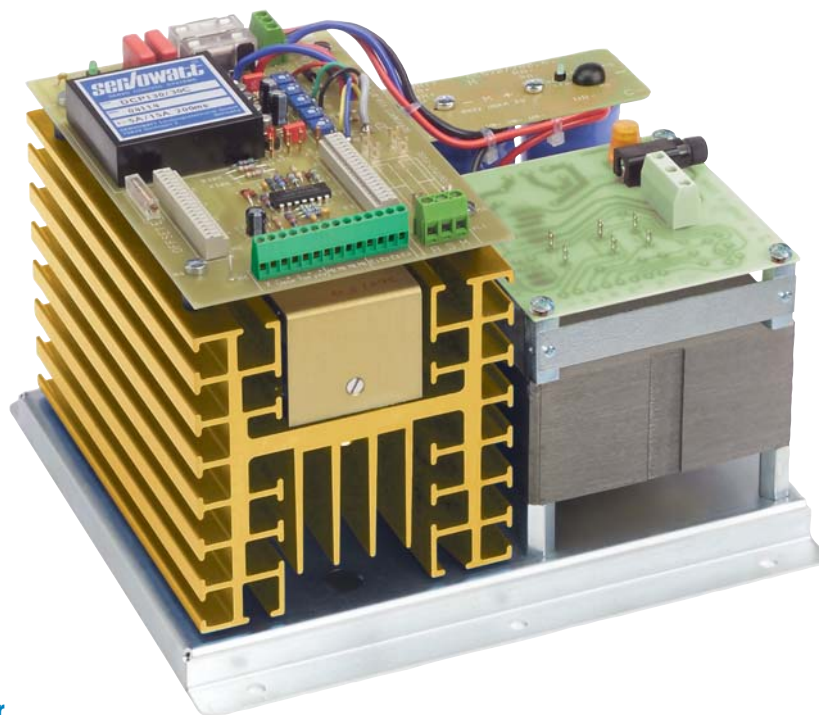




DCP 130/60



Lineare Verstärker  
arbeiten schnell und sind  
völlig störungsfrei

## DCP-Serie - Allgemeine Beschreibung

### SERVOWATT

#### LeistungsOperationsVerstärker

sind spezielle Baugruppen, die in einem Gerät die Eigenschaften von hochwertigen Operationsverstärkern mit einer Linearendstufe vereinen, die schnell, störungsfrei, extrem robust und dynamisch stabil arbeiten. Lineare Verstärker arbeiten auch bei hohen Leistungen **völlig störungsfrei**. Die Ausgangsspannung enthält daher keine störenden Signalkomponenten, Impulsnadeln, Harmonische oder Rauschen.

Alle Schaltungen, die bisher aus mehreren Stufen zusammengesetzt waren, können mit einer solchen Einheit phasenrein realisiert werden, wobei durch die hohe Stabilität auch komplexe Lasten zugelassen sind, ohne die üblichen Schwingneigungseffekte befürchten zu müssen. LOVs können nicht nur hochinduktive, sondern auch kapazitive Verbraucher ansteuern.

Die **hohe interne Verstärkung** bewirkt erstens eine sehr präzise Arbeitsweise, zweitens ergibt sich dadurch auch ein sehr niederohmiger Ausgang bei Spannungsverstärkung und eine sehr hohe Quellenimpedanz bei Stromquellen. Fast die gesamte hohe interne Verstärkung in der Größenordnung von über 150 dB (ca. 50 Millionenfach) kann zurückgekoppelt werden.

Diese **präzise Ansteuerung für alle Arten von Lasten und Beschaltungen**, eignet sich bestens für Präzisionsanwendungen, wie z.B. für Meßaufbauten, Servozustellungen in Maschinen, die im  $\mu\text{m}$ -Bereich arbeiten, sowie extrem dynamische und genaue Motor- und Aktuator-Ansteuerungen.

Der Preis für diese Qualitäten ist der geringere Wirkungsgrad gegenüber getakteten (PWM= pulsweiten modulierten) 4Q-Reglern, d.h. die Endstufen erzeugen mehr Wärme als getaktete Regler. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, sind die **Endstufen großzügig dimensioniert**, so daß diese auch im Dauerkurzschlußfall keinen Schaden nehmen.

Unser **bewährtes Design** zusammen mit besonders strengen Qualitätsnormen sowie eine 100-prozentige Eingangskontrolle der Leistungshalbleiter garantieren, daß diese Verstärker auch unter erschwerten Bedingungen zuverlässig arbeiten.

### Leistungsspektrum der DCP-Serie



DCP 130/30



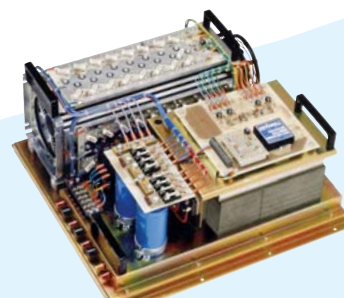
DCP 260/30



DCP 520/60



DCP 900/60



DCP 2000/60

## 1. Verzerrungsfreie bipolare Regelung durch Null

Somit höchste dynamische Genauigkeit



Die präzise Führung von Strom und Spannung verlangt eine Regelung durch Null ohne Totzone und ohne Totzeit. Im abgebildeten Diagramm gehen Strom und Spannung stetig durch Null. Im Nullbereich bleibt der Verbraucher somit aktiv geführt.

## 2. Extrem schnelle Regelung

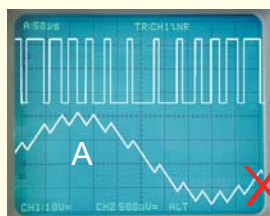
Nahezu verzögerungsfreies Reagieren in Regelkreisen



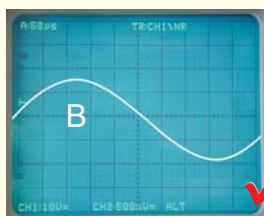
Hochdynamische Regelungen verlangen unverzügliches Reagieren von Spannungs- und Stromreglern. In diesem hochdynamischen Servosystem mit einem Moving-Coil DC-Motor beschleunigt dieser präzise von Null auf 2000 U/min in nur 2,7 ms!

## 3. Lineare Regelung

Unendliche Auflösung ohne Restwelligkeit



PWM-Verstärker

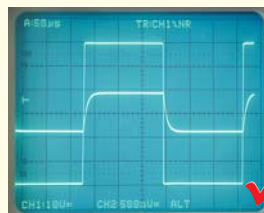


Linear-Verstärker

**Bild A:** gefiltertes PWM-Signal. Dynamische Regelvorgänge verlangen Verstärker ohne verzögernde Filter am Ausgang.  
**Bild B:** Unendliche Auflösung und Präzision kann nur ein Linearverstärker erfüllen.

## 4. Absolute EMV-Störungsfreiheit

Keine Impulsstörungen, Oberwellen oder Rauschen im System



Diese linearen Leistungsendstufen arbeiten gleitend und sind daher völlig störungsfrei. Benachbarte Systeme werden nicht mit fremden Signalkomponenten, Impulsnadeln, harmonische Oberwellen oder Rauschen gestört.

## 5. Kurzschlußfeste Endstufen

Vorbildliche Zuverlässigkeit für anspruchsvolle Applikationen



Transistoren mit bis zu dem 8-fachen (!) Verlustleistungsgesamtwert garantieren hohe Zuverlässigkeit der Endstufen. Unser 4-Quadranten-Betrieb verlangt den Kurzschlußfall als Dauerbetrieb.

## 6. Hohe Leistungsbandbreite

Standardgeräte typisch mit 25kHz  
Sondergeräte bis 500kHz



Realtime-Regelungen verlangen eine hohe Leistungsbandbreite, gleichbedeutend mit einer hohen Spannungsänderungsgeschwindigkeit der Endstufe (Slew-Rate).  
Foto: Frequenz 55kHz, Slew-Rate  $\pm 20V/\mu s$   
Ausgang  $\pm 30V / 4A$

**Lineare Präzisions Leistungs-Operations-Verstärker. Standardversionen mit 130 Watt Ausgangsleistung**

Die Leistungs-Operations-Verstärker der DCP 130-Reihe beinhaltet auf einer Chassisgrundfläche von 220mm x 200 mm eine Endstufe und das dazugehörige Hauptnetzteil mit einem Einphasen-Netztransformator für 230 Volt.

