

Sehr gute Regeleigenschaften

2x 15 V/3 A oder 30 V/3 A

Komfortable Software

16 Speicherplätze

Hohe Genauigkeit

USB-Schnittstelle



Doppelnetzteil DPS 5315

Das Doppelnetzteil DPS 5315 erweitert die ELV 5000er-Netzteilserie um ein Doppelnetzteil mit galvanisch getrennten Ausgängen (2x 15 V, 2x 3 A). Die Netzteilaustritte sind getrennt voneinander nutzbar oder können durch interne Kopplung in Reihe geschaltet werden, um einen Ausgang mit doppelter Ausgangsspannung zu erhalten. Zur Soll- und Istwert-Anzeige dienen zwei große hinterleuchtete LC-Displays. Eine galvanisch getrennte USB-Schnittstelle zur kompletten Steuerung des Gerätes von einem PC aus rundet die Funktionsvielfalt des DPS 5315 ab.

Allgemeines

Das DPS 5315 erweitert die ELV 5000er-Netzteilserie um ein Doppelnetzteil, dessen Ausgangsspannungen voneinander galvanisch getrennt sind. Die Soll- und Ist-Werte der beiden Netzteilaustritte werden auf zwei getrennten hinterleuchteten LC-Displays dargestellt. Die Bedienung sämtlicher Funktionen erfolgt menügesteuert über 7 Taster und zur komfortablen Sollwert-Vorgabe ist ein Inkrementalgeber mit Tasterfunktion vorhanden.

Im Elektroniklabor werden häufig zwei getrennt voneinander einstellbare Gleichspannungen oder symmetrische Plus-Minus-Spannungen benötigt. Meistens handelt es sich dabei um Spannungen unter 15 V. Bei höheren Spannungsanforderungen kommt man in der Regel mit einer Versorgung aus.

Genau dieses Marktsegment bedient das DPS 5315, da beide Netzteilaustritte sowohl getrennt voneinander nutzbar sind als auch durch interne Kopplung die Möglichkeit einer Reihenschaltung besteht (um einen Ausgang mit doppelter Ausgangsspannung zu erhalten). Wahlweise erhalten wir dann zwei Netzteile

mit jeweils 0 bis 15 V und 3 A Strombelastbarkeit oder ein Netzteil mit 0 bis 30 V und 3 A Strombelastbarkeit. Das im ELV 5000er-Metallgehäuse untergebrachte Gerät reiht sich nahtlos in die bereits bestehende Netzteilserie ein und verfügt über ein vergleichbares Frontplattendesign.

Basis der Entwicklung ist das bereits existierende Labor-Netzteil PPS 5330 mit 0 bis 30 V Ausgangsspannung und 0 bis 3 A Ausgangsstrom, wobei nun folgende Bedienmodi zur Verfügung stehen:

- **Master** (Netzteil 1): einstellen
- **Slave** (Netzteil 2): einstellen
- **Dual**: Für beide Netzteile werden die Einstellungen des Masters übernommen
- **Serie** (Serienschaltung der beiden Ausgänge, um ein Netzteil mit doppelter Spannung zu erhalten): Dabei wird das Display des Slaves abgeschaltet und es entsteht ein Netzteil mit doppelter Ausgangsspannung und Mittelabgriff, z. B. für eine Plus-Minus-Spannungsversorgung.

Neben guten Regeleigenschaften sind präzise Sollwert-Vorgaben für die Ausgangsspannungen und die Ausgangsströme eine wichtige Anforderung. Hier vereint nun das mit einem Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber) ausgestattete Gerät die einfache und schnelle Bedienbarkeit einer analogen Poti-Einstellung mit der Präzision einer digitalen Sollwert-Vorgabe, z. B. über Tasten. Neben der Präzision der Einstellung in allen Netzteil-Konfigurationen hat das DPS 5315 hier noch mehr zu bieten, da die Auflösung des Inkrementalgebers für die Einstellung veränderbar ist.

So sind für die Spannungsvorgabe je Rastung Schritte zwischen 10 mV und 10 V und für die Stromvorgabe je Rastung Schritte zwischen 1 mA und 1 A möglich.

Im LC-Display wird die jeweils zu verändernde Stelle mit Hilfe eines Unterstrichs gekennzeichnet. Je Umdrehung verfügt der Inkrementalgeber über 12 Raststellungen.

Zwei großflächige hinterleuchtete LC-Displays zeigen alle wichtigen Parameter des DPS 5315 gleichzeitig an. Dabei sind neben den Ist-Werten für Spannung, Strom und Leistung auch die Grenzwerte (Sollwert-Vorgaben) für Spannung und Strom direkt abzulesen. Des Weiteren werden alle wichtigen Statusinformationen und welcher Regler gerade aktiv ist (U oder I) direkt auf dem Display angezeigt.

