

Inhalt :

1. Kurzbeschreibung (siehe Umschlag)
2. Varianten (siehe Umschlag)
3. Schemas
 - 3.1 Blockschema
4. Funktionsbeschreibung
 - 4.1 Geraet
 - 4.2 Ergaenzungen zum Regler
 - 4.3 Ergaenzungen zum Leistungsteil
 - 4.4 Ergaenzungen zum MOS-FET-Treiber
5. Herstellung
 - 5.2 Standardeinstellungen
 - 5.3 Bestimmung der variablen Bauteile
7. Einsatz
 - 7.1 Prinzip des Einsatzkonzeptes
 - 7.2 Betriebsvarianten
 - 7.3 Beschreibung der Anschlüsse
 - 7.4 Beschreibung der Potentiometer und Indikatoren
 - 7.5 Nomogramme zur Bestimmung der Parameter-Bauteile
 - 7.6 Inbetriebnahme
8. Weitergehende Bemerkungen
 - 8.2 Bemerkungen zu den Extras, Optionen
 - 8.3 Tips und Tricks (Seiteneffekte des DC 4Q E)

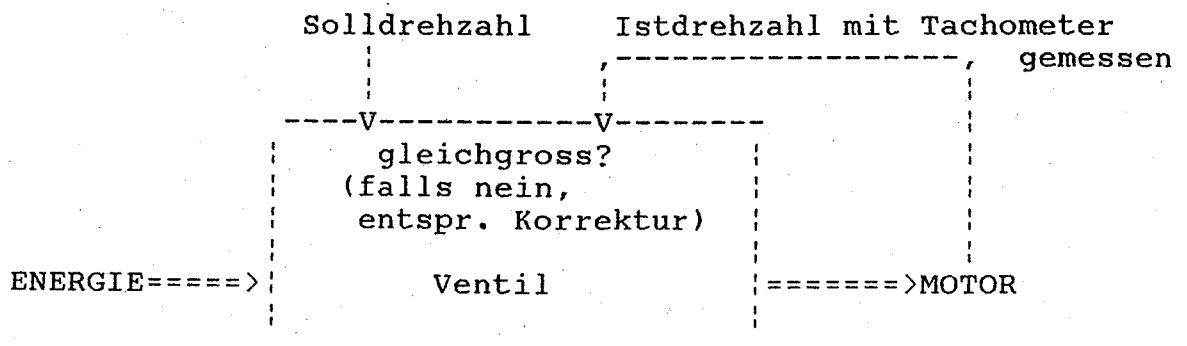
4. Funktionsbeschreibung

4.1 Geraet

Das leistungsfaeheige und aeusserst kompakte 4-Quadranten-Regelgeraet treibt und bremst DC-Motoren in beiden Drehrichtungen. Als Energiequelle dient eine unstabilisierte Gleichspannung, die aus energietechnischen Gruenden ueber eine gewisse Ausgangskapazitaet verfuegen muss.

Alle internen Versorgungsspannungen werden aus dieser Gleichspannung - auch Zwischenkreis (=ZWK) genannt - hergestellt.

Als Drehzahl-Information dient eine Spannung zwischen -10Volt und + 10 Volt, sie wird Sollwert (=SW) genannt. Ein SW von 0 ergibt idealerweise auch Drehzahl null. Das Regelgeraet wird nun im allgemeinen Fall versuchen, dem Motor soviel Energie zuzufuegen, dass die daraus resultierende Drehzahl (=DZ) immer proportional zum SW ist. Die DZ bei SW=+10Volt wird positive Nenndrehzahl genannt. Vereinfacht laesst sich das Regelgeraet als elektronisches, geregeltes Ventil darstellen.



Das Geraet verfuegt zudem noch ueber Eingaenge um die Drehzahlregelung in verschiedener Weise zu beeinflussen. Als Beispiel die sog. Zuendfreigabe (=ZFG), die den Motor elektronisch an die geregelte Energie anschliesst oder von dieser abtrennt.

Ferner besitzt das Geraet Ausgaenge, die den Zustand und gewisse interne Groessen anzeigen, bzw zur Weiterverarbeitung ausgeben.

Mit Potentiometer, Bauteilen auf Loetstuetzpunkten sowie LED-Anzeigen, kann auf den Betrieb des Geraetes Einfluss genommen werden, bzw optisch der Status abgelesen werden.

Die Differenz-Verstaerkerstufe mit Din+, Din- und Dout ist frei verwendbar und wird von der Reglerversorgung (+-15Volt) gespeist. Ihr Arbeitsbereich liegt prinzipiell innerhalb +- 12 Volt, Die Eingangsspannungen koennen aber je nach Anwendung auch ausserhalb dieser Grenzen liegen.

RmpIn ist der Eingang eines "Sollwertprozessors" und wird ueblicherweise mit dem Sollwert verbunden. Das Signal gelangt zuerst an eine Stufe, wo es invertiert wird. Das Original oder die Inversion wird, je nach Zustand von INV\ weitergeleitet. Dieses Signal wiederum gelangt an eine Stufe, wo es selbst oder Null, in Abhaengigkeit des Einganges N=0\, weitergegeben wird.

Anschliessend der eigentliche Sollwertintegrator, oder besser gesagt der Sollwertanstiegs-Begrenzer. Die max. Anstiegs-(und auch Abfall-)zeit wird mit dem Poti Tint beeinflusst.

Bevor der Sollwert nun wieder den Pin RampOut erreicht, gelangt er durch eine Stufe, die den Ausgang RampOut, je nach Zustand von QStop, rel. hochohmig auf Null schalten kann. Damit laesst sich die Drehzahl rasch, dh. der Stromgrenze entlang, nullsetzen, auch wenn die Abfallzeit des Sollwertintegrators weit groesser ist. Die Aktivierung von Qstop setzt auch die Integratorkondensatoren auf Null, sodass beim loesen von Qstop der Antrieb der Sollwertintegrator-kurve entlang wieder hochfaehrt.

Der Hauptpfad des Reglers beginnt mit den Eingaengen Uin1 und Uin2, wo der eigentliche Drehzahlsollwert anliegt. Dieser gelangt ueber den entspr. Normierungswiderstand an den Summenpunkt des Drehzahlreglers. Ebenfalls an diesen Punkt gelangt eine kleine Korrekturspannung, die den Drehzahloffset festlegt (Noffset-Poti). Als dritte Komponente gelangt der DrehzahlIstwert an diesen Summenpunkt. Der DrehzahlIstwert liegt an Tachol oder Tacho2 an. Er wird entweder von einem sog. Gleichspannungstachometer, welcher zB. auf der Motorwelle sitzt, oder aber aus dem Regelgeraet selber, dass die Spannung am Anker misst, zur Verfuegung gestellt. Der, der entsprechenden Drehzahl angepasste, Istwert wird am Schleifer von Poti Nmax abgeriffen, und gelangt ueber einen Pufferverstaerker an den oben erwaehten Summenpunkt.

Das Istwertsignal, also die Tachospaltung, wird dem Anwender in verschiedenen Varianten ausgegeben. In gepuffert Form als vorzeichenbehaftete normierte Groesse an UT1, ohne Vorzeichen an -!UT!. Ungepuffert, dafuer aber mit weniger Offset/Offsetdrift an UT2 (nur wenn BR201 eingesetzt).

Das Poti Xp beeinflusst das Regelverhalten, indem man damit die Regelverstaerkung verstellen kann. Zusaetzlich kann der Regler intern bei sehr kleinem Drehzahl(ist-)wert die Regelverstaerkung vergroessern.

Das Ausgangssignal des PI-Drehzahlreglers kann als Stromsollwert interpretiert werden. Dieser Stromsollwert gelangt nun an einen Limiter. Der Limiter wirkt wie ein Ventil, der austretende, effektive Stromsollwert kann ueber eine elektronisch verstellbare Grenze nicht hinauswachsen. Diese Grenze wird mit der Spannung am Pin Iamax vorgegeben und in einem Anpassnetzwerk umgewandelt.

Mit diesem Anpassnetzwerk, den Widerständen RO und RV sowie dem Jumper JO, kann die Beziehung zwischen Eingangsspannung an Iamax und der Stromhüllkurve fast beliebig gesetzt werden. (Vgl dazu Nomogramm in Kapitel 7.5 und Bestimmung in Kap. 5.3)

Der Limiter verwaltet auch den dynamischen Überstrom, der Fähigkeit des Reglers also, während einer gewissen Zeit den Ankerstrom über den statischen Nennwert (typ. 50% darüber) wachsen zu lassen. Das kann er nur eine gewisse Zeit (typ. 1,5 Sekunden), danach muss er, nach dem Flächenabtauschverfahren, eine gleichwertige Lastverminderung erfahren. Der lineare Mittelwert des Stromes liegt also max. auf Nennwert.

Das eff. Stromsollwertsignal wird gepuffert am Pin En ausgegeben.

Dieses eff. Stromsollwertsignal gelangt über einen Normierwiderstand an den Summenpunkt des Stromreglers. An diesen Punkt gelangt auch das Stromistwertsignal, dessen Aufbereitung weiter unten erklärt wird.