**Ausgangsdaten (\* bevorzugte Standardversionen)**

| Typ                 | Ausgangsspannung<br>im Leerlauf | Ausgangsspannung<br>bei Nennstrom | Ausgangsennstrom | **Spitzenstromeinstellungen      |                                   |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                     |                                 |                                   |                  | B 4-fach<br>$\tau = 40\text{ms}$ | C 3-fach<br>$\tau = 160\text{ms}$ |
| <b>DCP 130/30 *</b> | <b>+ - 30 V</b>                 | <b>+ - 25 V</b>                   | <b>+ - 5,0 A</b> | <b>20 A</b>                      | <b>15 A</b>                       |
| DCP 130/42          | + - 42 V                        | + - 35 V                          | + - 3,0 A        | 14,4 A                           | 10,8 A                            |
| <b>DCP 130/60 *</b> | <b>+ - 60 V</b>                 | <b>+ - 50 V</b>                   | <b>+ - 2,5 A</b> | <b>10 A</b>                      | <b>7,5 A</b>                      |
| DCP 130/84          | + - 84 V                        | + - 71 V                          | + - 1,8 A        | 7,2 A                            | 5,4 A                             |

\*\*Der Dauernennstrom und der Spitzenstrom werden mit den Trimmern P1, P2, P3 und P4 werkseitig eingestellt. Die Spitzenstromdauer wird durch Auswahl der Kondensatoren C5 und C6 werkseitig eingestellt. Abweichende Einstellungen sind nach Absprache möglich, siehe auch Leistungsdiagramme.

**Eingangsdaten - Differenzverstärker E+ / E-**

| Eingangsstufe von OpAmp                           | Standard            | FET                         |
|---------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Differenz-Eingangswiderstand                      | 100 M $\Omega$ m    | 10 <sup>12</sup> $\Omega$ m |
| Eingangsruhestrom (input bias current)            | <2 nA               | 5 pA                        |
| Eingangsruhestrom-Differenz                       | <1 nA               | 1 pA                        |
| Offsetspannungs-Temperaturdrift                   | 0,3 $\mu\text{V/K}$ | 5 $\mu\text{V/K}$           |
| Gleichtakteingangsspannungs-Unterdrückung / 10 Hz | 135 dB              | 95 dB                       |
| Eingangsoffsetstellbereich                        | + - 1 mV            | + - 10 mV                   |
| Eingangsrauschen Breitband, V= - 1000             | 7 $\mu\text{Veff}$  | 15 $\mu\text{Veff}$         |
| Maximale zulässige Eingangsspannung (E+ & E-)     | + - 11 V            | + - 11 V                    |
| Versorgungsspannungs-Durchgriff                   | -170 dB             | -150 dB                     |

Die Eingangsoffsetspannung von ca. 1mV ist durch 25k $\Omega$ m-Trimmer auf Null abgleichbar.

**Transferdaten**

|                                               |                     |                     |
|-----------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Offene Verstärkung im Leerlauf (10 Hz)        | 50.000.000 V/V      | 10.000.000 V/V      |
| Offene Verstärkung bei Last (80% Last, 10 Hz) | 30.000.000 V/V      | 5.000.000 V/V       |
| Regelgüte bei V= - 10 somit besser als        | 3.000.000 : 1       | 500.000 : 1         |
| Ausgangsspannung Slew-Rate (dUa/dt)           | 12 V/ $\mu\text{s}$ | 12 V/ $\mu\text{s}$ |

Die 130 W Endstufe enthält Hochleistungstransistoren im Verlustleistungsgesamtwert von **1040 W**.

Arbeitstemperaturbereich bei Nennlast  
 Maximale Kühlkörpertemperatur bei Nennlast  
 Gewicht netto 6,3kg, verpackt 8kg

-30 °C bis +45 °C  
 +90 °C

Obige Daten gelten, wenn nicht anders angegeben, bei 25 Grad C und Nennanschlußspannungen. Änderungen vorbehalten.

**Als Beispiel:** DCP130/30 ist ein universeller LeistungsOperations-Verstärker mit einer Ausgangsspannung von  $\pm 25$  Volt gegen Masse, einem Dauer-Ausgangsstrom von  $\pm 5$  A und Spitzen-Ausgangsstrom von  $\pm 10$  bis max.  $\pm 20$  A.

**Folgende Eigenschaften sind kennzeichnend:**

#### Hochwertige Eingangsstufe

ermöglicht das Verarbeiten von kleinen Spannungen und Strömen direkt an der Differenzeingangsstufe. Diese kann wie alle Operationsverstärker invertierend oder nichtinvertierend, integrierend, summierend usw. beschaltet werden. D.h. es ist kein zusätzlicher Steuer-Vorverstärker erforderlich.

#### Kurzschlußfeste Ausgangsstufe

ermöglicht die Endstufentype A die Entnahme des max. Ausgangsstromes ohne zeitliche Begrenzung, jedoch ohne Spitzenstrom. Darüber hinaus liefert sie, je nach Endstufentype, Type B mit 4-fachem Spitzenstrom über 40 ms oder Type C mit 3-fachem Spitzenstrom über eine Zeitkonstante von 160 ms. Auch andere Werte sind nach Absprache möglich.

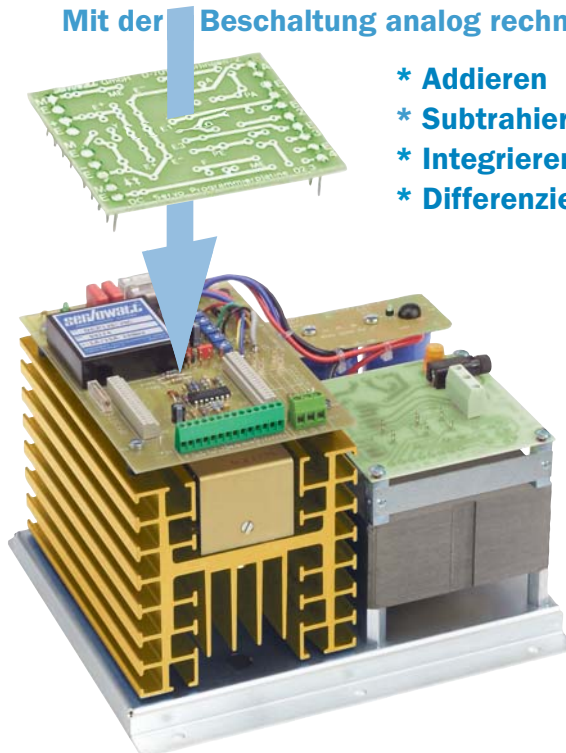
#### Stromversorgung:

Netzanschluss 230V wird angezeigt durch die orange Kontrollleuchte. Die Versorgung am Verstärker mit  $\pm 35$  V wird durch 2 grüne LED-Anzeigen sichtbar gemacht.

Fällt eine der UB- / UB+Sicherungen aus, so erlischt die entsprechende Anzeige. An der Netzplatine ist durch verschiedene Beschaltungsmöglichkeiten die Entnahme von einer oder mehreren stabilisierten, potentialfreien Spannungen möglich. Sie dienen zur Versorgung von verschiedenen Verbrauchern kleinerer Leistungen wie z.B. Sollwertgeber, Umsetzer, Überwachungen, Inkrementalgeber usw.

Mit der Beschaltung analog rechnen:

- \* Addieren
- \* Subtrahieren
- \* Integrieren
- \* Differenzieren



#### Programmierplatine

erlaubt durch einfaches Umstecken eine schnelle Umprogrammierung der Verstärkerfunktion. Auf dieser Platine sind alle Eingänge E1, E2, E3, E4, E+, E-, A = Ausgang, ME = Masse Eingang eindeutig gekennzeichnet. Auf diesen Platinen werden alle passiven Beschaltungs-Bauelemente eingelötet.

In bestimmten Anwendungen sind Trimmer erforderlich, um z.B. die Verstärkung etc. anzupassen. Auch hierfür sind entsprechende Lötstellen vorgesehen. Platine 02.5 dient für allgemeine Zwecke, für Servoanwendungen, Stromquellen usw. Der Verstärker wird normalerweise unbeschaltet geliefert.

#### Sonderausgang S

dient zur möglichen Stromrückführung. In diesem Fall werden an den Lötstützpunkten S und M niederohmige Widerstände eingelötet (Shunts) und die Last nicht gegen Masse, sondern gegen S geschaltet. Für die genaueste Stromrückführung in 4-Drahttechnik (mit 4-Pol-Meßshunts) werden S+ an E3 und S- an E4 verbunden.

