

# **TECHNISCHE BESCHREIBUNG**

PULSBREITENMODULIERTER  
4-QUADRANTEN SERVOREGLER

BAUREIHE

# **TRG 24/2**

## Wichtig !

- Bitte unbedingt vor der Inbetriebnahme **die technische Beschreibung lesen.**
- **Gerät** vor aggressiven und elektrisch leitfähigen Medien **schützen.** Diese könnten zu Fehlfunktionen oder zur Zerstörung führen.
- Keine spannungsführenden Teile berühren. **Lebensgefahr!**
- Einbau, Anschluß und Inbetriebnahme nur durch einen Fachmann unter Berücksichtigung der **einschlägigen Sicherheitsvorschriften.**
- Zugesicherte Eigenschaften und Funktionen des Gerätes werden nur bei **sachgemäßer Anwendung** garantiert.
- Eingriffe und Abänderungen, die nicht ausdrücklich von uns genehmigt wurden, sowie **nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch führen zum Ausschluß jeder Gewährleistung und Haftung.**
- Grundlage für alle mit uns geschlossenen Rechtsgeschäfte sind unsere "**Allgemeine Geschäftsbedingungen**".
- Alle Dokumentationen, Zeichnungen, Pläne etc. unterliegen den **urheberrechtlichen Bestimmungen.** Jede Verwertung, Vervielfältigung, Weitergabe und Umgestaltung ohne unsere ausdrückliche Zustimmung ist untersagt.



---

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Technische Beschreibung</b>	4
1.1 Allgemeines	4
1.2 Technische Daten	5
1.3 Regelprinzip	6
1.4 Blockschaltbild	8
1.5 Einstellmöglichkeiten	7
<b>2. Anschluß des Gerätes</b>	8
2.1 Steckerbelegung	9
2.2 Erläuterung der Anschlußbelegung	8
2.3 Eingangsprüfschaltung	10
2.5 Polung von Motor und Tacho	11
<b>3. Inbetriebnahme</b>	11
3.1 Voreinstellungen	11
3.2 Tachoanpassung	11
3.3 EMK-Regelung	12
3.4 IxR-Kompensation	12
3.5 Offset-Abgleich	
<b>4. Optimierung des Regelverhaltens</b>	13
4.1 Wechselstromverstärkung	13
4.2 Gleichspannungsverstärkung	13
4.3 Tachosiebung	13
4.4 Integralanteil des Drehzahlreglers	13
<b>Anhang:</b>	
Bestückungsplan	15

# 1. Technische Beschreibung

## 1.1 Allgemeine Information

Bei dem Transistor-Servoverstärker TRG 24/2 handelt es sich um einen plusbreitenmoduliert arbeitenden Verstärker im Europakartenformat. Die Euro-Karte kann mit einem oder auch zwei getrennten Verstärkern bestückt werden. Der zweifache Verstärker trägt dann die Bezeichnung TRG 24/2D, wobei das "D" für "doppelt" steht.

Die Geräte sind als Vierquadranten-Verstärker ausgeführt, d.h. der Motor kann in beide Richtungen antreiben, sowie auch bremsen.

Die Nennausgangsspannung beträgt 24 V bei einem Ausgangsdauerstrom von 2 A. Die Verstärker sind mit Netzteil versehen und können entweder über Transformator oder von einer Gleichspannung versorgt werden.