Der Ausgang des PI-Stromreglers kann als Stellsollwert oder als Ankerspannungssollwert interpretiert werden. Dieser Wert gelangt an den Eingang des Pulsweitenmodulators (PWM). Dieser PWM erzeugt die logischen Ansteuersignale der 4 Leistungsschalter der H-Brücke. Hier liegt auch der "Inhibit-mechanismus", die Stufe also, welche das rasche Abschalten der gesamten Endstufe ermöglicht. Dieser Ausgang des Stromreglers gelangt gepuffert an den Pin Ei.

Die logischen Ansteuersignale werden mittels geeigneter Treiberstufen an die Leistungstransistoren weitergeleitet.

Die Leistungsendstufe stellt eine H-Brücke zwischen der pos. Speisespannung und Ground dar. Als allervorderstes Bauteil sehen wir eine Sicherung, die im Katastrophenfall die angrenzende Speisung des Reglers schützen soll.

Ab der pos. Speisespannung geht ein Pfad zur Überwachung derselben und ein Pfad zum DC-DC-Wandler, welcher die Spannung für den Regler und die Treiber herstellt. An den Ankeranschlüssen werden die Spannungen zur Ankerspannungsbestimmung weggeführt. Mit einem Stromwandler wird der Ankerstrom aber auch ein allfälliger Strom gegen Ground oder Udc+ erfasst. Die Temperatur des Kühlbleches bzw. -profiles wird mit einem linearen Sensor gemessen und steht als Analogwert am Pin Utemp zur Verfügung. Der Temperaturwert wird aber auch zur Überwachung ausgewertet und weitergegeben.

Die Überwachung mit der Bezeichnung "ERROR?" in der oberen Hälfte des Blockschemas fasst alle Zustände zusammen und gibt, falls eine Fehlersituation auftritt ein Signal an die rote LED weiter. Dieses Signal, oder dessen Komplement (je nach Jumper JR), wird ausserdem an den Pin Ready\ geführt. Es gelten folgende Fehlerbedingungen:

Tachosignal ist null, obwohl Ankerspannung ungleich null. Es handelt sich hier um eine wirksame Tachouberwachung, die Unterbruch und Kurzschluss im Tachobereich erkennt. (kann *aktiviert* werden)

Die Speisungsspannung des Reglers liegt nicht bei +-15Volt. Das bedeutet Kurzschluss oder Überlast an der Speisung des Reglers.

Die Zwischenkreisspannung, dh. die pos. Speisespannung U_{dc+} ist zu hoch. Das kann im Bremsbetrieb auftreten, wenn der Motor zum Generator wird und Energie an den Zwischenkreis abgibt. Es handelt sich vorwiegend um ein Halbleiter- und Kondensatorschutz.

Der Ankerstrom ist zu hoch. Konkret ist er kurzzeitig auf den 250%en Wert des Nennstromes gegangen, es liegt also ein Kurzschluss (bzw. zu kleine Last) am Anker vor. Auch ein Abfließen von Strom nach U_{dc+} oder Ground wird erkannt.

Achtung: dieser Fehler kann bei Motoren mit geringer Ankerinduktivitaet zB: Scheibenlaeufer auftreten, da der Rippel auf dem ansich geringen Mittelwert diesen Abschaltpunkt erreicht. In diesem Fall ist der Formfaktor sowieso weit weg von 1 und es muss eine externe Ankerdrossel angewendet werden.

Uebertemperatur. das Kuehlblech oder -profil ist heisser als ca. 90 Grad.

--> Die Zuendfreigabe (Pin RUN) wird zwar an der roten LED angezeigt, aber nicht wie ein kuenstlich erzeugtes Fehlersignal behandelt. (Entgegen frueherer Printversionen)

Sobald der Fehlerzustand eintritt, werden die Integratoren des Sollwertintegrators und des Drehzahlreglers Null gesetzt.

Im unteren Teil des Blockschaltbildes beginnt rechts bei RI der Stromistwertpfad. Der am Pseudo-Shunt RI abgegriffene Wert gelangt direkt ueber einen Puffer an den Ausgang Iaout (Nicht erst die normierte Groesse, wie aeltere Printversionen. Damit kann mit diesem Wert und der Kenntnis des Shunts der Ankerstrom direkt bestimmt werden!

Der am Shunt gemessene Wert wird mit dem I_{max} -Poti normiert, dh. da der Ausgang immer 5Volt bei Nennstrom hat, veraendert sich der regelbare Strombereich.

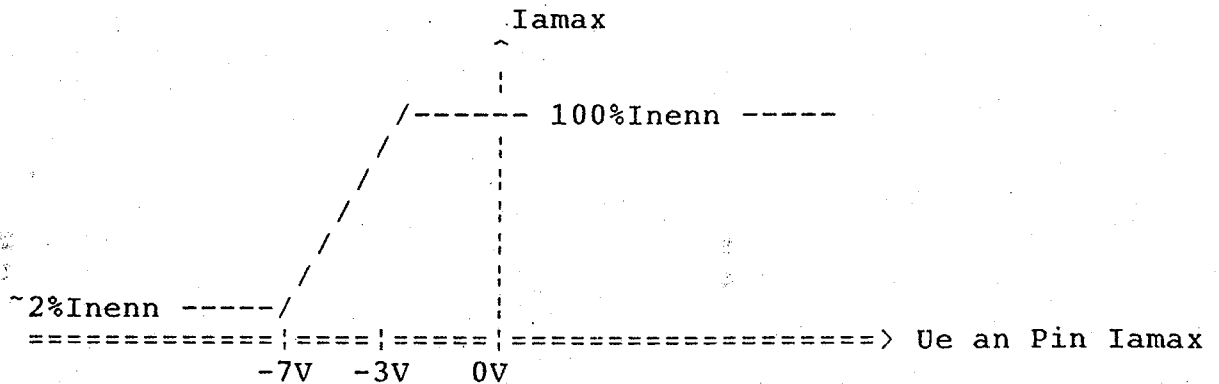
Dieser Stromwert geht nach oben an den Summenpunkt des Stromreglers. Er wird zudem noch zur Lastkompensation der Ankerspannung herangezogen. In dieser Stufe werden, wie gezeichnet, die einzelnen Spannungen der Ankeranschluesse und der Ankerstrom miteinander verrechnet und als Abbild der motorinternen induzierten Spannung U_{ind} , die ja proportional zur Drehzahl ist, am gleichnamigen Pin ausgegeben.

Bei Ankerspannungsrueckkopplung wird die Spannung am Pin U_{ind} als normierter Tachometer interpretiert und an den Pin Tacho2 angeschlossen.

Mit dem Jumper JE kann nun wahlweise der Drehzahlregler- oder der Stromreglerausgang auf "Anschlag" ueberprueft werden. Falls der entsprechende PI-Reglerausgang an der Speisespannung "anschlaegt", wird ein Signal an den Pin $\Delta N / \Delta I$ und an die gelbe Anzeige gelegt.

5.2 Die Standardeinstellungen [mit beeinflussendem Bauteil]

- * Tachoanpassung an ca. 27 Volt Maximalspannung [RT,Nmax-Poti>>]
- * dyn. Ueberstrom max 1,5 Inenn [RU]
- * Ueberstrom-Zeit-Fläche ca. 150 Sekundenprozent [RZ]
(Ueberstrom --> 3 Sek. 50 % ; 5 Sek. 30 % ; etc.)
- * Max. statischer Ankerstrom als Funktion der Eingangsspannung Ue
Pin Iamax: [RO,RV,JO]



- * Drehzahlnormierung : 10 V ist Nenndrehzahl [RQ]
- * Ankerstromnormierung : 5 V ist Nennstrom [D235]
- * Regelverstärkungsanstieg bei kleinen Drehzahlen : ein [RM]
- * Tachoüberwachung : aus [RX]
- * UT2 nicht angeschlossen [Br1]
- * T-Glied bei Uin2 nicht bestückt [RE1,RE2,CE]
- * Taktfrequenz des Reglers ca. 17 KHz [CF]

Die exakten Bauteilbezeichnungen sowie weitere Daten entnehme man den typenbezogenen Stücklisten in Kapitel 5.5 und den Bauteilkommentaren in Kapitel 5.6 .

5.3 Bestimmung der variablen Bauteile (Bauteile auf Stuetzpunkten)

Bemerkungen und Formeln, mit denen sich die einzelnen Bauteilwerte bestimmen lassen.

- * JE Dieser Jumper bestimmt, ob die Ueberwachung auf Regelabweichung (und Anzeige mit LED, bzw Ausgabe) am Drehzahlregler (JE -> Stellung "n") oder am Stromregler (JE -> Stellung "i") vorgenommen wird.