Darüber hinaus verfügt das Gerät über einen Sollwert-Speicher für individuelle Netzteilinstellungen, und der Display-Kontrast sowie die Dauer der Hinterleuchtung nach der letzten Bedienung sind einstellbar.

Ein ganz besonderes Feature ist eine galvanisch getrennte USB-Schnittstelle, über die eine Steuerung des Netzgerätes, z. B. von einem PC aus, möglich ist.

Die wichtigsten Funktionsmerkmale des Gerätes sind nachfolgend aufgelistet:

- Ausgangsspannung jeweils linear einstellbar von 0 bis Maximum
- Ausgangsstrom jeweils linear einstellbar von 0 bis Maximum
- Ausgangsspannung je Kanal bis 15 V einstellbar
- Ausgangsstrom je Kanal bis 3 A (abhängig von der möglichen Wärmeabfuhr im Bereich des Kühlkörper-Lüfter-Aggregates)
- Funktion als Spannungskonstanter oder Stromkonstanter, Umschaltung automatisch
- Innenliegendes Kühlkörper-Lüfter-Aggregat zur Wärmeabfuhr
- Temperaturgesteuerte Zwangslüftung
- Kurzschlussfeste Ausgänge
- Hinterleuchtete LC-Displays
- Konfigurationsspeicher für Sollwert-Einstellungen
- Stand-by-Funktion zum Deaktivieren der Ausgänge
- Endstufentemperatursicherung
- Trafotemperatursicherung
- Sollwert-Vorgaben mit einem Inkrementalgeber
- Bedienelemente gegen Fehlbedienung sperrbar
- Galvanisch getrennte USB-Schnittstelle zur externen Steuerung (optional einzubauen); bei USB-Betrieb werden alle Bedienelemente am Gerät mit Ausnahme von Stand-by automatisch gesperrt
- Metallgehäuse mit Alu-Frontprofil

Die großen, hinterleuchteten Displays sorgen jederzeit für einen guten Überblick bezüglich sämtlicher Soll- und Ist-Werte. Arbeitet das Netzgerät beispielsweise als Spannungskonstanter (der Ist-Wert und der Soll-Wert für die Spannung sind gleich groß), kann neben dem aktuell fließenden Strom auch der programmierte Grenzwert (Limit) des entsprechenden Ausgangs direkt abgelesen werden. Mit einem Blick ist dann erkennbar, wie weit die Stromaufnahme der angeschlossenen Last noch vom programmierten Grenzwert entfernt ist.

Abhängig vom Betriebsmodus ermöglicht eine Stand-by-Funktion auf Tastendruck das schnelle Ein- und Ausschalten des jeweiligen Ausgangs, wobei der Stand-by-Modus mit einem auffälligen Symbol im Display angezeigt wird. Im praktischen Betrieb kann es immer wichtig sein, die Spannungen schnell abschalten zu können.

Selbstverständlich ist das DPS 5315 dauerkurzschlussfest, und elek-

Ausgangsspannung Master:	0–15 V (Auflösung 10 mV)
Ausgangsspannung Slave:	0–15 V (Auflösung 10 mV)
Ausgangsspannung Serie:	0–30 V (Auflösung 10 mV)
Ausgangsstrom Master:	0–3 A (Auflösung 1 mA)
Ausgangsstrom Slave:	0–3 A (Auflösung 1 mA)
Ausgangsstrom Serie:	0–3 A (Auflösung 1 mA)
Genauigkeit Spannung:	±20 mV
Genauigkeit Strom:	±20 mA
Ripple-Spannungskonstanter:	5 mV _{eff}
Galvanische Trennung:	Isolationsspannung zwischen den Ausgängen 50 V
Displays:	getrennte, hintergrundbeleuchtete LC-Displays für Master und Slave, gleichzeitige Anzeige von Spannung, Strom und Leistung mit den zugehörigen Grenzwerten für U und I sowie Statusinformationen, Displaykontrast einstellbar
Bedienelemente:	Netzschalter, 7 Taster und Inkrementalgeber für Master und Slave gemeinsam
Speicherplätze:	bis zu 16 individuelle Vorgabewerte einstellbar, Speichererhalt bei Netztrennung
Besondere Funktionen:	Stand-by-Funktion zum Deaktivieren des Ausgangs, Kühlkörper-Lüfter-Aggregat mit temperaturgesteuerter Lüfterdrehzahl, Endstufen-Temperatursicherung, Sicherheitsbuchsen, kurzschlussfester Ausgang, Tastensperre bei Bedienung über USB
Schnittstelle (optional):	USB, galvanisch getrennt
Versorgungsspannung:	230 V _{AC} /50 Hz
Umgebungstemperatur:	0–40 °C
Gehäuse-Schutzklasse:	IP 20
Abm. (B x H x T) Metallgehäuse:	303 x 155 x 95 mm