- Spannungsprogrammierbare Strombegrenzung
- 1 oder 2 Achsen auf einer Europakarte

Weitere Vorzüge sind:

- Guter Wirkungsgrad durch Taktendstufe
- Mindestlastinduktivität bereits auf der Euro-Karte vorhanden.
- Keine Hilfsspannungen erforderlich

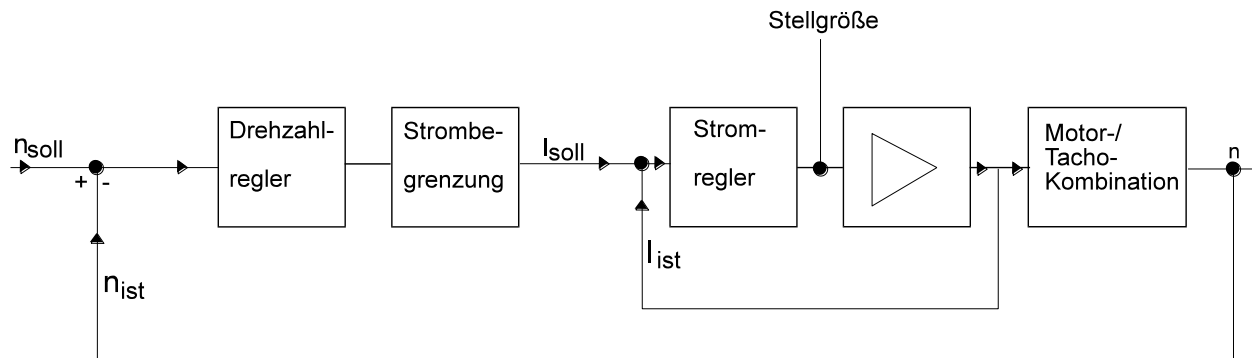
## 1.2 Technische Daten

- Versorgungsspannung	21 V AC
- Maximale Eingangsgleichspannung	33 V DC
- Minimale Eingangsgleichspannung	20 V DC
- Spannungsbereich des Differenzeingangs	± 10 V
- Innenwiderstand des Differenzeingangs	20 k Ω
- Spannungsbereich des Tachoeingangs (bei U <sub>e</sub> = 10 V Nenndrehzahl)	12 - 73 V
- Max. Eingangsdrift	± 15 μV/°C
- Bandbreite des unterlagerten Stromreglers	1 kHz
- Taktfrequenz der Endstufe	17 kHz
- Ausgangsstrom-Formfaktor mit Mindestlastinduktivität bei 24 V und 2 A	1,01
- Gesamtwirkungsgrad bei Nennstrom und Nennspannung	ca. 85%
- Referenzspannungen für ext. Sollwerterzeugung	+ 9,1 V/3 mA - 9,1 V/2 mA



### 1.3 Regelprinzip

Die Servoverstärker arbeiten nach dem Prinzip der Drehzahlregelung mit unterlager-tem Stromregelkreis. Der Signalflußplan dieses Regelprinzips ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



Der Stromregelkreis besteht aus dem Stromregler und der Verstärker-Endstufe. Der jeweilige Strom-Istwert wird am Ausgang der Endstufe ermittelt und auf den Summierpunkt zurückgeführt. Den Stromsollwert liefert der Drehzahlregler.

Soll- und Istwert werden verglichen und die Differenz wird dem Stromregler zugeführt. Der übergeordnete Drehzahlregelkreis besteht aus Drehzahlregler, Stromregelkreis und Motor/Tachokombination.

Der Drehzahlsollwert wird von außen durch den Benutzer vorgegeben, wie z.B. Potentiometer, NC-Steuerung. Der Drehzahl-Istwert wird direkt an der Motorwelle, z.B. durch einen Tachogenerator, ermittelt und am ersten Summierpunkt mit dem Drehzahl-Sollwert verglichen. Die somit bekannte Differenz ist die Eingangsgröße des Drehzahlreglers. Er bildet aus der Regeldifferenz den erforderlichen Stromsollwert.

Der Vorteil dieses Regelprinzips ist, daß Strombegrenzungen, die zum Schutz von Motor und Verstärker notwendig sind, auf einfache Weise nur durch Begrenzung der Ausgangsspannung des Drehzahlreglers (Stromsollwert) realisiert werden können.