- * JO Bestimmt zusammen mit RO und RV die Eingangskennlinie des Iamax-Netzwerkes hinter Pin Iamax. (Vgl Nomogramm im Kap 7.5 und Bestimmung von RO in diesem Kap.)
JO bestimmt das Vorzeichen des X-Acsenabschnittes der Kennlinie. (Absolutwert wird dch. RO bestimmt)
Mit JO in Stellung "n" liegt der Schnittpunkt bei < Null,
Mit JO in Stellung "p" liegt der Schnittpunkt bei > Null.

- * JR Mit diesem Jumper kann dem Pin Ready\ die Funktionspolaritaet im Betriebs- bzw. Fehlerfall zugeordnet werden.
Mit JR in Stellung "s" (standard) funktioniert Ready\
entspr. der Bezeichnung so, dass im Betriebsfall der Pin aktiv nach GND zieht.
Mit JR in Stellung "i" (invers) wird der Pin im Fehlerfall nach GND ziehen.

- * CA Bereichskondensator für Sollwertintegrator. Mit der Standardbestückung von 100 nF kann die Zeit, in welcher der Sollwert die Spanne von Null bis 10 Volt (= N nenn) durchläuft, je nach der Stellung von Potentiometer P2, zwischen ca. 40 Millisekunden und 1,2 Sekunden eingestellt werden.

Der Integrationszeitbereich ändert proportional zum Wert von CA. CA sollte nicht kleiner als 10 nF gewählt werden !(Achtung verlustarme Cs verwenden, keine Elkos)

- * CE Kondensator im T-Glied (Tiefpass) am alternativen Eingang Uin2 des Drehzahlreglers. (fehlt standardmaessig)

- * CF Korrektorkondensator zu C231, welche zusammen die Taktfrequenz des Reglers ausmachen. Vgl. dazu Hinweise im Datenblatt des 3731 (Anhang). Konkret muss mit etwa 50pF zusaetzlicher Schaltungskapazitaet und mit ca 24 Volt Spannungshub gerechnet werden. Naeherungsweise gilt:

$$\text{--> } f \text{ osz ca.} = \frac{10000}{520 + CF} \quad \text{wobei: CF in pF, f in kHz}$$

* CN Definiert die Nachstellzeit des I-Anteils des PI-Drehzahlreglers. Sie ist von der Stellung am Xp-Poti weitgehend unabhängig.

$$Tn(dr) = RN * CN$$

(mit RN = 330 KOhm und CN = 47nF wird Tn = 15.5ms)

* CY Definiert die Nachstellzeit des I-Anteils des PI-Stromreglers.

$$Tn(ir) = RY * CY$$

(mit RY = 220 KOhm und CY = 1nF wird Tn = 220us)

* RE1 Widerstaende im T-Glied (Tiefpass) am alternativen Eingang Uin2 des Drehzahlreglers. (fehlt standardmaessig)

* RE2
 * RI Die Parallelschaltung dieser beiden Widerstaende bestimmt den maximalen statischen Ankerstrom (it Ia-Poti>>). Es gilt folgende Beziehung:
 * RJ

$$Ia \text{ stst max} = \frac{5\text{Volt} * 2000}{RI \text{ parallel } RJ}$$

wobei: 5Volt ist die intern fixierte Normierspannung fuer Anker-Nennstrom (Vgl Kap.5.1.1)

2000 ist das Strom-untersetzungsverhaeltnis des LEM-Elementes TR102

RI ist standardmaessig gleich RJ, somit kann der maximale Ankerstrom durch entfernen von RJ (bzw. RI) halbiert werden. Es werden folgende Werte eingesetzt, wobei eine gewisse Sicherheit einbezogen wird:

Ia stst max		RI = RJ
5A	->	je 3.9k
8A	->	je 2.2k
10A	->	je 1.8K
16A	->	je 1.2k

Diese Widerstaende Bestimmen auch das Ausgangssignal am Pin Iaout. (Vgl Nomogramm Kap. 7.5)

* RM Wird dieser Widerstand eingesetzt, so vergroessert sich die Regler(proportional)-Verstaerkung bei kleinen Drehzahlen(typ. 5..10% der Nennzahl). Daraus resultiert besseres Verhalten um Nullpunkt ohne Schwingungen des Reglers bei hohen Drehzahlen.

Quantitative Angabe folgt

- * RN Bestimmt (zusammen mit Xp-Poti) die Verstaerkung (=Proportionalanteil) des PI-Drehzahlreglers. Dieser Widerstand bestimmt auch die Nachstellzeit mit (vgl CN).

Ohne RM und mit Xp-Poti<< wird:

$$V(dr) = Kp(dr) = RN / 100k$$

(oder, statt 100k RE1+RE2, falls mit Uin2 gearbeitet wird)

Mit standardmaessig RN = 330K wird V(dr) = 3.3
Dieser Wert steigt an, wenn Xp-Poti gegen rechts gedreht wird und erreicht bei Rechtsanschlag ca. den 45-fachen Wert. (standardmaessig als ca 150)

- * RO Dieser Widerstand bestimmt zusammen mit RV und dem Jumper JO die Eingangskennlinie des Iamax-Netzwerkes hinter Pin Iamax. (Vgl Nomogramm im Kap 7.5)
Generell bestimmt RO den absoluten Wert des X-Achsenabschnittes der Kennlinie (=Uz). Und zwar wie folgt:

$$RO = 22k * (15Volt / Uz) \quad \text{alte Regler bis Version C}$$

$$RO = 20k * (15Volt / Uz) \quad \text{neue Version}$$

wobei 22k bzw 20k entspricht dem Eingangswiderstand des Netzwerkes -> R26 (alte Ver.) bzw R283 + R284.

40k (standard) ergeben ein abs(Uz) von 7.5 Volt

- * RQ Der Widerstand RQ bestimmt das Verhaeltnis des Einflusses von Soll- und Istwert. Unter Annahme, dass die Sollwertspannung (an Pin Uin1) 10Volt bei Nenndrehzahl betraegt, kann mit RQ die Normierung aller Drehzahlwertesignale (UT1, UT2 und -!UT!) eingestellt werden. Standardmaessig betraegt RQ 100k und die obigen Ausgaenge beziehen sich auf 10 Volt bei Nenndrehzahl. RQ verhaelt sich im ganzen Regelsystem wie der Tachoanpasswiderstand RT, er beeinflusst auch die Verstaerkung im ganzen Regelsystem (vgl. RT)
Die Normspannung der obigen Ausgaenge ist proportional zu RQ:

$$\text{Spannung an UT etc (bei Uin=10V)} = \frac{RQ}{100k} * 10V$$

wobei 100k kommen von R247

Bei Ankerspannungsregelung kann (oder muss) mit RQ die Anpassung an die maximale Drehzahl des Motores bei Uin gleich 10 Volt erfolgen. (vgl dazu Kap. 7.2 Ankerspannungsregelung).

RQ sollte 20k nicht unterschreiten.

* RT Tachoanpasswiderstand. Er beeinflusst zusammen mit Nmax-Poti das Verhaeltnis zwischen Tachospaltung und normierter Istwertspaltung. zusammen mit RQ und RN bestimmt er auch die Gesamtverstaerkung im Regelsystem.

Bei einer Drehzahl-norm-spaltung von 10 Volt bei Nennwert und Nmax-Poti rechts, wird RT

$$RT = \frac{\text{max. Tachospaltung} - 20 \text{ Volt}}{1 \text{ mA}}$$

Die damit erzielte Drehzahl laesst sich mit dem Nmax-Poti verkleinern und erreicht beim linken Anschlag noch etwa 50%. (Vgl Nomogramm Kap. 7.5)

* RU bestimmt den prozentualen Wert des dynamischen Ueberstromes.

$$RU = 100k / \text{dyn. Ueberstrom in \%}$$

wobei die 100k entsprechen dem R288

Mit dem Standardwert fuer RU von 180k ergibt sich ein dyn. Ueberstrom von ca. 50% (d.h. $1.5 * I_a$ stat nenn betraegt der kurzzeitig vorhandene Ankerstrom).

Der dyn. Ueberstrom darf I_a stat max nicht ueberschreiten. --> RU minimal 100k.

* RV Dieser Widerstand bestimmt zusammen mit RO und dem Jumper JO die Eingangskennlinie des Iamax-Netzwerkes hinter Pin Iamax. (Vgl Nomogramm im Kap. 7.5) Generell bestimmt RV die Steilheit der Kennlinie (=Uz). Die Steilheit wird als Spannungsdifferenz Ub angegeben, die zwischen den Knickpunkten 0 und 100% liegt. Es gilt:

$$\begin{aligned} RV &= 22k * (5\text{Volt} / U_b) \quad \text{alte Regler bis Version C} \\ RV &= 20k * (5\text{Volt} / U_b) \quad \text{neue Version} \end{aligned}$$

wobei 22k bzw 20k entspricht dem Eingangswiderstand des Netzwerkes -> R26 (alte Ver.) bzw R283 + R284.