tronische Temperatur-Schutzschaltungen verhindern z. B. im Fehlerfall eine Überlastung des Gerätes. Bei einer Übertemperatur des Netztrafos oder der Endstufe werden die Ausgänge deaktiviert und im Display das zugehörige Symbol angezeigt. Erreicht die Temperatur im Betrieb Werte, die weniger als 5 °C unter der Abschalttemperatur liegen, beginnt das „Overtemp.“-Symbol in den Displays als Vorwarnung zu blinken.

In einem benutzerdefinierbaren Speicher können bis zu 16 individuelle Sollwert-Vorgaben abgelegt werden, die dann auf Tastendruck jederzeit wieder zur Verfügung stehen. Die Anzeige des ausgewählten Speicherplatzes erfolgt unten rechts im Display.

Aufgrund des linearen Reglerprinzips haben beide Netzteilausgänge des DPS 5315 einen äußerst geringen „Ausgangs-Ripple“ und die unter Last entstehende Abwärme wird mit einem innenliegenden Kühlkörper-Lüfter-Aggregat abgeführt, wobei die Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit von der Endstufentemperatur automatisch geregelt wird.

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich oder bei unbeaufsichtigtem Betrieb durch Unbefugte verändert werden, können alle Bedienfunktionen – mit Ausnahme der „Stand-by“-Taste zum schnellen Deaktivieren des Ausgangs – gesperrt werden. Die Sperre wird im Display mit dem Symbol „Locked“ dargestellt.

Bedienung

Die Bedienung des Gerätes ist nicht nur komfortabel, sondern auch besonders einfach und im Grunde genommen selbsterklärend, wobei die grundsätzliche Bedienstruktur vom PPS 5330 übernommen wurde. Das Besondere am Bedienkonzept ist, dass nun ein Satz Bedienelemente zur Einstellung von beiden Netzteilausgängen dient, je nach Betriebsmodus. Wie die Frontansicht des Gerätes zeigt, sind zur Bedienung 7 Taster, ein Drehimpulsgeber mit 12 Raststellungen pro Umdrehung und Tasterfunktion sowie ein Netzschalter zum Ein- bzw. Ausschalten der primärseitigen Netzspannung vorhanden. Zuerst ist der gewünschte Betriebsmodus mit Hilfe des Tasters „Mode“ auszuwählen, wobei folgende Modi zur Verfügung stehen:

- **Betriebsmodus „Master“:**
Sämtliche Bedienelemente dienen zur Einstellung von Netzteilausgang 1 (Master).
- **Betriebsmodus „Slave“:**
Sämtliche Bedienelemente dienen zur Einstellung von Netzteilausgang 2 (Slave).
- **Betriebsmodus „Dual“:**
Sämtliche Bedienelemente dienen zur gleichzeitigen Einstellung der beiden Netzteilausgänge. Für beide Netzteile werden die Einstellungen des Masters übernommen.
- **Betriebsmodus „Series“:**
Netzteil 1 (Master) und Netzteil 2 (Slave) werden intern in Reihe geschaltet und das Display von Netzteil 2 abgeschaltet. Es steht nun ein Netzteil mit einer Ausgangsspannung von 0 bis 30 V mit voller Strombelastbarkeit zur Verfügung (bis 3 A).

Die grundsätzliche Bedienung unterscheidet sich in diesem Modus nicht von einem Netzgerät mit einem Ausgang und alle wichtigen Daten werden im zugehörigen LC-Display übersichtlich dargestellt.

Betrachten wir nun eines der beiden Displays, wo für die Istwert-Anzeigen der Spannung, des Stromes und der Leistung auf der linken Displayseite besonders große Zeichen verwendet werden. Die Limits und der gewählte Speicherplatz auf der rechten Displayseite werden kleiner dargestellt. Im mittleren Bereich des Displays erfolgt die Anzeige des jeweils aktiven Reglers (U oder I). Beim aktiven Regler sind dann der Soll-Wert und der Ist-Wert gleich groß.

Die Statuszeile im unteren Bereich des Displays informiert über verschiedene Betriebszustände. Bild 1 zeigt das Display des DPS 5315 mit allen zur Verfügung stehenden Anzeigesegmenten.

Nach dem Einschalten des Gerätes mit dem Netzschalter (links unten) führen die Mikrocontroller Displaytests durch und steuern für ca. 2 Sekunden alle Segmente der Displays an. Danach werden kurz die Versionsnummern der Firmware angezeigt und das Gerät übernimmt dann die zuletzt genutzte Gerätekonfiguration vor dem Ausschalten.