Über denselben Sonderausgang S kann auch der Ausgang A über eine Sicherung FA zusätzlich abgesichert werden (Sicherungshalter ist vorgesehen). Dies ist dann von Bedeutung, wenn eine empfindliche Last unter keinen Umständen durch eine Störung oder bei einer Inbetriebnahme beschädigt werden darf.

#### Weitere Vorverstärkermodule



**Sonderausführungen** sind lieferbar für eine Vielfalt von Anwendungen: Spezielle Differenzeingangsstufen z.B. mit garantierter Drift kleiner  $50 \text{ nV}/^\circ\text{C}$ , mit FET's und Eingangsströmen kleiner  $50 \text{ pA}$  oder mit größerer Gleichtakt-Eingangsspannung sind möglich. Es sind auch besondere Versionen mit höherer Slew-Rate bis  $50 \text{ V}/\mu\text{s}$  verfügbar.

## Ausgangsstrom-Begrenzungen

Diese funktionieren statisch und dynamisch. Für kurze Beschleunigungs- und Bremsphasen bei Strombegrenzungsart C kann ein Impulsstrom in dreifacher Höhe für die vorgegebene maximale Zeit von 160 ms fließen. Strombegrenzungsart B lässt einen 4-fachen Spitzenstrom für die Zeit von 40 ms zu.

Danach klingt der Strom wieder auf seinen Nennwert ab. Die Strombegrenzungen werden mit zwei roten Leuchtdioden LED's angezeigt. Dauer- und Spitzenströme können für beide Polaritäten verschieden eingestellt sein. Andere Werte für Spitzenströme und Zeitdauer sind möglich.

Alle Geräte sind, ausreichende Kühlung vorausgesetzt, dauerkurzschlußfest ausgelegt. Die eingestellten Werte für die Strombegrenzung werden bei Auslieferung versiegelt. (Garantie!)



## Programmierplatine

Auf der Programmierplatine sind für E- und E+ Plätze für zwei antiparallel geschaltete Schutzdioden nach Masse ME vorgesehen. Bei invertierenden Schaltungen liegt die steuernde Eingangsspannung an E- fast auf Nullpotential. Beide Dioden begrenzen die Eingangsspannung auf ca.  $\pm 600$  mV. Wichtig bei auftretenden Störspannungen im Sollwerteingang! Für kleinere Eingangskapazität kann man auch schnellere Dioden antiseriell verwenden und 4 von diesen in Serie/Parallel schalten. Auf der Programmierplatine sind zusätzlich für den Schutz von E+ zwei antiseriell geschaltete Zenerdioden nach Masse ME vorgesehen und vor dem Zenerdiodenpärchen einen geeigneten Schutzwiderstand vorzuschalten. **Die Gleichtakt-Eingangsspannung** (UE+ und UE-) sollte niemals den Bereich von  $\pm 11$  V überschreiten, da sonst mit unerwünschten Effekten zu rechnen ist.



## Ausgangssicherung über Ausgang S

Es besteht die Möglichkeit, den Verstärker über den Ausgang S zusätzlich zur elektronischen Strombegrenzung mit einer Ausgangssicherung (Feinsicherung der Größe 5mm x 20mm oder 6,3mm x 32mm) auszurüsten. Diese Sicherung kann eine beliebige Charakteristik haben und somit nach Kundenvorstellungen eine empfindliche Last vor Überlastung und Schaden bewahren. Bei ersten Inbetriebnahmen kann eine solche Sicherung auch vorübergehend extern in Serie geschaltet werden.

## Sicherungsfeld für Versorgung

Zu den 2 Sicherungen leuchten die entsprechenden grünen LEDs.

## Meßshunts, = Meßwiderstände für die Stromerfassung

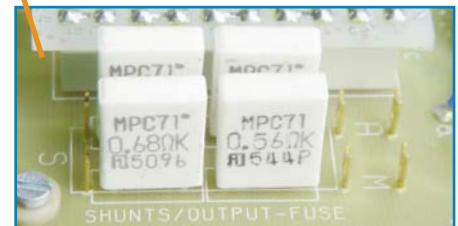
für maximal  $4 \times 2W = 8$  Watt  
2 mal seriell, 2 mal parallel



für maximal  $2 \times 5W = 10$  Watt,  
2 mal parallel



für maximal  $4 \times 5W = 20$  Watt  
2 mal seriell, 2 mal parallel



## Boucherot - Glied

In manch hartnäckigen Fällen hochfrequenter Schwingungen der Ausgangsspannung kann es erforderlich sein, zwischen Ausgang A und Masse-Ausgang MA ein bedämpfendes RC-Glied (Boucherot-Glied) zu schalten. Unterhalb der Platine ist dafür Platz vorhanden.

**Lineare Verstärker arbeiten schnell und sind völlig störungsfrei. Die Ausgangsspannung enthält keine fremden Signal-komponenten, Impulsnadeln, Harmonische oder Rauschen.**



## Anschluß, Inbetriebnahme und Überprüfung der Funktion am Beispiel von DCP130/30

### Anschluß:

Gerät mit aufgesteckter, beschalteter Programmierplatine an das 230V Netz anschließen. Es leuchten eine gelbe Netzkontrolllampe auf der Netzplatine und zwei grüne +35VDC LEDs auf der Verstärkerplatine auf. Ist dies nicht der Fall, so sind die Sicherungen zu kontrollieren. Bei ersten Versuchen und Experimenten ist es ratsam, einen 230V-Regeltrafo zum langsamen Hochregeln der Netzspannung zu verwenden. Der Verstärker arbeitet bereits ab 1/2 der Netzspannung in allen Funktionen.

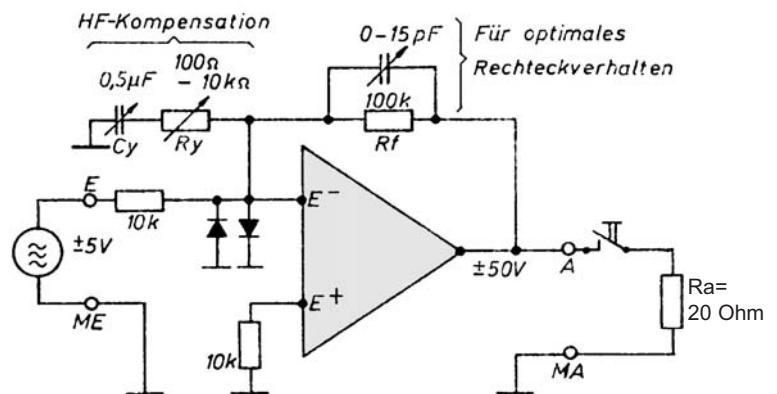
### Spannungssteuerung:

Wird die Beschaltung zunächst für Prüfzwecke proportional gewählt (invertierend oder nichtinvertierend), so kann je nach gewählter Verstärkung mit einer entsprechenden bipolaren Steuerspannung der Verstärker angesteuert werden und die Ausgangsspannung mit einem Oszillographen überprüft werden. Die Beträge von Ein- und Ausgangsspannung müssen von Null bis zur +-Vollaussteuerung streng proportional sein. Unbelastet beträgt die max. Ausgangsspannung ca. +-30V, bei Belastung mit +-5 A ca. +-25V. Wird dem Ausgang dauerhaft mehr als +-5 A entnommen, so wird die Strombegrenzung und die Ausgangsspannung je nach Last bis auf Null reduziert.

### Strombegrenzung:

Sichert die Last und den Verstärker vor unzulässiger Überbelastung. Die entsprechenden Trimmer sind ab Werk eingestellt, versiegelt und dürfen nicht verändert werden (Garantie!). Eingebaute Leistungsreserven sind für Sicherheit und lange Lebensdauer notwendig und dürfen nicht vom Anwender nach Belieben ausgenutzt werden. Bei Type A begrenzt die Endstufe sofort auf den maximalen Dauerwert +-5A, bei Type B wird der Strom beim 4-fachen Wert begrenzt und klingt nach 40ms Zeitkonstante auf den Nennwert ab, bei Type C kann die Ausgangsstufe über 160 ms den 3-fachen Wert liefern.

## Testschaltung



### Offseteinstellung:

Nachdem die endgültige Beschaltung optimiert wurde, sollte als letztes eine Offseteinstellung vorgenommen werden. Dies sollte nach ca. 15 Minuten Einschaltdauer geschehen. Nach Definition ergibt ein Operationsverstärker die Ausgangsspannung Null bei Eingangsspannung Null.

