+LEFT+RIGHT	8 Werte an Dipschalter Nr.1,2,3 Display-Umleitung an Nr. 4
Motor-Getriebe	UP+LEFT+RIGHT	Dipschalter Nr. 1 - 10
Montierungsauswahl	UP+DOWN+RIGHT	Dipschalter Nr. 1,2,3
Parameter sichern	UP+DOWN+LEFT	user-defined Montierung
RESET	UP+DOWN+LEFT+RIGHT	Standardeinstellungen für alle (Montierungs-)Parameter, ausser user-defined Montierung
Unterspannung	LED blinkt	Stromversorgung sofort überprüfen !