Betriebsmodus auswählen

Die Auswahl des Betriebsmodus erfolgt mit der „Mode-Taste“ (oberhalb des Inkrementalgebers), wobei die Taste eine Toggle-Funktion hat, d. h. mit jeder Tastenbetätigung wird einen Betriebsmodus weiter geschaltet. Der jeweils aktuell gewählte Modus wird mit Hilfe der darüber angeordneten Leuchtdioden angezeigt. Im Master-Modus sind alle Bedienelemente ausschließlich für den Master zuständig, im Slave-Modus für den Slave und im Dual-Modus werden die Einstellungen für beide Netzteilausgänge gleichzeitig vorgenommen. Im Series-Modus werden beide Ausgänge, wie bereits erwähnt, intern in Reihe geschaltet und das Slave-Display deaktiviert. In diesem Fall steht ein Netzteilausgang mit doppelter Spannung zur Verfügung.

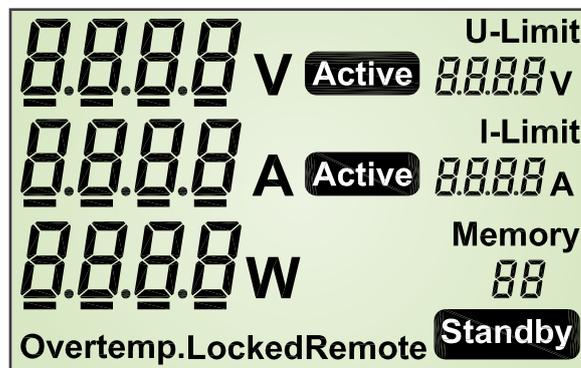


Bild 1: Display des DPS 5315 mit allen zur Verfügung stehenden Segmenten

Sollwert-Vorgaben für Spannung und Strom

Grundsätzlich erfolgt die Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom 4-stellig, wobei zuerst mit der „U/I-Taste“ die zu verändernde Größe auszuwählen ist. Bei der jeweils aktivierten Einstellfunktion wird dann ein „Unterstrich“ angezeigt. Die gewünschte Stelle, die ver-

ändert werden soll, kann nun mittels der „<“- und „>“-Tasten unterhalb des Displays ausgewählt werden.

Mit dem Inkrementalgeber erfolgt die Einstellung des gewünschten Soll-Wertes mit den jeweils ausgewählten Einstellschritten. Bei einem Über- bzw. Unterlauf erfolgt automatisch ein Übertrag auf die nächste Stelle. Die zuletzt gewählten Einstellschritte bleiben auch nach dem Umschalten von U auf I oder umgekehrt erhalten, d. h. es kann z. B. die Spannungsvorgabe in 100-mV-Schritten und die Stromvorgabe im 10-mA-Raster erfolgen, ohne dass dazu die Stellen erneut auszuwählen sind.

Sobald eine der Pfeiltasten oder der Inkrementalgeber betätigt wird, erfolgt unabhängig davon, welcher Regler aktiv ist, die Anzeige des Soll-Wertes in der Hauptanzeige (links im Display). Die Anzeige der Ist-Werte erfolgt dann automatisch, wenn länger als 5 Sekunden keine Bedienung erfolgt oder wenn die „OK“-Taste (Tasterfunktion des Inkrementalgebers) betätigt wird. Nach der Übernahme erscheinen links wieder aktuelle Ist-Werte und rechts die neuen Sollwert-Vorgaben.

Benutzerdefinierte Speicherplätze

Insgesamt stehen 16 Speicherplätze für Strom- und Spannungsvorgaben zur Verfügung.

Sollwert-Vorgaben abspeichern

Das Abspeichern der aktuell eingestellten Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der Taste „Memory“. Nach einer kurzen Betätigung der Taste blinkt die Speicherplatz-Nummer. Nun kann mit dem Inkrementalgeber oder den Pfeiltasten der gewünschte Speicherplatz ausgewählt werden. Die Übernahme der aktuellen Sollwert-Vorgaben unter dem ausgewählten Speicherplatz erfolgt mit der „OK“-Taste.

Sollwert-Vorgaben aufrufen

Das Aufrufen von Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der Taste „Recall“. Die Speicherplatz-Nummer blinkt und die Auswahl des Speicherplatzes ist mit dem Inkrementalgeber oder den Pfeiltasten möglich. Im Display werden die zum jeweiligen Speicherplatz gehörenden Sollwert-Vorgaben groß dargestellt. Eine Übernahme der abgespeicherten Werte als Sollwert-Vorgaben erfolgt mit der „OK“-Taste (Tasterfunktion des Inkrementalgebers).