Die durch die Eingangsruheströme an Beschaltungswiderständen erzeugten Spannungen, sowie die verstärkereigene Offsetspannung, können mit dem Offsettrimmer intern kompensiert werden, so daß die Ausgangsspannung zu Null wird, wenn die beschalteten Eingänge an Eingangsmaße gelegt werden. Bei PI-Beschaltung muß der Rückführkondensator mit einem hochohmigen Widerstand überbrückt werden, damit die Offseteinstellung erleichtert oder überhaupt ermöglicht wird. In der Standardausführung liegt der Offseteinstellbereich bezogen auf den Eingang E+ / E- bei maximal +-1mV.

### Verstärkungseinstellung:

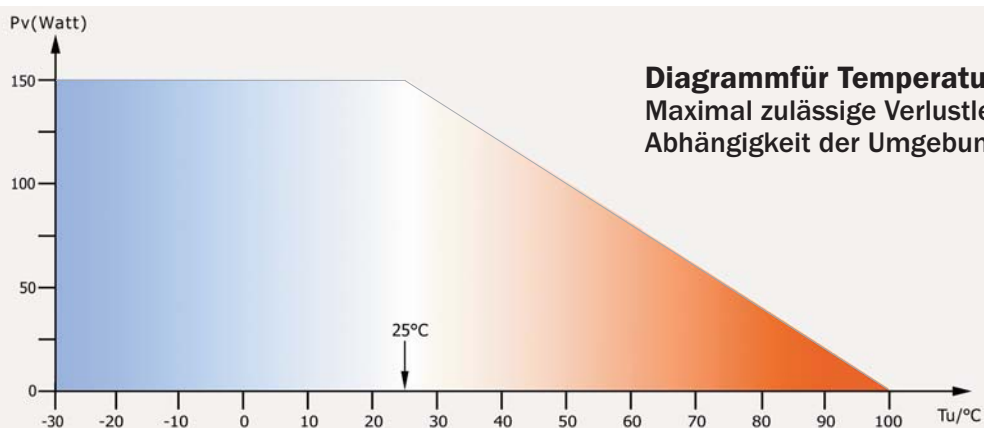
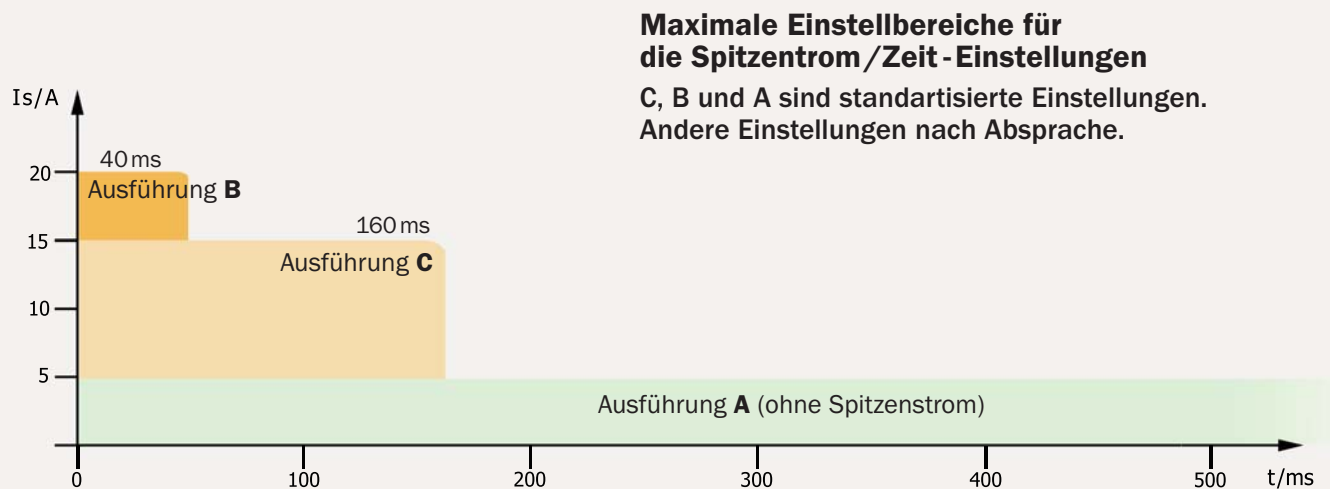
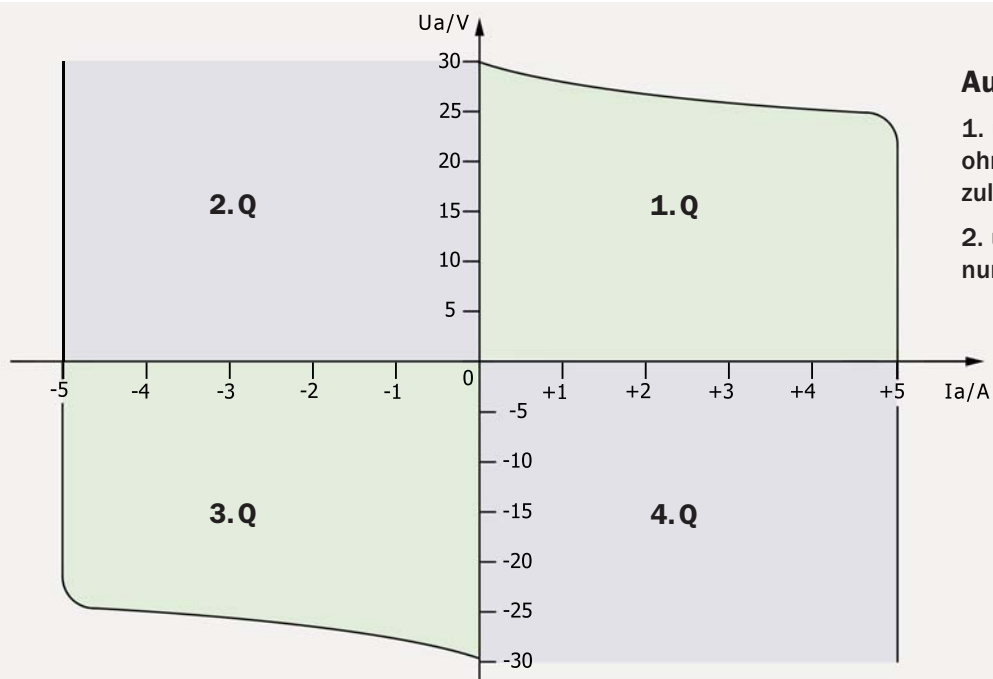
Zur Einstellung der P- oder PI-Verstärkung kann auf der Programmierplatine ein Trimmer (PA) eingelötet werden. Dies ist sehr hilfreich bei der Optimierung der Verstärkung im Servoregler zwischen zu hoher Verstärkung (Schwingneigung, steife Welle) und zu kleiner Verstärkung (große Laufruhe, aber nachgiebige Welle). Der Einstellbereich kann mit dem "Fußwiderstand" Rpa am Poti eingegrenzt werden. Verlustleistung am Trimmer beachten!