20k (standard) ergeben ein Ub von 5 Volt

* RX

Dieser Widerstand Aktiviert die Tachoueberwachung. Die aktivierung dieser Kontrolle ist nur wirksam und sinnvoll, wenn die I*R-Kompensation (wenigstens einiger-massen) an den Antrieb angepasst ist; trotz Tachobetrieb! Die Ueberwachung vergleicht U_{ind} mit der Tachospannung und gibt ein Fehlersignal aus, wenn

U_{anker} <> null obwohl U_{tacho} ca null

Mit dem Wert von RX kann noch etwas die "Schaerfe" der Kontrolle eingestellt werden. Generell ergibt tiefes RX eine restriktivere Kontrolle aber auch erhoelte Gefahr eines Fehlalarms, weil die Testschwelle tiefer angesetzt wird. (Vgl dazu Schaltungsbeschreibung Kap. 4 und Anhang)

Standardwert ist offen, d.h. Tachoueberwachung deaktiviert. Als RX hat sich 20k im Labor bewaehrt.

* RY

Bestimmt die Verstaerkung (=Proportionalanteil) des PI-Stromreglers. Dieser Widerstand bestimmt auch die Nachstellzeit mit (vgl CY). Es gilt:

$$V(ir) = K_p(ir) = RY / 100k$$

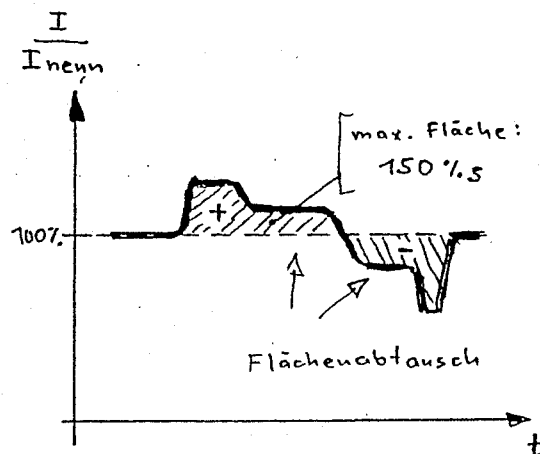
Mit standardmaessig RY = 220K wird $V(ir) = 2.2$

* RZ

Dieser Widerstand bestimmt die Ueberstrom-Zeitflaeche, welche das Geraet zur Verfuegung stellt. Der physikalisch sinnvolle Wert ist durch den Aufbau der Leistungs-endstufe gegeben. Beim derzeitigen DC 4Q E betraegt er 150 Prozent-sekunden und sollte nicht veraendert werden. (Vgl. Schaltungsbeschreibung Kap. 4)

Ueberstrom-Zeitflaeche: $RZ * 470E-9 * 300$ in %-sekunden

wobei 470E-9 ist C228 ; 300 ist 100(wegen %) mal der Quotient aus Schaltspannungshub (Pin 1 IC 223) und normierter Spannung bei Nennstrom (5Volt).



7. Einsatz

7.1 Prinzip des Einsatzkonzeptes

Beispiele von Anwendungen als Drehzahlregler:

- * Standardanwendungen fuer Drehzahlregler entnehme man dem Kap. 1: "Kurzbeschreibung" Seite 2
- * Drehzahl-rueckkopplung:
Den Einsatz mit Tachoregelung oder Ankerspannungsregelung wird durch die externe Beschaltung bestimmt.

7.2 Betriebs-Varianten

* Differenz-Sollwerteingang:

Das Geraet besitzt einen freiverwendbaren Differenzverstaerker, der durch entsprechende externe Verdrahtung dem Sollwerteingang vorangeschaltet werden kann.

* Ankerspannungs-Regelung: (vgl. auch handschr. Notiz im Anhang)

Die Geraete haben bei Ankerspannungsrueckkoppelung und Standardbestueckung ein festes Verhaeltnis zwischen Ankerspannung und Spannung am Pin Uind.

60er-Geraet	Ua ca	66V	<=>	Uind 10V
120er-Geraet	Ua ca	142V	<=>	Uind 10V
180er-Geraet	Ua ca	187V	<=>	Uind 10V

Diese Werte gelten fuer Nmax-Poti im linken Anschlag. Das bedeutet nun, dass man bei Sollwert 10 Volt die Ankerspannung nicht verkleinern kann. Man muss also entweder auf eine kleinere Nennsollwertspannung ausweichen, oder aber mit RQ die Normierung des Antriebes auf eine tiefere Spannung setzen.

Beispiel: Mit RQ neu = 50kOhm wird die interne Normspannung bei Nenndrehzahl 5V.

Dass hiesse dann, dass bei Sollwert = 10V nur die halbe Ankerspannung der obigen Tabelle erreicht wuerde, die Tachoaussgangsspannungen an Ut1 und -!Ut! waeren dann bei Nenndrehzahl 5 bzw -5 Volt. Eine Anhebung der Drehzahl (bis Faktor 2) waere mit dem Nmax-Poti nach rechts moeglich)

RQ sollte **20**kOhm nicht unterschreiten!

7.3 Beschreibung der Anschlüsse

#	Bez.	Beschreibung
a2	$\overline{n=0}$	"Set Speed-value to zero" (digitaler Eingang, activ low) Ein Signal mit Pegel log1, bzw. keine Verbindung gegen GND, lässt die Drehzahl-sollwertspannung direkt (oder ev. invertiert) an den Eingang des Sollwertintegerators gelangen. Ein Signal mit log0, bzw. Verbindung mit GND, setzt den Eingang des Sollwertintegerators auf null, die Ausgangsspannung fährt der Rampe entlang nach null.
a4	\overline{Inv}	"Invert Sign of Speed-value" (digitaler Eingang, activ low) Falls am Pin "n=0\" nicht auch log0 anliegt, gilt: Ein Signal mit Pegel log1, bzw. keine Verbindung gegen GND, lässt die Drehzahl-sollwertspannung direkt (dh. vorzeichenrichtig) an den Eingang des Sollwertintegerators gelangen. Ein Signal mit log0, bzw. Verbindung mit GND, lässt diese aber invertiert (dh. vorzeichen-verkehrt) dahin gelangen. Die Ausgangsspannung fährt der Rampe entlang auf den neu angelegten Wert. Gleichzeitiges log0 an "n=0\" hat Vorrang.
a6	Din+	"Differential-input-plus" (analoger Eingang) Positiv gewichteter Eingang des frei beschaltbaren Differenzeinganges. Der Arbeitsbereich liegt zwischen +- 25 Volt.
a8	Din-	"Differential-input-minus" (analoger Eingang) Negativ gewichteter Eingang des frei beschaltbaren Differenzeinganges. Der sichere Arbeitsbereich liegt zwischen +- 12 Volt.
a10	Dout	"Differential-output" (analoger Ausgang) Ausgang des frei beschaltbaren Differenzein-ganges. Der mögliche Ausgangsspannungsbereich liegt zwischen +- 12 Volt bei R-Last > 10 K Ohm. Der Ausgangswert ist die SpannungsDIFFERENZ an den Eingängen bezogen auf Ground und nach einem Tiefpassfilter mit typisch 1 KHz Grenzfrequenz.
a12	Iaout	"Armature-current-output" (analoger Ausgang) Bild des eff. Ankerstromes. Ankerstrom entspr: mom. Spg * 2000 / (RI parallel RJ). (Vgl. Nomo-gramm Kap. 7.5) Pos.Spannung bei pos. Drehsinn.

#	Bez.	Beschreibung
a14	Uin2	"Input-Voltage-2" (analoger Eingang) Hilfseingang des Drehzahlreglers, führt über ein frei beschaltbares T-Glied in den Summenpunkt des Drehzahlreglers. Je nach Anwendung: Störgrösseingang, Tachoeingang etc. Bei pos. Drehsinn ist eine Führgrösse positiv, eine rückgekoppelte Grösse negativ. Normierung abh. vom T-Glied.
a16	GND	"Ground" Bezugspotential; hier: Stromsollwertnull
a18	Iamax	"max. Armaturecurrent" (analoger Eingang) Dieser Eingang führt in ein Funktionsnetzwerk, dessen Ausgangswert den statischen maximalen Ankerstrom steuert. (-> spannungsgesteuerter Ankerstrommaximalwert) Generell wird mit einer absolut tieferen Eingangsspannung der Strom verkleinert. Zur Bestimmung des Netzwerks vgl. Kap 5.3 und 7.5
a20	- UT	"Inverted-Absolutvalue of Tachovoltage" (gepuffertes analoges Ausgang) Absolutwert des Bildes der Tachospannung mit negativem Vorzeichen. Normiert: -10 Volt = Nenn-drehzahl. Neg. Spannung bei beiden Drehsinnen. Wird dieser Pin mit Iamax (a18) verbunden, kann mit dem Netzwerk von Iamax eine Drehzahlabhängige Stromgrenze programmiert werden, bzw. bei Momentenregelung eine Drehzahlüberwachung.
a22	UT1	"Tachovoltage-1" (gepuffertes analoges Ausgang) Bild der Tachospannung. Normiert: 10 Volt = Nenn-drehzahl. Pos. Spannung bei pos. Drehsinn.
a24	UT2	"Tachovoltage-2" (NICHTgepuffertes anal. Ausgang) Bild der Tachospannung. Normiert: 10 Volt = Nenn-drehzahl. Neg. Spannung bei pos. Drehsinn. Dieser Ausgang ist viel Offset- und Driftärmer als UT1 (a22). Ein Kurzschluss beeinflusst aber den Regler. Dieser Ausgang ist standardmässig nicht auf die Steckerleiste geführt. BR 1 entfernt.
a26	GND	"Ground" Bezugspotential
a28	UTemp	"Temperature" (gepuffertes analoges Ausgang) Bild des Kühlbleches bzw. des Kühlprofiles. Temp = Spg. in Volt * 10 Grad Celsius. Gibt im Betriebszustand gültige Werte von 5 .. 100°C.
a30	Ei	"Epsilon i" (gepuffertes analoges Ausgang) Ausgang des Ia-reglers. (=Stromfehler) Kann als PWM-Stellwert interpretiert werden oder als normierter Ankerspannungssollwert. +10V <=> 100% PWM -> Ua = 100% Udc (= pos. Drehrichtung) 0V <=> 50% PWM -> Ua = 50% Udc (n ca. = 0) -10V <=> 0% PWM -> Ua = -100% Udc