Tastatur-/Inkrementalgeber-Sperre (Lock)

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich verändert werden, können alle Bedienfunktionen, mit Ausnahme von Stand-by, gesperrt werden. Dazu sind beide Pfeiltasten so lange gedrückt zu halten (ca. 3 s), bis im Display die Anzeige „Locked“ erscheint.

Die Sperre kann durch erneutes gleichzeitiges Drücken der beiden Pfeiltasten wieder aufgehoben werden. Bei einer Steuerung des Gerätes über USB werden die Bedienfunktionen (außer Stand-by) automatisch gesperrt.

Stand-by-Modus

Mit Hilfe der Taste „Stand-by“ kann der Ausgang des Netzgerätes aktiviert bzw. deaktiviert werden, ohne

dass dazu Einstellungen zu verändern sind. Der Stand-by-Zustand wird im Display mit dem entsprechenden Symbol angezeigt. Besonders praktisch ist diese Funktion, wenn an einem angeschlossenen Gerät gearbeitet wird, da zum Ausschalten keine Sollwert-Veränderungen notwendig sind. Um ein sehr schnelles Abschalten sicherzustellen, erfolgt in der Grundkonfiguration die Aktivierung der Stand-by-Funktion für beide Netzteil-Ausgänge gleichzeitig. Die Taste hat eine Toggle-Funktion, d. h. ein weiterer Tastendruck hebt den jeweils aktuellen Zustand wieder auf, wobei die Aufhebung für Master und Slave getrennt erfolgen muss.

Display-Kontrast und Hinterleuchtung

Durch eine lange Tastenbetätigung des Tasters „U/I“ (>5 s) im Master- oder Slave-Modus gelangt man in das Setup-Menü für den Display-Kontrast und die Zeiten für die Display-Hinterleuchtung. Durch kurze Tastenbetätigungen der Taste „U/I“ kann zwischen den beiden Menüpunkten „Cont“ (für die Kontrasteinstellung) und „ILL“ (Zeiten für die Display-Hinterleuchtung) beliebig gewechselt werden.

Mit den Pfeiltasten oder dem Drehimpulsgeber ist der Kontrast in 8 Stufen zu verändern. In gleicher Weise kann bestimmt werden, ob die Beleuchtung ständig ausgeschaltet, ständig eingeschaltet oder nach jeder Tastenbetätigung für eine Minute, 5 Minuten, 10 Minuten, 30 Minuten oder auch 60 Minuten aktiviert werden soll.

Das Abspeichern des neu eingestellten Wertes erfolgt jeweils durch eine kurze Betätigung der „OK-Taste“ (Tasterfunktion des Inkrementalgebers), wobei dann automatisch das Menü verlassen wird. Erfolgt länger als 15 Sekunden keine Eingabe, wird das Setup-Menü automatisch verlassen.

Übertemperatur-Schutzschaltung

Die Endstufentemperatur und die Temperatur des Netztrafos werden durch den Mikrocontroller ständig überwacht und die Lüfterdrehzahl bis zur zulässigen Temperaturgrenze proportional gesteuert. Sobald die Endstufe oder der Netztrafo die jeweils zulässige Temperaturgrenze überschreitet, erfolgt eine komplette Abschaltung der Ausgangsspannung. Im Display wird das Symbol „Overtemp.“ dann ständig angezeigt. Zur Vorwarnung beginnt das Symbol zu blinken, wenn die Temperatur auf Werte ansteigt, die weniger als 5 °C unterhalb der Abschalttemperatur liegen.

Blockschaltbild

Das Zusammenwirken der einzelnen digitalen und analogen Baugruppen des DPS 5315 veranschaulicht das Blockschaltbild in [Bild 2](#). Im Grunde genommen handelt es sich beim DPS 5315 um zwei komplette Netzteile in einem Gehäuse mit einer zentralen Bedieneinheit. Die grundsätzliche Netzteilstruktur für Master und Slave ist identisch und jeder Netzteil-Ausgang verfügt auch über einen eigenen Mikrocontroller zur Steuerung, beide kommunizieren über eine optisch getrennte serielle Schnittstelle miteinander.

Während sowohl der Master- als auch der Slave-Controller jeweils über einen eigenen Displaycontroller die zugehörigen Displays ansteuern, sind alle

Bedienelemente am Master angeschlossen. Dieser steuert dann über die serielle Schnittstelle den Slave, d. h. der Slave wird quasi über die Schnittstelle ferngesteuert.