## 1.4 Blockschaltbild :



## 1.5 Einstellmöglichkeiten

- Potentiometer 1: Spannungsteiler für Tachoeingang (Regelbereich 12-73 V für Nenn Drehzahl)
- Potentiometer 2: Offsetabgleich des Drehzahlreglers
- Potentiometer 3: Wechselspannungsverstärkung des Drehzahlreglers
- Potentiometer 4: EMK-Abgleich bei Regelung mittels zurückgeführter Motorspannung (ohne Tachogenerator)

P 1 Tacho

P 2 Offset

P 3 Gain

P 4 EMK

P 1

P 2

Nur bei doppelt bestückter Karte

P 3

P 4

## 2. Anschluß des Gerätes

### 2.1 Steckerbelegung:

Regler 1 :



18 a : Tacho -  
18 c : Motor +  
20 a : Tacho +  
20 c : Motor -  
22 a : + 9,1 Ref.  
22 c : Sollwert invertierend  
24 a : - 9,1 V Ref.  
24 c : Sollwert nicht invertierend  
26 a : Versorgungsspannung max. 33 V DC  
26 c : Versorgungsspannung max. 33 V DC  
28 a : Enable  
28 c : Wechselspannungsversorgung max. 22,5 V AC  
30 a : Strombegrenzung 0-10 V  
30 c : Wechselspannungsversorgung max. 22,5 V AC  
32 a : Leistungsmasse  
32 c : Leistungsmasse

**Regler 2 :**

2 a : Tacho -  
2 c : Motor +  
4 a : Tacho +  
4 c : Motor -  
6 a : + 9,1 V Ref.  
6 c : Sollwert invertierend  
8 a : - 9,1 V Ref.  
8 c : Sollwert nicht invertierend  
10 a : Versorgungsspannung max. 33 V DC  
10 c : Versorgungsspannung max. 33 V DC  
12 a : Enable (bei Verbindung mit Masse)  
12 c : Wechselspannungsversorgung max. 22,5 V AC  
14 a : Strombegrenzung 0-10 V  
14 c : Wechselspannungsversorgung max. 22,5 V AC  
16 a : Leistungsmasse  
16 c : Leistungsmasse

Die Anschlüsse 18-32 gelten für Regler 1,  
die Anschlüsse 2-16 für Regler 2, wenn dieser bestückt ist.

## 2.2 Erläuterung der Anschlüsse

**Achtung:** Die Klemmennummern in den eckigen Klammern gelten beim Doppelregler für den 2. Verstärker.

★ Motoranschlüsse (18c, 20c) [2c, 4c]

---





Dies sind die Ausgangsklemmen der Endstufe, an denen der Motor angeschlossen wird.

Wenn der Motor mit seinem positiven Anschluß an Klemme 18c [2c] und mit dem negativen Anschluß an Klemme 20c [4c] angeschlossen wird, dreht er bei positivem Sollwert in die als positiv definierte Richtung.

★ **Tachoeingang (18a, 20a) [2a, 4a]**

Eingang zum Anschluß eines Gleichspannungs-Tachogenerators zur Drehzahlrückmeldung. Bei 10V Sollwert sollte die Tachospaltung mindestens 12 V und nicht mehr als 73V betragen um die Nenndrehzahl zu erreichen.

★ **Referenzspannungsausgänge (22a, 24a) [6a, 8a]**

An der Klemme 22 a [6a] wird eine positive Referenzspannung von 9,1V zur Verfügung gestellt die mit max. 3 mA belastet werden darf. Dies reicht aus um z.B. den Sollwert für Strom und Drehzahl vorzugeben.

An der Klemme 24a [8a] wird eine negative Referenzspannung zur Verfügung gestellt. Sie ist zur Erzeugung des negativen Sollwertes für die Drehzahl geeignet und darf mit max. 2 mA belastet werden.

★ **Sollwerteingang (22c, 24c) [6c, 8c]**

Eingänge des Differenzverstärkers zur Vorgabe des Drehzahlsollwertes. Die maximale Differenzspannung darf  $\pm 10V$  betragen. Die Klemme 24c [8c] wirkt positiv gegenüber Klemme 22c [6c].