#	Bez.	Beschreibung
a32	En	"Epsilon n" (gepufferter analoger Ausgang) Ausgang des Ia-Limiters, der vom Ausgangssignal des Drehzahlreglers gespeist wird. Kann als Stromsollwert interpretiert werden. -5V <=> +100% Inenn(= pos. Drehrichtung)
c2	QStop	"Quick-Stop" (digitaler Eingang, activ low) Ein Signal mit Pegel log0, bzw. Verbindung gegen GND, lässt die Spannung des Sollwertintegrators an den Pin "Rmp-out" gelangen. Ein Signal mit log1, bzw. keine Verbindung mit GND, lässt den Pin "Rmp-out" über einen 20 kOhm-Widerstand auf GND legen. Nach deaktivieren des Quick-stop wird der Sollwert entlang dem programmierten Sollwertintegrator aufgebaut.
c4	-15V	"- 15 Volt" (Stabilisierte Ausgangsspannung) Ausgang zur Speisung allfälliger Peripherie, zB Anschluss an ein Sollwertpotentiometer. Es kann auch ein externer Print gespeist werden. Max. erlaubter Strom ist 20mA gegen Masse (vgl. Nomogramm Kap. 7.5 !). Bei Kurzschluss stellt der Regler ab.
c6	GND	"Ground" Bezugspotential: hier: Speisungsnull
c8	+15V	"+ 15 Volt" (Stabilisierte Ausgangsspannung) -> Wie Pin c4; zudem kann die positive Spannung zur Speisung der Lasten der Pullupstufen verwendet werden. Max. erlaubter Strom ist 40mA (vgl. Nomogramm Kap. 7.5 !). Bei Kurzschluss stellt der Regler ab.
c10	Rampin	"Ramp-generator input" (analoger Eingang) Eingang des Sollwertintegrators, Zwischen diesem Punkt und dem eigentlichen Sollwertintegrator kann der Sollwert noch invertiert oder null gesetzt werden. (mit "n=0\" und "Inv\"")
c12	Rampout	"Ramp-generator output" (analoger Ausgang) Ausgang des Sollwertintegrators, Dieser Punkt "folgt" der Spannung am eigentlichen Eingang des Sollwertintegrators mit einer einstellbaren Steilheit. Er kann mit "QStop" hochohmig (= 22 kOhm gegen GND) gemacht werden.
c14	Uin1	"Input-Voltage-1" (analoger Eingang) Haupteingang des Drehzahlreglers, führt in den Summenpunkt des Drehzahlreglers. Bei pos. Dreh-sinn ist eine Führgrösse positiv, eine rückgekoppelte Grösse negativ. Normierung 10 Volt = Nenndrehzahl.

#	Bez.	Beschreibung
c16	GND	"Ground" Bezugspotential: hier: Tachonull, zudem Anschlusspunkt der Schirmungen aller geschirmten Kabel.
c18	Tacho1	"Tacho input 1" (analoger Eingang) Anschluss des Tachos, die Gewichtung findet im Innern des Gerätes mit dem Widerstand RT statt (vgl. auch Kap. 5.3). Bei positivem Drehsinn muss dieser Pin negatives Signal haben.
c20	Tacho2	"Tacho input 2" (analoger Eingang) allgemein: alternativer Anschluss eines Tachos, die Gewichtung ist fix, 10 V entspricht Nenndrehzahl. speziell: Dieser Pin wird bei Ankerspannungsregelung mit dem Pin c22 (Uind) verbunden, währenddessen Pin c18 leer bleibt. Bei positivem Drehsinn muss dieser Pin negatives Signal haben, was er bei Anschluss an c22 automatisch hat.
c22	Uind	"Inducted Voltage" (NICHTgepufferter anal. Ausg.) Bild der induzierten Spannung im Motor. Die Ankerspannung wird gemessen und um einen Anteil proportional zum Ankerstrom ($I_x R$) reduziert. Dieser Ausgang ist als Pseudotacho bei Ankerspannungsrückführung gedacht und wird mit Tacho2 (c20) verbunden. Normierung: Bei Nenndrehzahl ist die Spannung ca. 10 Volt. Positiver Drehsinn gibt negative Ausgangsspannung (wie Tacho).
c24		(Hilfsausgang, eigentlich ein hochohmiges +15V) Wird dieser Pin mit c26 (Run) verbunden und steht JR auf "i", kann dieses Paar mit einem externen Kontakt gegen GND geschaltet werden, was dann die Leistungsendstufe passiv schaltet (umkehren der Inhibitlogik auf normalerweise aktive Endstufe). Dieses Pinpaar kann zudem mit dem Pin c28 (Inh-out) verbunden werden, welcher die Endstufe bei einem kurzzeitig auftretendem Inhibitsignal (intern als Fehlersignal, oder extern) dauernd abschaltet. Diese Verriegelung wird mit der Unterbrechung der Pins c24 und c28 gelöst. Dieser Pin kann auch als Fusswiderstand fuer ein 10kOhm Sollwert-Poti gebraucht werden (Ersatz des Fusswiderstandes in der Kurzbeschreibung Kap. 1 Seite 2 Figur B). Der interne Widerstand gegen +15Volt betraegt 3,3kOhm.
c26	Run	"Drive Run" (digitaler Eingang, activ low) Ein Signal mit Pegel log0 setzt die Leistungsendstufe in den passiven Zustand, d.h. Die Ankerschlüsse sind nur noch über die Freilaufdioden mit dem Zwischenkreis verbunden. Ein Signal mit Pegel log1 aktiviert die Endstufe. Der passive Inhibit-Zustand wird mit LED H3 "Inh" (rot) angezeigt. Sobald dieser Zustand eintritt, werden sofort alle Integratoren (Sollwertintegrator, I-Anteil des Drehzahlreglers) null gesetzt, damit Sanftanlauf auch bei hohem Drehzahl-Sollwert erreicht wird.

#	Bez.	Beschreibung
c28	Ready	<p>"Ready\" (Opencollector-Ausgang) --> mit dem Jumper JR kann die Polaritaet ge- waehlt werden: * JR = "s" (standard) Der Ausgang ist niederohmig, wenn das Regelgeraet im Bereit-zustand ist, d.h. es liegt kein Fehler vor, der Pin RUN ist entweder on oder off, also die Endstufe hat Moment oder nicht. D.h. der An- trieb ist bereit loszufahren oder faehrt schon. * JR = "i" (standard) Der Ausgang ist niederohmig, wenn das Regelgeraet im Inhibit-Zustand ist, d.h. es liegt irgen ein Fehler an und infolge dessen ist die Leistungs- endstufe hochohmig, die Integratoren sind null gesetzt, ein allfaellig sich drehender Motor laeuft aus. Dieser Ausgang kann verbunden mit c26 verwendet werden, um einen auftretenden Inhibit- zustand dauerhaft beizubehalten.</p>
c30	dn/i	<p>"Delta n (bzw: Delta i)" (Opencoll.ausgang) Drehzahlfehler in beliebiger Richtung, der Dreh- zahlregler ist im "Anschlag". Gleichbedeutend mit: Regler arbeitet in der Stromgrenze. Anker- spannung ist +Udc oder -Udc. Der Ausgang ist niederohmig, solange KEIN Drehzahlfehler auf- tritt und die LED "dn/i" NICHT brennt. (Mit JE kann dieser Ausgang umprogrammiert werden, so- dass er die entsprechende ueberwachung des Ia- reglers uebernimmt.)</p>
c32	---	---
p4 p6 p8	Ax	<p>"Armature x" (Leistungsausgang) Eine Seite des Motoranschlusses. Bei positivem Drehsinn ist dieser Pin mehr negativ.</p>
p10 p12 p14	DC+	<p>"DC-Voltage plus" (Leistungseingang) Positive Zwischenkreisspannung, Wert je nach Typ (vgl. Kap. 1 odr 2.1).</p>
p16 p18 p20 p22 p24	GND	<p>"(Power-)Ground" (Leistungseingang) Intern mit allen GNDs verbunden. Negativer Pol der Zwischenkreisspannung.</p>
p26 p28 p30	Ay	<p>"Armature y" (Leistungsausgang) Andere Seite des Motoranschlusses. Bei positivem Drehsinn ist dieser Pin mehr positiv.</p>
p32	Earth	<p>Schutzerde. Verbunden mit Kuehler</p>