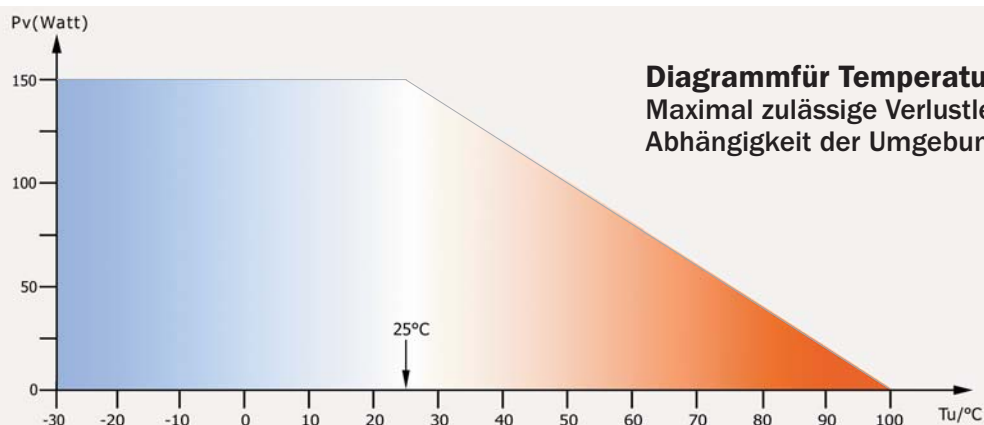
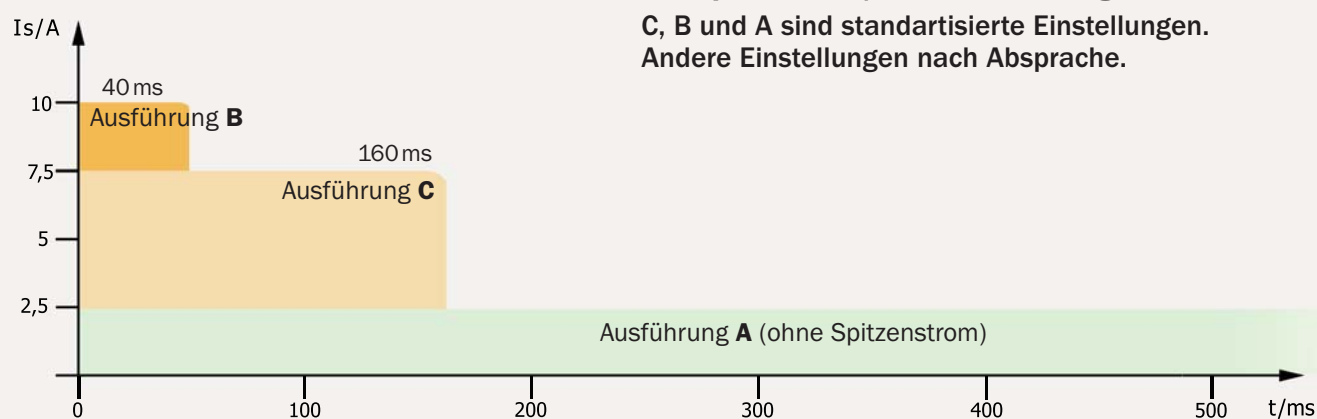
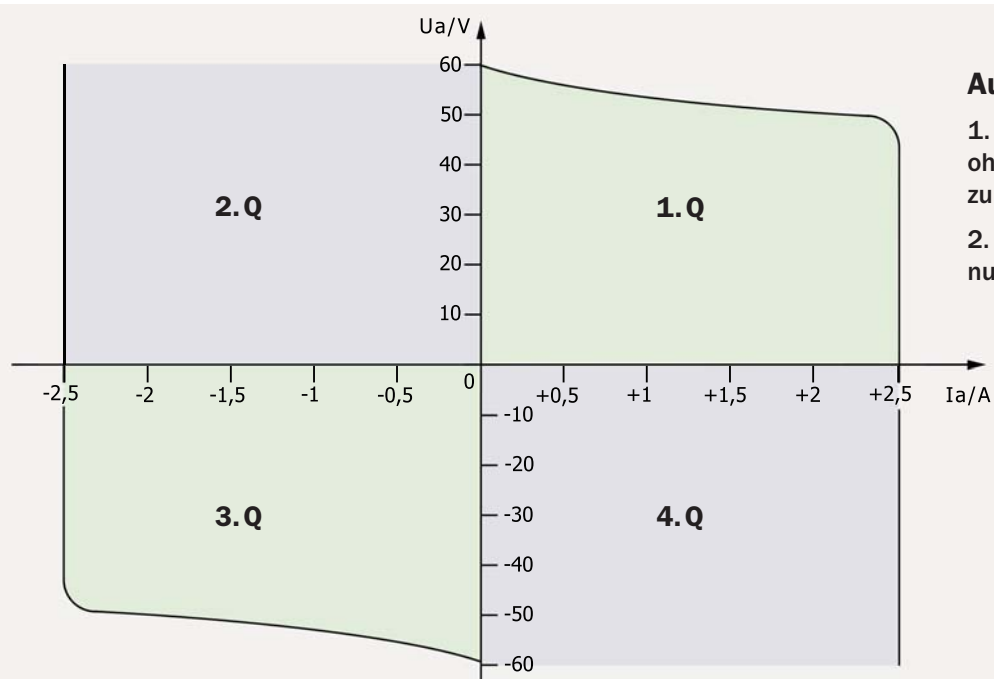
### HF-Kompensation:

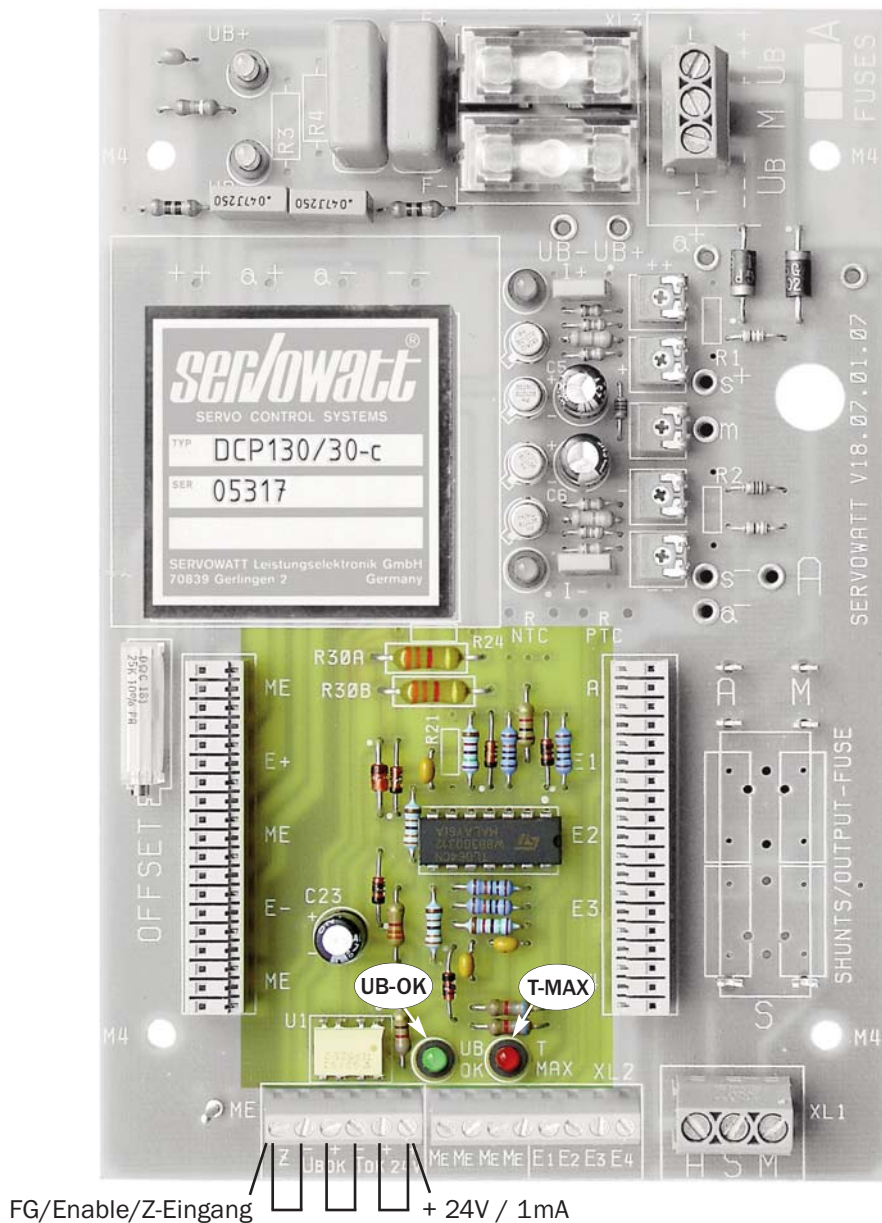
Ist der Verstärker überhaupt nicht oder nicht richtig kompensiert, so kann die Ausgangsspannung mit einer hochfrequenten Schwingung überlagert sein. Dies geschieht speziell bei kleinen Verstärkungen und muß vermieden werden, wenn der Verstärker programmgerecht arbeiten soll. Die entsprechenden Kompensationshinweise sind zu beachten.

### Literatur:

Halbleiter-Schaltungstechnik, U. Tietze, Ch. Schenk  
Springer Verlag, ISBN 3-540-15134-6  
Professionelle Schaltungstechnik mit Operationsverstärkern  
Horst Wupper, 1994 Franzis-Verlag GmbH, ISBN 3-7723-6732-1  
Schaltungs- & Formelsammlung für die Operationsverstärker-Anwendung, Prof. Dipl.-Ing. Martin Zirpel, Franzis Verlag, ISBN 3-7723-6136-6 und 3-7723-6134-X  
IC Op-Amp Cookbook, Walter G. Jung  
Howard W.Sams & Co., Indianapolis 46268 USA, ISBN 0-672-22453-4  
Umgang mit Operationsverstärkern, Fritz Bergtold,  
Oldenburg Verlag, ISBN 3-486-34001-8  
Operationsverstärker, Eigenschaften & Anwendungen, Hansjürgen Vahldiek  
Telekosmos Verlag, ISBN 3-440-03745-2







FG/Enable/Z-Eingang + 24V / 1mA

Vorschlag – mögliche  
UND-Verknüpfungen

#### Daten der Optokopplerausgänge U-OK und T-OK

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Maximaler Durchlaßstrom  | 20 mA  |
| Maximale Sperrspannung   | 55 V   |
| Maximale Verlustleistung | 100 mW |

Bitte Optokoppler-Maximalwerte beachten!