★ **Gleichspannungsversorgung (26a,c und 32a,c) [10a,c und 16a,c]**

Diese Klemmen werden benutzt, wenn der Verstärker mit einer Gleichspannung versorgt werden soll. Der positive Pol der Gleichspannung wird an Klemme 26a,c [16a,c].

Die Gleichspannung sollte mindestens 20V und max. 33 V betragen. Die Anschlüsse 32a,c [16a,c] können auch benutzt werden, um verschiedene Geräte masseseitig miteinander zu verbinden.

★ **Enable Endstufenfreigabe (28a) [12a]**

Für normalen Betrieb ist dieser Anschluß auf 0V zu legen. Bei offenem Eingang ist der Motor stromlos.

★ **Trafoanschlüss (28c, 30c) [12c, 14c]**

An diesen Kontakten wird die Sekundärwicklung des Trafos angeschlossen.

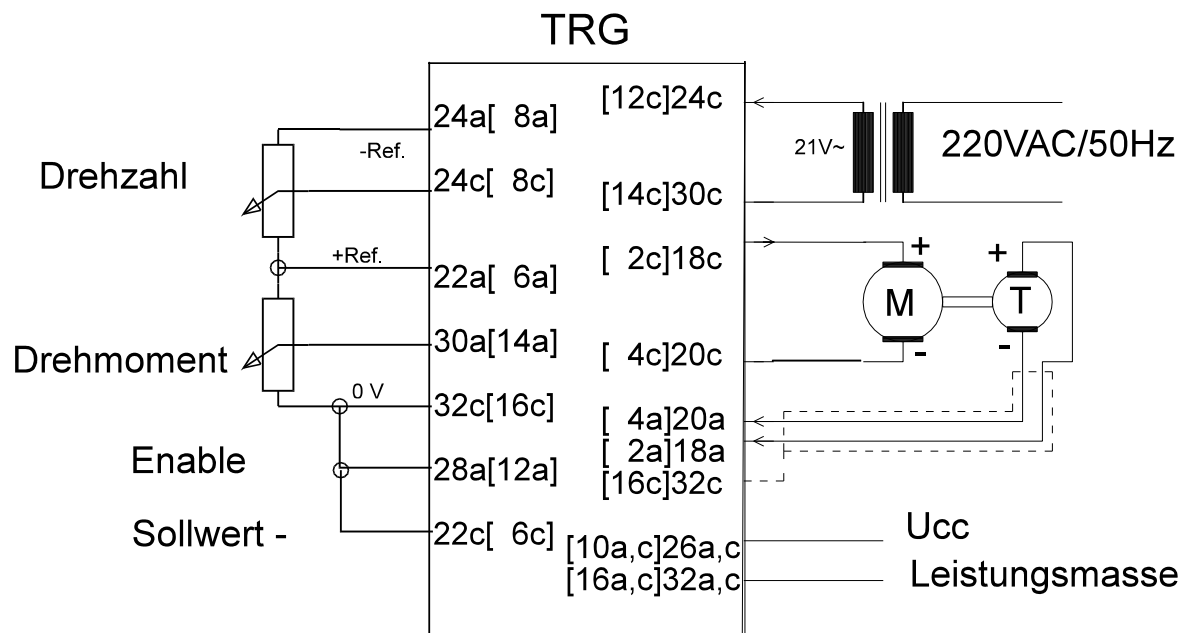
★ **Strombegrenzungseingang (30a) [154a]**



An diesem Eingang kann der Motorstrom über eine externe Spannung (0-10 V) begrenzt werden.

Einer Spannung von 0V entspricht ein Motorstrom von ca. 0 Ampere. Wird keine externe Strombegrenzung gewünscht, muß dieser Anschluß auf die positive Referenzspannung (Klemme 22a [6a] gelegt werden.