7.4 Beschreibung der Potentiometer und Indikatoren

Pos	Bez.	Beschreibung
P1	n max	Normierung der Nenndrehzahl. 10 Volt entsprechen immer Nenndrehzahl. Mit P1 kann der Nenndrehzahlwert zwischen 100% (rechts, Schleifer vorne) und 50% (links, Schleifer hinten) variiert werden.
P2	t integ	P2 im rechten Anschlag (Schleifer vorne) ergibt kürzest mögliche Sollwertintegrationszeit. Drehen nach links (Schleifer nach hinten) vergrößert diese. Bereichsänderung mit CA.
P3	n offs.	Mit diesem Poti kann bei Sollwert = 0 eine Spannung so überlagert werden, dass der Antrieb stillsteht (Feinabgleich, nur bei ange-wärmtem Regelgerät sinnvoll). Drehen nach links (Schleifer nach hinten) ergibt mehr positive Drehrichtung, dh. ein positiveres Signal an Klemme Ay.
P4	Xp	Bestimmt die Reglerverstärkung des Drehzahl-PI-Reglers. Drehung nach links (Schleifer nach hinten) verringert die Verstärkung. Gegen rechts (Schleifer nach vorne) besteht Schwingneigung.
P5	IxR	Bestimmt den Korrekturfaktor, mit welchem der Ankerstrom an der momentanen Ankerspannung abgezogen wird um U_{ind} (Bild der induzierten Spannung), sichtbar an Pin 22c, zu erzielen. Er entspricht dem Korrekturfaktor, mit dem bei Ankerspannungsregelung der Drehzahlabfall infolge Belastung des Motors kompensiert wird. Drehung nach rechts (Schleifer nach vorne) vergrößert diesen Faktor und kann zu Überkompensation mit Schwingungen führen.
P6	Ia	Normierung des statischen Nennstromes. Das Strombild (Pin 12a) hat immer 5 V bei stat. Nennstrom. Mit P6 kann der stat. Nennstrom zwischen 100% (rechts, Schleifer vorne) und ca 2% (links, Schleifer hinten) variiert werden. Eine allfällige Begrenzung des Stromes mit I_{amax} Pin 18a wirkt sich wie ein weiterer Faktor aus, also multiplikativ. Dasselbe gilt für den Überstrom.

Allgemeine Ein- und Ausgangspegel:

- * Digitale Eingaenge: Pegel log0 = 0..2Volt
Pegel log1 = 13..15Volt
- * Gepufferte analoge Ausgaenge: Belastung gegen Masse \leq 10mA
- * Opencollector-Ausgaenge: Laststrom \leq 30mA
Schaltspannung \leq 40 Volt
Induktive Lasten mit Freilaufdiode!!!

Pos	Bez.	Beschreibung
H1	+15V	(grün) Zeigt an, dass die Reglerversorgung vorhanden ist.
H2	dn	(gelb) Drehzahlfehler in beliebiger Richtung, gleichbedeutend mit: Regler arbeitet in der Stromgrenze. Ankerspannung an Klemme Ay im positiven "Anschlag". Mit Jumper Je kann die Anzeige zu einer reinen Ankerstromgrenzüberwachung umprogrammiert werden.
H3	Inh	(rot) Leistungsendstufe ist passiv (hochohmig), weil entweder ein Error vorliegt (Kurzschluss, Überspannung am Zwischenkreis, Unterspannung der Reglerspeisung, Übertemperatur) oder die Zündfreigabe unterbrochen wurde.

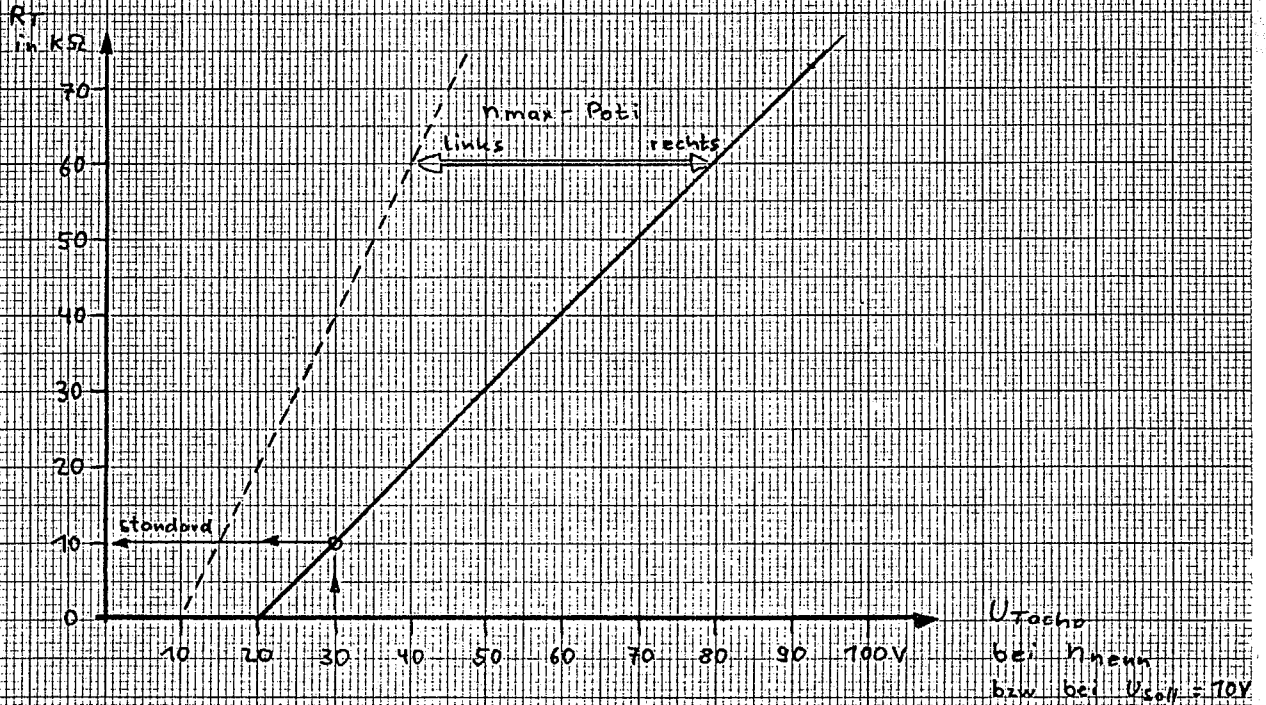
Allgemeine Ein- und Ausgangspegel:

-
- * Digitale Eingaenge: Pegel log0 = 0..2Volt
Pegel log1 = 13..15Volt
 - * Gepufferte analoge Ausgaenge: Belastung gegen Masse \leq 10mA
 - * Opencollector-Ausgaenge: Laststrom \leq 30mA
Schaltspannung \leq 40 Volt
Induktive Lasten mit Freilaufdiode!!!
-

7.5 Nomogramme zur Bestimmung der Parameterbauteile

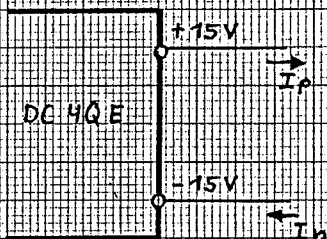
Tachowiderstand R_T

20.7.89 W



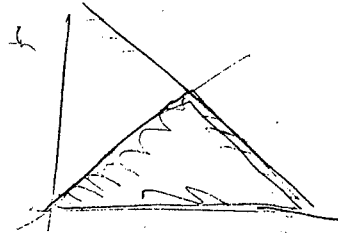
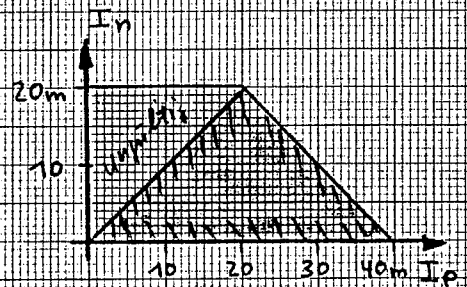
Zulässige Strombelastung der Klemmen -15V und -15V