Bei dem jeweils zum Netzteilausgang zugehörigen Mikrocontroller laufen alle Informationen des zugehörigen Ausgangs zusammen und der Controller generiert daraus die entsprechenden Steuerinformationen. Beide Controller (Master, Slave) haben einen nicht flüchtigen Speicher (EEPROM) integriert, der die Kalibrierparameter und die individuellen Spannungs- und Stromvorgaben abspeichert. Diese Informationen bleiben auch ohne Betriebsspannung nahezu unbegrenzt erhalten.

Mit den beiden Haupt-Mikrocontrollern ist jeweils ein weiterer Controller verbunden, der zur Steuerung des zugehörigen LC-Displays dient, auf dem alle Informationen des entsprechenden Netzteilausgangs dargestellt werden.

Über die Bedientasten und den Inkrementalgeber am Master-Controller (oben im Blockschaltbild) erfolgt die Eingabe der gewünschten Parameter für das gesamte DPS 5315.

Die Funktion der beiden Netzteilausgänge ist identisch und die Sollwert-Vorgaben für Spannung und Strom kommen direkt vom jeweiligen Controller in

Form von PWM-Steuersignalen. Über eine Stand-by-Funktion kann die jeweils zugehörige Endstufe schnell ein- und ausgeschaltet werden.

Zur endgültigen Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom des Masters oder Slaves werden aus den PWM-Signalen analoge Steuer-Gleichspannungen für den U- und den I-Regler gewonnen. Abhängig von der Spannungs- und Stromvorgabe sowie von der Belastung wird die Endstufe dann entweder vom U- oder vom I-Regler gesteuert.

Die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom werden mit Hilfe von Messverstärkern erfasst und die proportionalen Messwerte über einen Multiplexer auf den A/D-Wandler gegeben. Der 14-Bit-Dual-Slope-A/D-Wandler wandelt die Spannungswerte in digitale Informationen für den Mikrocontroller um.

Des Weiteren werden dem A/D-Wandler des Masters über den zugehörigen Multiplexer proportionale Spannungswerte zur Endstufentemperatur und zur Trafotemperatur zugeführt. Auch diese Spannungen werden mit dem A/D-Wandler in digitale Daten für den Mikrocontroller gewandelt.

Der Mikrocontroller steuert dann die Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit von der Temperatur und kann bei Überlast die Endstufe abschalten.

Zur internen Kopplung bei Serienbetrieb steuert der Master-Controller ein entsprechendes Leistungsrelais.

Der leistungsfähige Netztransformator speist über getrennte Wicklungen die Leistungsgleichrichter der beiden Netzteilausgänge. Zwei weitere getrennte Wicklungen dienen zur Erzeugung der getrennten Wechselspannungen für die internen Spannungsversorgungen der beiden Netzteilausgänge (jeweils +5 V und -5 V).