## 2.4 Eingangsprüfschaltung TRG 24/2



Die Klemmennummern in den eckigen Klammern beziehen sich auf den 2. Verstärker beim Doppelregler TRG 24/2D.

## 2.5 Polung von Motor und Tacho

Verdreht man bei ausgeschaltetem Gerät von Hand die Motorwelle in die als positiv definierte Richtung, muß an der Klemme 18c (2c) gegenüber der Klemme 20c (4c) eine positive Spannung zu messen sein. Ebenso muß die Tachospaltung an Klemme 18a (2a) gegenüber Klemme 20a (4a) positiv sein. Stimmt die Polung von Motor oder Tacho nicht, so müssen die betreffenden Anschlußleitungen vertauscht werden.

---

## **3. Inbetriebnahme**

### **3.1 Voreinstellung**

Vor dem ersten Einschalten sollten die Potentiometer voreingestellt werden, um bei Verdrahtungsfehlern Schäden an Motor und Maschine zu vermeiden.

- Tachopoti P1 auf Linksanschlag
- Verstärkungspoti P3 auf Linksanschlag
- Poti P4 (EMK) auf Linksanschlag
- Offset-Poti P2 etwa auf Mittelstellung

Mit Lötbrücke "Tacho/EMK" die gewünschte Betriebsart auswählen. Beim nun folgenden Einschalten darf zunächst kein Sollwert vorgegeben werden. Der Motor muß nach dem Einschalten Haltemoment entwickeln und darf nur wenig driften. Werden dann kleine Sollwerte vorgegeben, muß der Motor folgen. Falls der Motor unkontrolliert wegläuft, Tachokreis nochmals auf falsche Polung, Kurzschluß oder Leitungsunterbrechung untersuchen.

### **3.2 Tachoanpassung**

Zum Einstellen der maximalen Drehzahl wird ein Sollwert von 10V oder ein bestimmter Prozentsatz von 10 V auf den Sollwerteingang gegeben. Mit dem Tachopoti P1 wird nun die gewünschte Enddrehzahl oder davon der gleiche Prozentsatz wie beim Sollwert, eingestellt. Bei Tachospansungen von weniger als 12V bei Nenndrehzahl reicht der Stellbereich von P1 nicht aus. In diesem Fall bleibt P1 auf Linksanschlag und die zu hohe Drehzahl wird durch Abschwächen des Sollwertes korrigiert. Dies geschieht durch Einlöten eines geeigneten Widerstandes (R30) (Siehe Bestückungsplan).

### **3.3 EMK-Regelung**

Steht zur Drehzahlregelung kein Tachogenerator zur Verfügung, so muß die Brücke "Tacho/EMK" auf EMK-Regelung umgelötet werden. In diesem Fall kann dann die gewünschte Maximaldrehzahl bei einer Sollwertvorgabe von 10V mit dem EMK-Poti P4 eingestellt werden.



### 3.4 IxR-Kompensation

Wird zusätzlich noch eine IxR-Kompensation gewünscht, kann dies durch Einlöten eines entsprechenden Widerstandes Rx (auf dem Bestückungsplan markiert) erfolgen. Die IxR-Kompensation bewirkt eine Anhebung der Ausgangsspannung, die proportional zur Stromaufnahme den Spannungsabfall am Innenwiderstand des Motors kompensiert und somit dem Drehzahlabfall bei steigender Belastung entgegenwirkt. Die Größe des einzulötenden Widerstands Rx hängt vom Innenwiderstand des Motors ab. Er errechnet sich überschlägig wie folgt:

$$R_x = \frac{1}{R_M} \times 90 \times 10^3$$

$R_M$  = Innenwiderstand des Motors in Ohm

$R_x$  = in Ohm

Zur optimalen Einstellung der IxR-Kompensation werden kurze Start/Stop-Impulse vorgegeben, um das Bremsverhalten des Motors zu beobachten.

Der Motor soll beim Bremsen, mit ein oder zwei Überschwingern, den neuen Drehzahlsollwert erreichen. Ist noch kein Überschwingen feststellbar, muß Rx verkleinert werden.