20.7.89 W

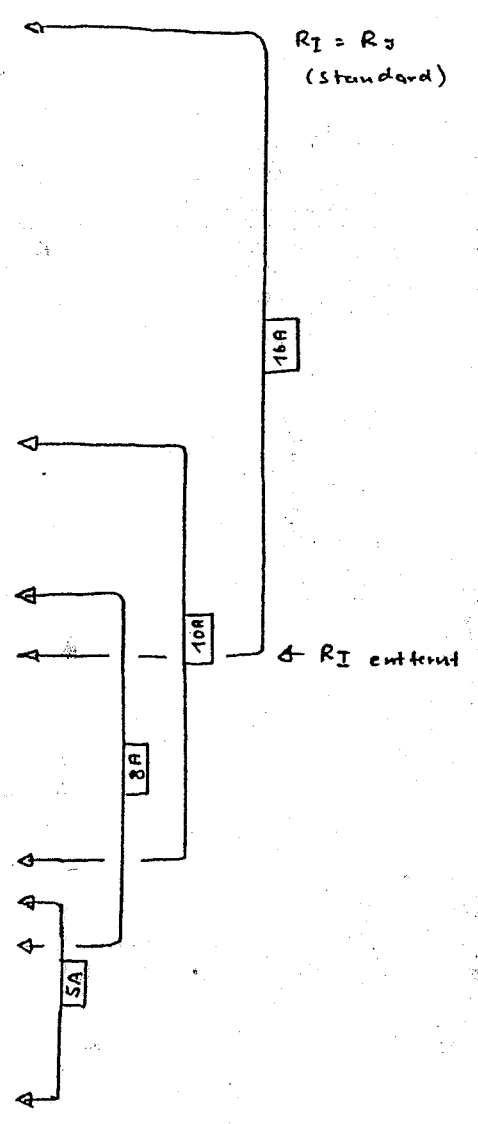
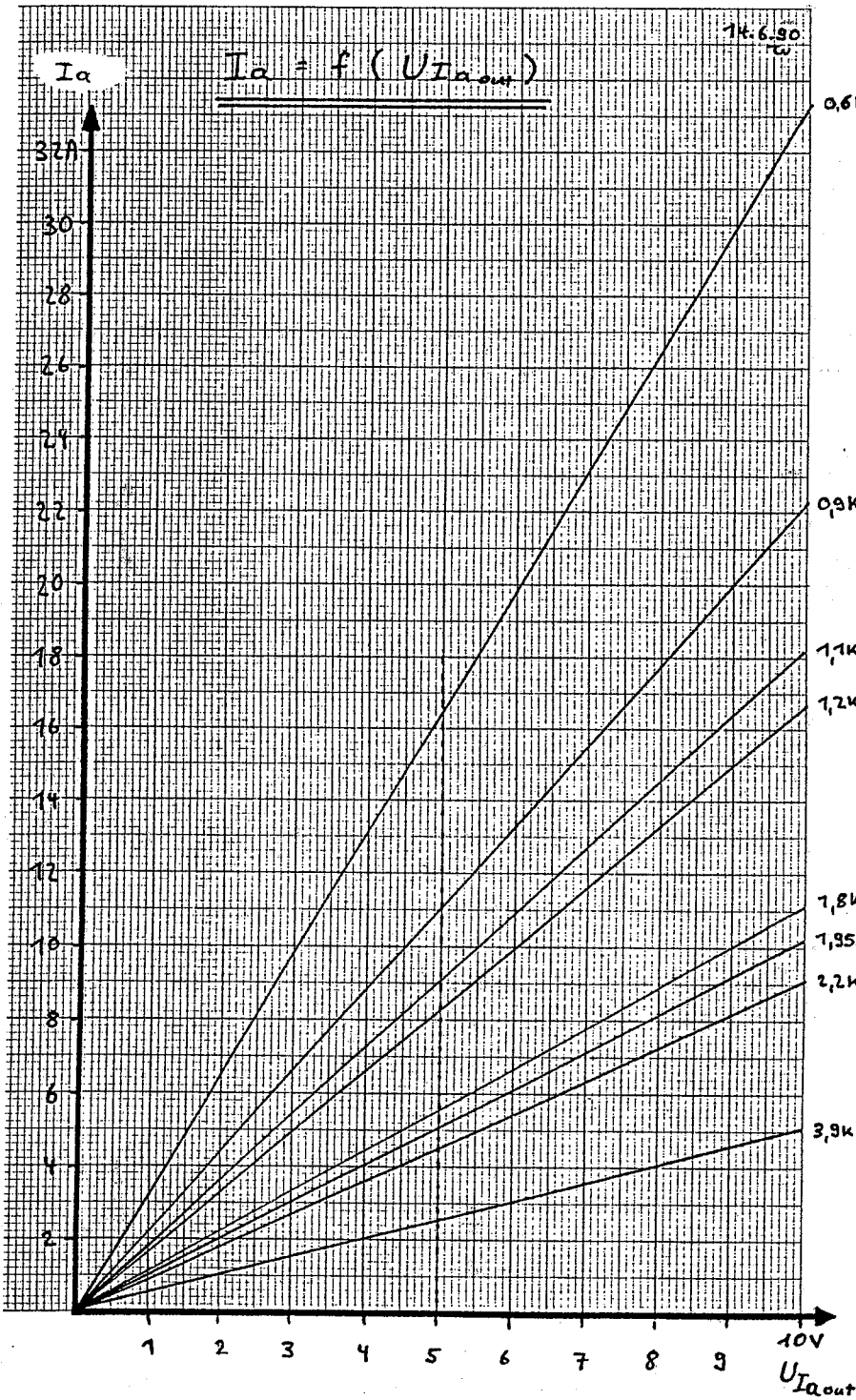


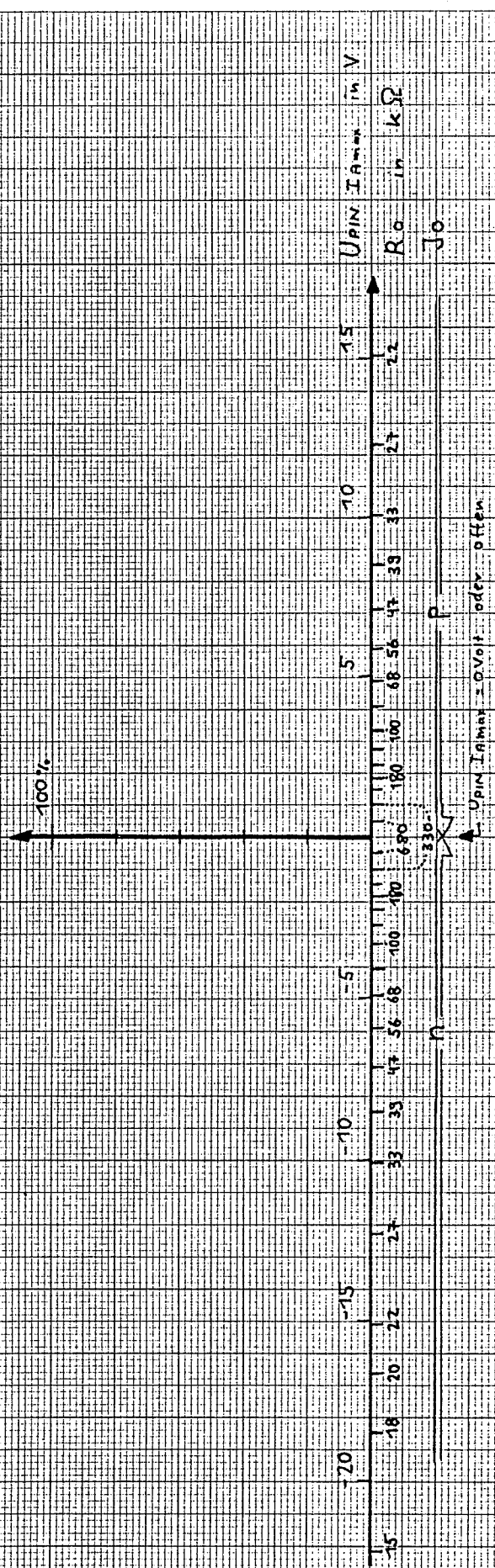
Bedingungen:

- $I_p + I_n \leq 40mA$
- $I_p > I_n$



Ra 8/8/89 Sp





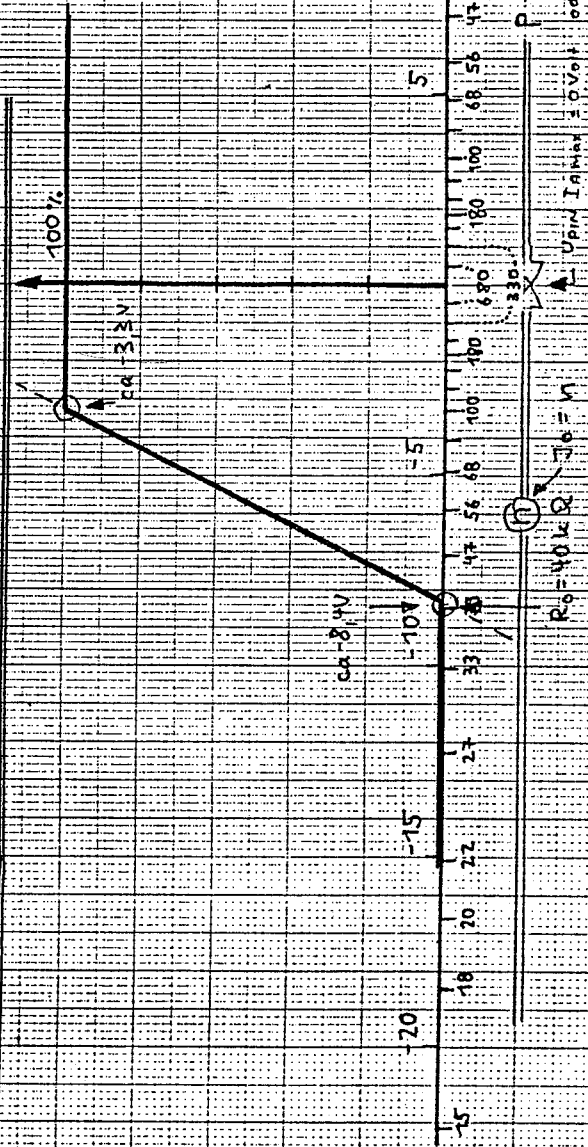
Nomogramm zur Bestimmung von R_o , R_v und J_o