Ein optional einzusetzendes, galvanisch getrenntes USB-Modul ermög-

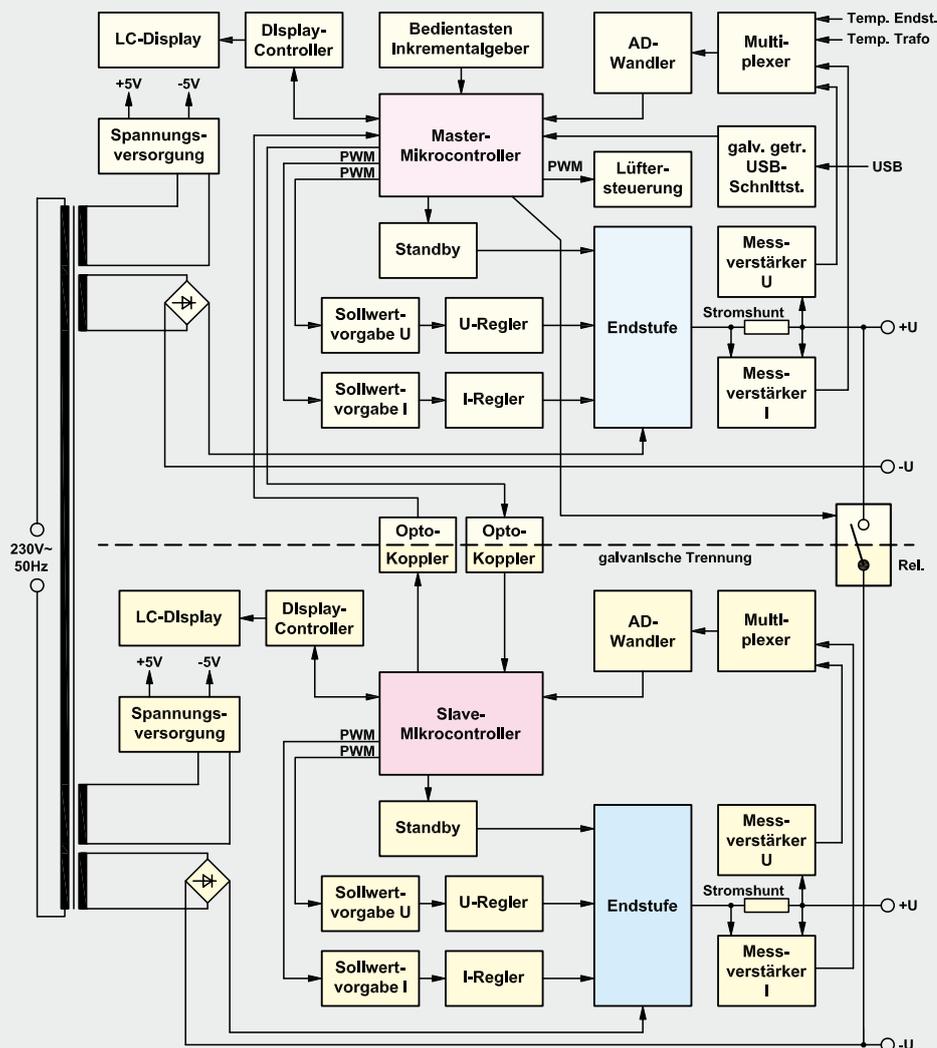
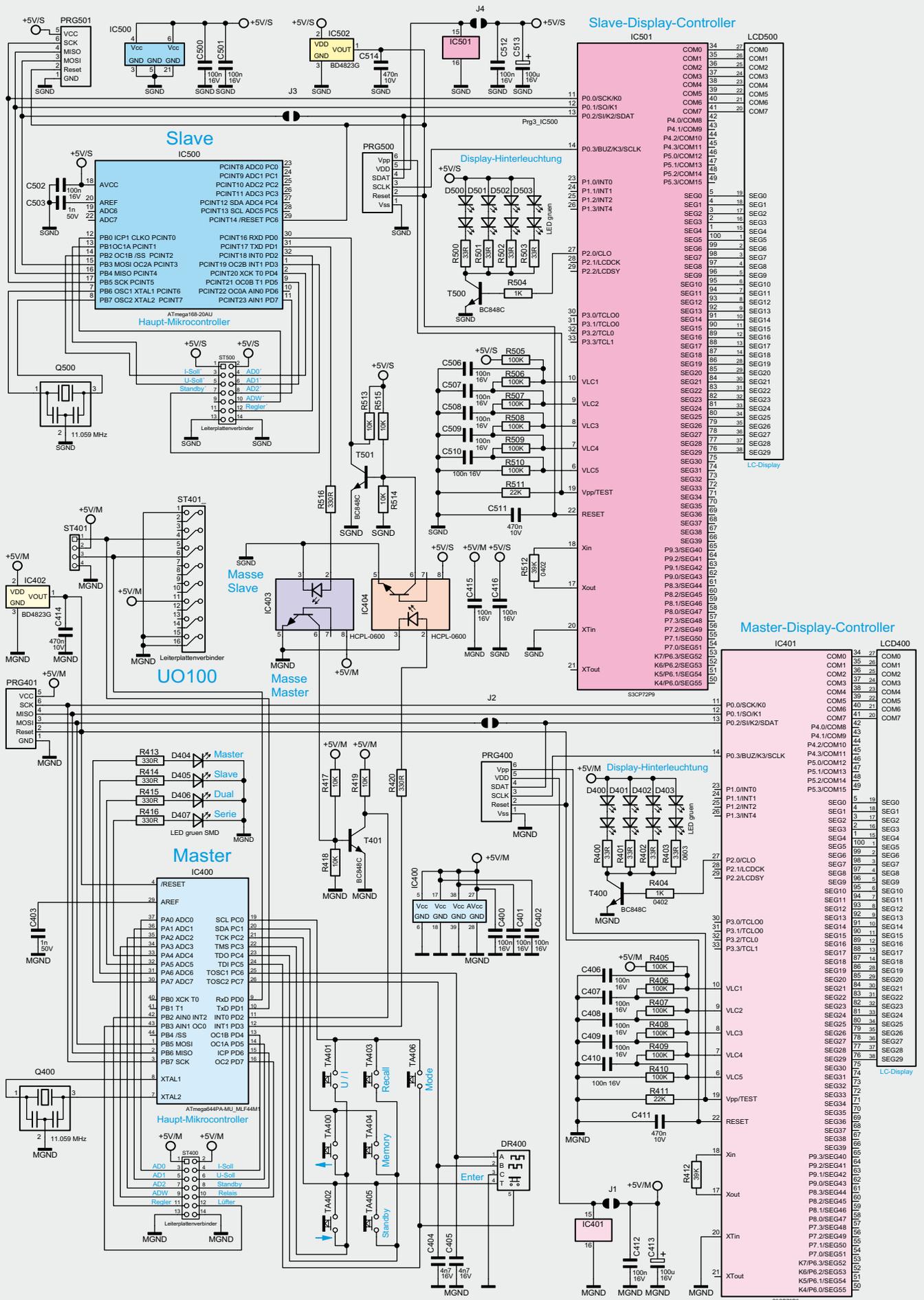


Bild 2: Blockschaltbild des DPS 5315



licht die Steuerung des gesamten DPS 5315 mit Hilfe eines PCs. Dadurch besteht auch die Möglichkeit, das Gerät für automatisierte Messfunktionen einzusetzen.