#### ENA= FG/Freigabe/Enable/Z-Eingang

Die Endstufe wird aktiviert durch Anlegen einer +24V-Steuerspannung an Z (Pin XL2.1) gegen Masse ME (Pin XL2.7 bis XL2.10). Die Schwellenschwelle liegt bei ca. +9 V. Die Endstufe wird mit Z-Spannung gleich Null stromlos geschaltet (Tristate-Zustand am Ausgang = hochohmig). Bei einem Servo kann man auf diese Weise die Welle frei drehbar machen, z.B. zum Einrichten.

#### T-OK: Temperaturüberwachung

Steigt die Temperatur am Kühlkörper auf über ca. 90 Grad C, unterbricht der Optokoppler zwischen T-OK+ (Pin XL2.5) und T-OK- (Pin XL2.4) und die rote LED T-MAX leuchtet auf. Diese Überwachungsfunktion ist gelatcht d.h. auch nach anschließendem Absinken der Kühlkörpertemperatur unter 90 Grad C bleibt der Optokoppler offen/hochohmig.

Erst nach Abschalten, Entladen der Hauptelkos (ca. 2 min.) und Wiedereinschalten der Hauptversorgungsspannung (Power-On-Reset) werden die Optokopplerkontakte T-OK wieder leitend.

Optional sind auf der Platine eine Unterspannungsüberwachung (UB-OK), und eine Temperaturüberwachung (T-OK) am Kühlkörper integriert. Jede dieser zwei Überwachungsfunktionen besitzt eine Leuchtdiode zur Anzeige und potentialfreie Optokopplerausgänge: UB-OK und T-OK.

#### Ausgangsstrom-Begrenzungen (serienmässig)

Diese funktionieren statisch und dynamisch. Für kurze Beschleunigungs- und Bremsphasen kann je nach Strombegrenzungsart C oder B ein Impulsstrom in zwei- oder dreifacher Höhe für die vorgegebene maximale Zeit von 500 ms oder 200 ms fließen. Danach klingt der Strom wieder auf seinen Nennwert ab.

Die Strombegrenzungen werden mit zwei roten Leuchtdioden LED I+ und LED I- angezeigt. Dauer- und Spitzenströme können für beide Polaritäten verschieden eingestellt sein. Andere Werte für Spitzenströme und Zeitdauer sind möglich. Alle Geräte sind, ausreichende Kühlung vorausgesetzt, dauerkurzschlußfest ausgelegt.

#### UB-OK: Unterspannungsüberwachung

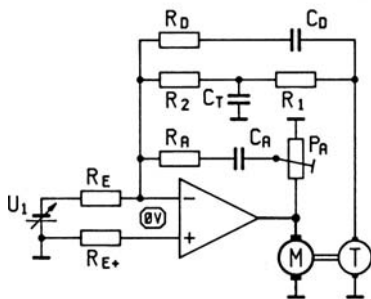
Sinkt eine der beiden Hauptversorgungsspannungen UB+ oder UB- unter ca. 50%, unterbricht der Optokoppler zwischen UB-OK+ (Pin XL2.3) und UB-OK- (Pin XL2.2). Die ansonsten grün leuchtende LED UB-OK erlischt. Beim Start/Anfahren muß die Hauptversorgungsspannung zumindest kurzzeitig ca. 75% der Leerlaufnennspannung erreichen (ca. 25% Hysterese, nicht gelatcht).

Beide potentialfreien Optokopplerkontakte (NPN-Ausgänge) UB-OK und T-OK können miteinander und mit dem Z-Eingang in Reihe geschaltet werden (VerUNDen). Dafür steht an Pin XL2.6 die +24V-Hilfsversorgung (max. 1 mA) zur Verfügung. Diese Kontakte/Ausgänge sind im Rahmen der obigen technischen Daten frei beschaltbar. Für spannungssteuernde Verarbeitung müssen externe Pull-Up oder Pull-Down Widerstände vorhanden sein, wie z.B. in SPS-Steuerungen. Bitte Optokoppler-Maximaldaten beachten.

## Servo-Drehzahlregelungen

mit DC-Tachometer mit typischen Regelverhältnis 10.000: 1. In dieser Schaltung zeigen diese Verstärker ihre besonderen Qualitäten deutlich. Aufgrund der sehr hohen internen Verstärkung ist die Regelgüte ebenfalls sehr hoch und die Wellensteifigkeit gegen Störmomente, für viele überraschend, außergewöhnlich gut. Aus diesem Grunde können bestehende Aufgaben auch mit kleineren Motoren optimal gelöst werden.

## Drehzahl-Servo mit Tachometer

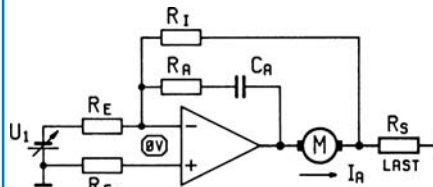


$$\omega = k_{\omega} * U_1 \quad \text{oder} \quad n = k_n * U_1$$

## Kombinierte Servosysteme

durch gleichzeitige oder umgeschaltete Funktionen von Drehzahlregler und Drehmomentregler. Damit lassen sich z.B. für das Anfahren mit definierter Anpreßkraft gegen einen Anschlag (Schleifwerkzeuge) oder einen Abriechdiamanten mit definiertem Moment positionieren. In anderen Applikationen werden kombinierte Spannungs-/Stromsteuerungen durchgeführt, um bestimmte Effekte zu erzielen.

## Drehmoment-Servo



$$M = k_m * I_A$$

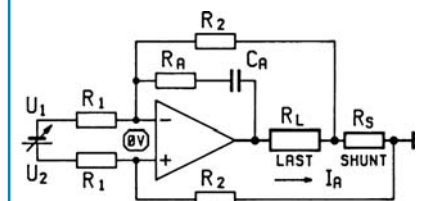
$$I_A = -U_1 * R_1 / (R_e * R_s)$$

$$M = -U_1 * k_m * R_1 / (R_e * R_s)$$

## Bipolare Stromquelle

zum Einprägen eines Stromes auf alle Lasten, auch komplexe. Der Quellenwiderstand des Ausgangs ist praktisch unendlich, d.h. die Spannungen an einer komplexen Last z.B. einer EMK,  $L \times di/dt$  und  $i \times R$  werden allesamt unabhängig von ihrem Augenblickswert mit dem eingepprägten Strom durchflossen. Insbesondere Resonanzmessungen durch Frequenz-Wobbeln lassen sich mit solchen Stromquellen höchster Güte nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ genau durchführen.

## Stromregler mit Differenzeingang



$$I_A = (U_2 - U_1) * R_2 / (R_1 * R_s)$$

## Hochdynamisches Positionieren

mit hochwertigen Potentiometern und hochdynamischen Motoren. Mit einfachsten Mitteln lassen sich auf diese Weise hochgenaue und superschnelle Positionierungen realisieren. In einem Kreis wäre es z.B. möglich, 100 Positionen in der Zeit von 1 Sekunde nicht nur anzusteuern, sondern auch mit der erforderlichen Genauigkeit, d.h. inklusive Ausschwingen des Bewegungssystems zu positionieren. Bitte Info anfordern. Weniger spektakuläre Lösungen mit hervorragender Funktion lassen sich auch mit preiswerten Komponenten erreichen. Eine ganze Reihe von Potentiometern arbeiten heute sogar kontaktlos mit brauchbarer Genauigkeit.

## Drehzahlregelung von hochdynamischen DC-Servomotoren mit DC-Tachometer

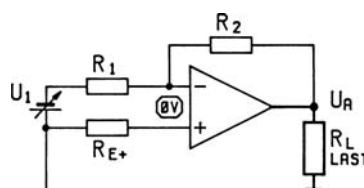
Winkelbeschleunigungen bis zu 200.000 rad/sec<sup>2</sup>, entsprechend 2.000 U/min in 1 Millisekunde. Bis 10 Nm Impulsmoment. **Start-Stop Betrieb mit einem leisen Klick.** Solche extremen Geschwindigkeitsänderungen erfolgen sogar aperiodisch, d.h. ohne Überspringen.