Vorgehen:

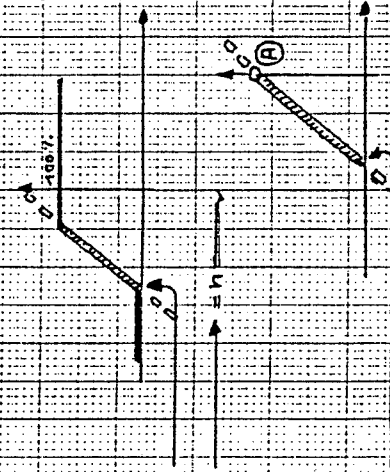
- 1: Im oberen Feld Kennlinie wählen
- 2: R_o ablesen
- 3: J_o ablesen
- 4: Kennlinie in unteres Feld durch Punkt \textcircled{A} parallelverschieben
- 5: R_v ablesen

→ für gegebene Werte R_o , R_v und J_o umgekehrt vorgehen (statt ablesen einzeichnen, statt wählen ablesen)

STANDARDWERTE von R_0 , R_V und J_0



Nomogramm zur Bestimmung von R_0 , R_V und J_0



- Vorgehen:
- 1: Im oberen Feld Kennlinie wählen
 - 2: R_0 ablesen
 - 3: J_0 ablesen
 - 4: Kennlinie im unteren Feld durch Punkt A parallelverschieben
 - 5: R_V ablesen
- für gegebene Werte R_0 , R_V und J_0 umgekehrt vorgehen (statt ablesen einzeichnen; statt wählen ablesen)

$R_V = 20 kΩ$

20,7 89 70

7.6 Inbetriebnahme

sehe Kap. 1: "Kurzbeschreibung" Seite 4

8.2 Bemerkungen zu den Extras, Optionen

On-Board-Options:

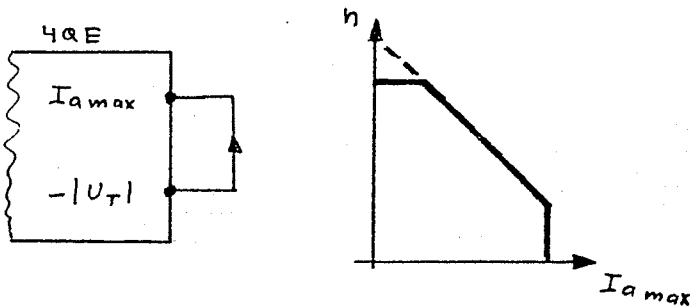
- * Zusatzprint zur Drehzahlerfassung mit Inkrementalgeber (im Prototypenstadium)
- * Sub-D-Stecker (25Pin) frontseitig
- * Huckepackprint mit 2 Potis zur unabh. Einstellung der Hoch- und Tieflaufzeit. (Stadium: Idee)

Zusaetze:

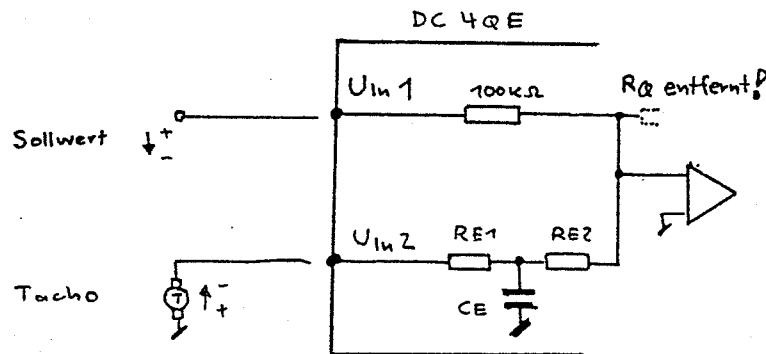
- * Steckkartenblock, er macht aus einem Steckergeraet ein Klemmengeraet, mit befestigungsrahmen. zB: zum direkten Schrankeinbau.
- * Lueftermodul. Noetig fuer alle F-Typen
- * Bremsmodul. Verhindert das unkontrollierte Ansteigen der Spannung am Zwischenkreis beim Bremsvorgang. Es wird verhindert, dass sich das Regelgeraet infolge Ueberspannung selbst ausschaltet und der Motor auslauft, anstatt schnell abzubremesen.
- * Komponenten des Netzteiles, wie Trafo, Gleichrichter und Kondensatoren.

8.3 Tips und Tricks (Seiteneffekte des DC 4Q E)

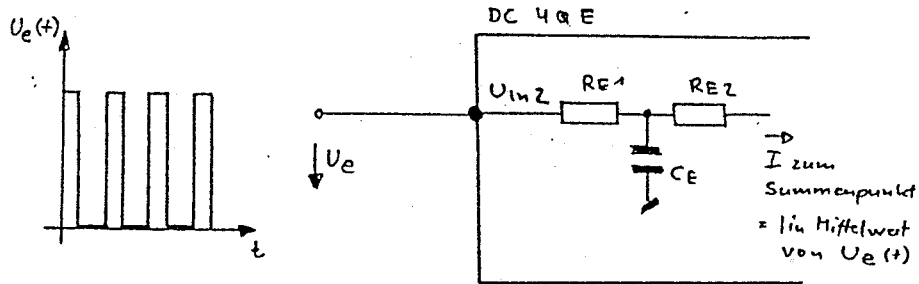
- * Drehzahlabhangige Stromgrenze: Pin $-|U_T|$ wird mit Pin $I_{a\max}$ verbunden. Das Netzwerk RO, RV wird entsprechend programmiert. Mit steigender Drehzahl, geht Spannung an $-|U_T|$ gegen negativ und vermindert so den max. zulaessigen Ankerstrom.



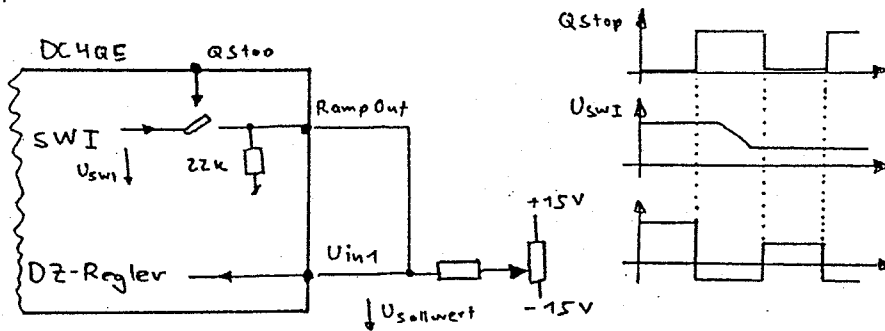
- * Direkte Einspeisung von Soll- und Istwert am Drehzahlregler: Wird der Sollwert an U_{in1} und der Tacho an U_{in2} (mit neg. Vorzeichen) eingespeist, entsteht ein Antrieb mit hoechster Genauigkeit, da nun diverse OP-Amps mit ihren Offset-drifts entfallen. RE1, RE2 und CE werden als Tiefpass geschaltet.



- * PWM-Signal als Sollwert: Mit RE1, RE2 und CE als Tiefpass, kann an Uin2 ein pulsweiten- oder puls-pausen-moduliertes Sollwert signal angelegt werden. Bedingung, die Amplitude dieses Signals muss konstant bleiben. Die Drehzahl entspricht dann, bei geeigneter Wahl der Grenzfrequenz des Tiefpasses, dem lin. Mittelwert der Eingangsspannung.



- * Umschalten zwischen 2 Drehzahlen: Bei aktivem QStop wird der Ausgang der Sollwertintegrators ueber 22kOhm auf Masse gelegt (vgl. Blockschaltbild). Dieser Pin, der mit dem Sollwerteingang des Drehzahlreglers verbunden ist, kann nun zusaetzlich an ein Poti oder einen Fixwiderstand an eine Spannung gelegt werden. Mit dem Eingang QStop lassen sich nun zwei unabhaengige waehlbare Drehzahlen anwaehlen. (Diese werden mit groesstmoeglichem Strom an gefahren!)



- * ... (weitere folgen)