Ist das Überschwingen zu lang oder zu stark, muß Rx vergrößert werden.

### 3.5 Offset-Abgleich

Nachdem alle vorangegangenen Einstellungen vorgenommen wurden, muß jetzt noch der Offset-Abgleich durchgeführt werden. Dazu wird wieder der Sollwert 0V vorgegeben und mit P2 ein Wegdriften der Motorwelle beseitigt.

Zur genaueren Einstellung des Offsets kann die Tachospannung an den Klemmen 18a und 20a mit einem Digital-Voltmeter (auf kleinsten Meßbereich schalten) gemessen und auf 0V abgeglichen werden.

## 4. Optimierung des Regelverhaltens

### 4.1 Wechselspannungsverstärkung



Bei den allermeisten Anwendungen beschränkt sich die Optimierung auf die Einstellung der Wechselspannungsverstärkung am Potentiometer P3. Hierzu den Motor an die Last ankuppeln und einen Sollwert von 0V vorgeben.

Potentiometer P3 nach rechts drehen, bis Oszillation einsetzt und sofort anschließend durch Links-drehen den Punkt des Wiederaussetzens aufsuchen.

## 4.2 Gleichspannungsverstärkung

Besonders bei übergeordnetem Lageregelkreis ist oftmals eine genau definierte statische Steifigkeit erwünscht. Zur Veränderung der Steifigkeit ist der Widerstand RP vorgesehen. Mit größer werdendem Widerstand nimmt die Steifigkeit zu. Die statische Steifigkeit ist nicht zu verwechseln mit der an P3 einstellbaren dynamischen Steifigkeit (Wechselspannungsverstärkung).

## 4.3 Tachosiebung

Zur Filterung des Tachosignals ist der Kondensator CT vorgesehen. Sein Mindestwert beträgt 47 nF. Er befindet sich auf den Lötposten LP1 und LP2. Allerdings hat dieser Kondensator auch noch die Aufgabe, die Regelbandbreite so zu begrenzen, daß keine Oszillationen durch Torsionsresonanzen entstehen.

Falls vom Motor, vorallem nach der Einstellung auf hohe Stromgrenzwerte und ohne Vorgabe eines Sollwertes, Heulgeräusche ausgesendet werden, die mit dem Verstärkungspoti P3 nicht beseitigt werden können, liegt eine solche Oszillation durch Torsionsresonanz vor. Zu ihrer Unterdrückung ist der Kondensator CT stufenweise zu erhöhen, bis ein ruhiger Motorlauf erreicht wird.

Eine darüber hinausgehende Vergrößerung verschlechtert unnötig das dynamische Regelverhalten (Überschwingen).

## 4.3 Integralanteil des Drehzahlreglers

Für den Integralanteil des Drehzahlreglers ist der Kondensator CI zuständig.

Die Anforderung an die Dynamik der Verstärker unterscheiden sich beim Betrieb als Drehzahlregler deutlich von denjenigen, die beim Vorhandensein eines übergeordneten Lagereglers benötigt werden:

Im ersten Fall muß die Steifigkeit vom Drehzahlregler erbracht werden, der deswegen eine möglichst große integrale Verstärkung haben muß (CI muß klein sein), wobei ein kurzzeitiges Überschwingen meist zulässig ist. Im Gegensatz hierzu wird beim Betrieb mit übergeordnetem Lageregler die Steifigkeit von diesem erbracht.



Hierbei kommt es vor allem auf größtmögliche Breitbandigkeit des Servoverstärkers an, wobei die integrale Verstärkung wesentlich geringer sein kann, als im ersten Fall. Der Kondensator C1 muß hierzu vergrößert werden.

Das Überschwingen des Verstärkers ohne Lageregelung wird hierdurch geringer, die Abbremszeit bis zum Stillstand des Motors ist jedoch etwas länger.

## **Bestückungsplan :**