## Geradeausverstärkung als bipolarer Spannungsregler / Verstärker

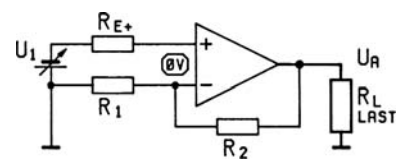
Geradeausverstärkung als bipolarer Spannungsregler/Verstärker, mit linearem oder besonders gewähltem Frequenzgang. Der interne Ausgangswiderstand / Quellwiderstand ist praktisch Null bzw praktisch nicht mehr meßbar. Dies ist dann wichtig, wenn bei genauen Leistungsmessungen (z. B. Leistungs-Löschglieder in Lokomotiven) eine Quelle mit praktisch Null Ohm vorausgesetzt wird. Mit steigender Frequenz wird der Quellwiderstand am Ausgang zunehmend größer. In der Praxis darf man schon mit Null-Ohm Ausgangsimpedanz rechnen.

## Invertierender Verstärker

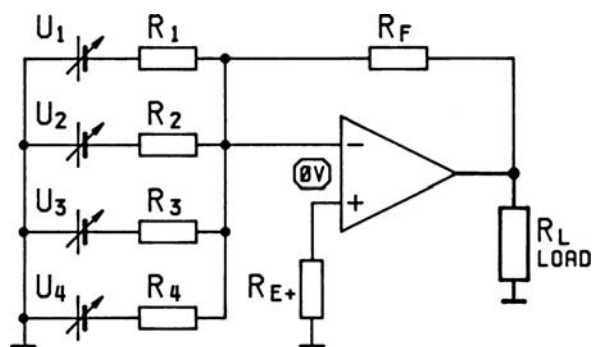


$$U_A = -U_1 (R_2 / R_1)$$

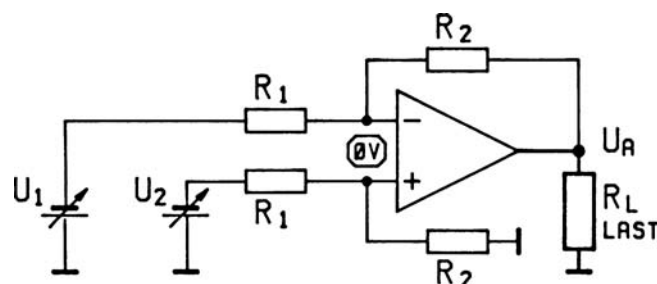
## Nicht-invertierender Verstärker



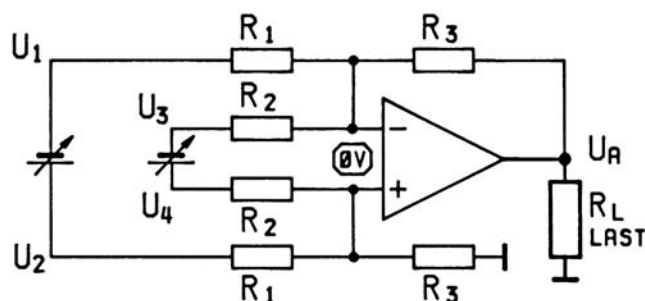
$$U_A = +U_1 (1 + R_2 / R_1)$$

**Invertierender Summierverstärker**

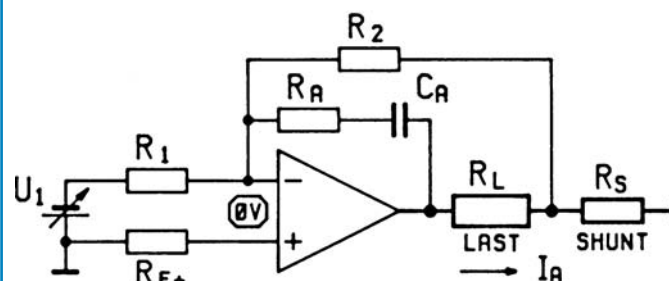
$$U_A = -R_F \left( U_1/R_1 + U_2/R_2 + U_3/R_3 + U_4/R_4 \right)$$

**Differenzverstärker**

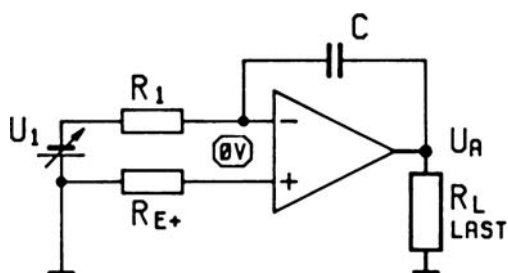
$$U_A = (U_2 - U_1) R_2 / R_1$$

**Summierverstärker mit Differenzeingängen**

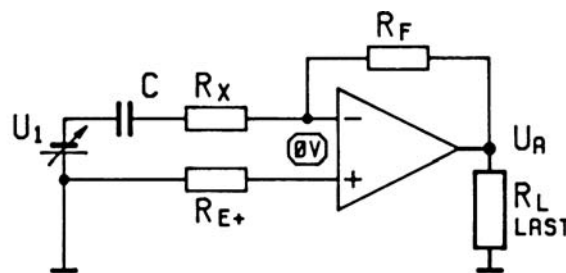
$$U_A = (U_2 - U_1) R_3 / R_1 + (U_4 - U_3) R_3 / R_2$$

**Invertierender Stromregler**

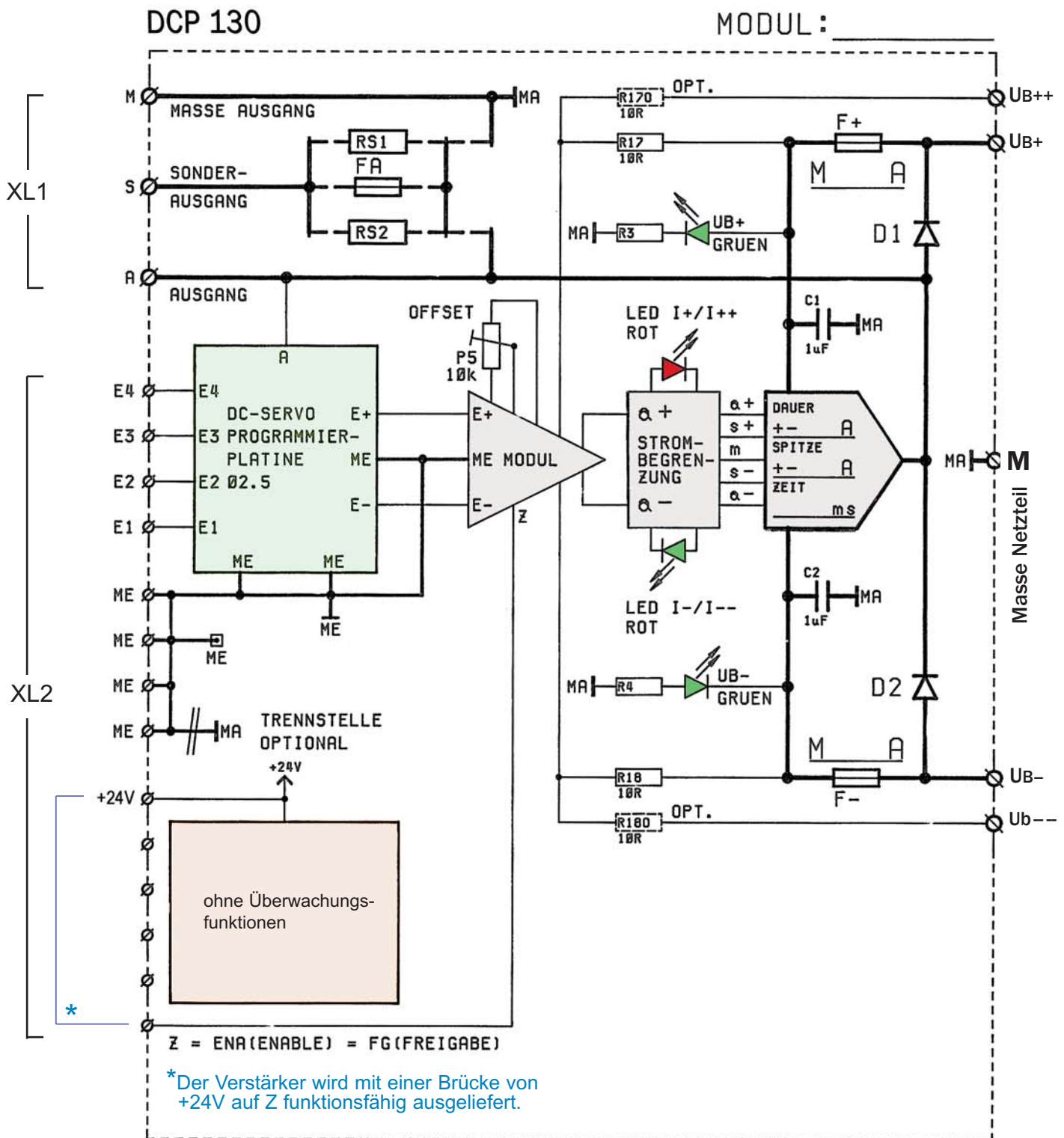
$$I_A = -U_1 \cdot R_2 / (R_1 \cdot R_S)$$

**Integrator**

$$U_A = - \frac{1}{R_1 \cdot C} \int U_1(t) dt$$

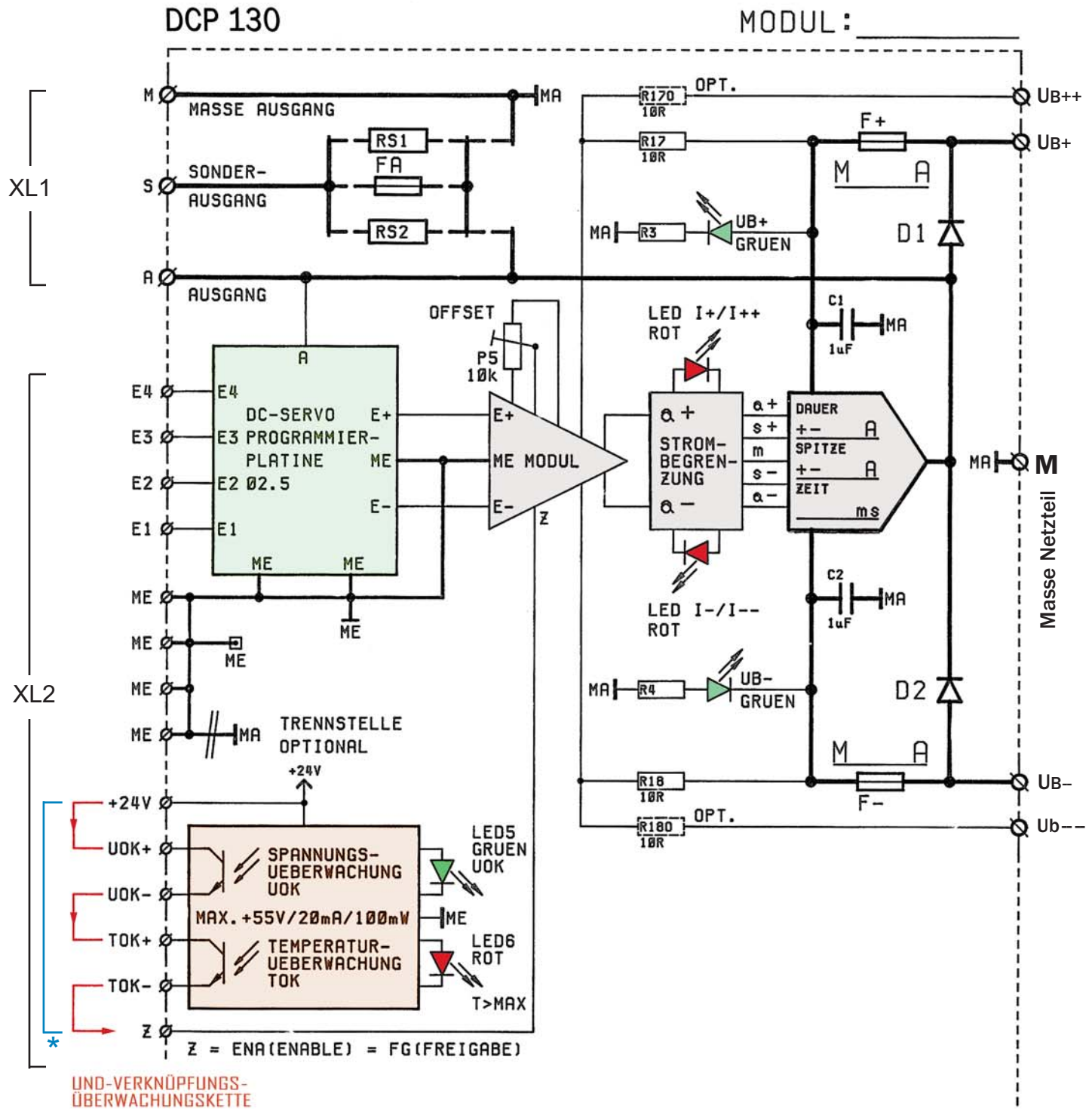
**Differenziator**

$$U_A = -R_F \cdot C \cdot \frac{dU_1(t)}{dt}$$



Bei  $U_z = 0$  : Verstärkerausgang stromlos (tri-state)

Bei  $U_z = 24V$ : Verstärker aktiv (Schwelle bei ca.  $+10V$ )



- \* Der Verstärker wird mit einer Brücke von +24V auf Z funktionsfähig ausgeliefert

UOK + TOK= RDY (Ready) = BTB (Betriebsbereit)  
Bei Uz = 0: Verstärkerausgang stromlos (tri-state)  
Bei Uz = 24V: Verstärker aktiv (Schwelle bei ca. +10V)

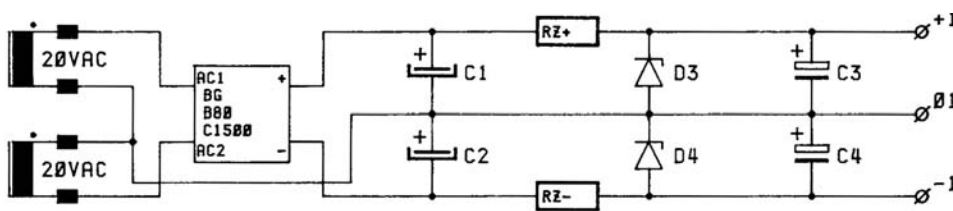
Für verschiedene Verbraucher kleinerer Leistungen wie z.B. Sollwertgeber, Potentionmeter, Referenzspannungsquellen, Umsetzer, Überwachungen, Inkrementalgeber usw. besteht die Möglichkeit, aus zwei 20VAC Hilfswicklungen verschiedene Zusatzversorgungen zu realisieren.

#### Folgende Möglichkeiten stehen Ihnen zur Verfügung:

- Vollweg-Gleichrichtung für kleine Restwelligkeit mit Plus- und Minusausgängen, vorzugsweise für höhere Leistungen
- Einweg-Gleichrichtung mit höherer Restwelligkeit, geeignet für kleinere Leistungen
- Einfache Stabilisierung mit Zenerdioden oder Referenz-Spannungsquellen
- Der Netztrafo in Standardausführung hat zwei 20VAC Zusatzwicklungen, die je bis 200mA belastet werden können. Für Kundenanwendungen können bis zu vier Wicklungen mit anderen Spannungswerten geliefert werden.

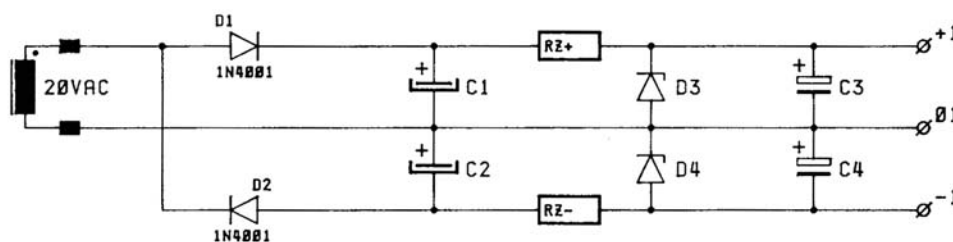
#### Schaltpläne für verschiedene Beschaltungsmöglichkeiten:

##### Mit Vollweggleichrichtung



Bipolare Spannungen zum Beispiel bis  $\pm 24V$  DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

##### Mit Einweggleichrichtung



Bipolare Spannungen zum Beispiel bis  $\pm 24V$  DC  
Für kleinere Leistungen, z.B. als Referenzspannungen