Das im DPS 5315 eingesetzte USB-Modul entspricht komplett dem ELV USB-Modul U0100 (ELV-Best.-Nr.: JM-05 37 89). Die Schaltung des Moduls wird im Rahmen dieses Artikels nicht beschrieben, sondern steht im ELV-Download-Bereich zur Verfügung.

Schaltung

Da es sich beim DPS 5315 um eine relativ umfangreiche Schaltung handelt, ist das Gesamtschaltbild in mehrere in sich geschlossene Funktionsgruppen (Teilschaltbilder) aufgeteilt.

Die Prozessoreinheit (Bild 3) besteht im Wesentlichen aus den beiden Mikrocontrollern für Master und Slave und den beiden großen hinterleuchteten LC-Displays, die über zusätzliche Displaycontroller angesteuert werden. Alle in Bild 3 dargestellten Komponenten des DPS 5315 sind auf der Frontplatte untergebracht.

Ein weiteres Teilschaltbild zeigt den A/D-Wandler mit Eingangsmultiplexer (Bild 4), der in weitestgehend identischer Form für den Master und den Slave vorhanden ist. Die Bauteilnummerierung in Klammern (300er-Nummern) gilt für den Slave.

Der analoge Schaltungsteil in Bild 5 ist auch in nahezu identischer Form 2-mal im Gerät vorhanden. Auch hier gilt die direkte Nummerierung (200er-Nummern) für den Master und die Bauteilnummerierung in Klammern (300er-Nummern) für den Slave. Im Wesentlichen bestehen die analogen Schaltungsteile aus den Endstufen, den Regelungen und den Spannungsversorgungen.

Prozessoreinheit

Da bei der Prozessoreinheit (Frontplatte) größere Unterschiede zwischen Master und Slave bestehen, ist in Bild 3 die gesamte Schaltung dargestellt. Die Bauteile des Masters sind im unteren Bereich des Schaltbildes (400er-Nummern) und die Bauteile des Slaves sind im oberen Bereich des Schaltbildes (500er-Nummern) dargestellt. Sowohl der Master als auch der Slave steu-

ern über identische Displaycontroller (IC401, IC501) das jeweils zugehörige LC-Display an.

Der Displaycontroller des Masters (IC401 steuert über Port 2.0 und R404 den Transistor T400, in dessen Kollektorkreis sich die „Side-looking-Lamps“ der Display-Hinterleuchtung mit den zugehörigen Vorwiderständen R400 bis R403 befinden. Zur Takterzeugung sind bei diesem Controller Pin 17 und Pin 18 mit einem Widerstand (R412) beschaltet. Die Spannungsteilerkette R405 bis R410 mit den zugehörigen Abblock-Kondensatoren C406 bis C410 bestimmt den Displaykontrast, und die Kondensatoren C412 und C413 dienen zur Störabblockung direkt an den Versorgungspins des Displaycontrollers.

Die externe Beschaltung des Displaycontrollers für den Slave ist identisch (500er-Nummern). Die Kommunikation mit dem Haupt-Mikrocontroller erfolgt jeweils über 3 Portleitungen und eine zusätzliche Resetleitung.

Der Mikrocontroller IC400 ist für die Steuerung des Master-Netzteils zuständig und über den Flachbandkabel-Steckverbinder ST400 mit dem zugehörigen Analogteil auf der Basisplatte verbunden.

Die insgesamt 7 Bedientasten des Gerätes sowie die Tasterfunktion des Inkrementalgebers werden im Multiplexverfahren abgefragt und sind direkt mit Port PC0 bis PC5 verbunden. An Port PC6 und PC7 sind die Impulsausgänge des Inkrementalgebers angeschlossen, wobei die Kondensatoren C404 und C405 zur Störunterdrückung dienen.

Neben dem Arbeitsspeicher ist in IC400 auch ein EEPROM zur Speicherung von nicht flüchtigen Daten wie z. B. die Abgleichparameter und die individuellen Spannungs- und Stromeinstellungen vorhanden. Der Prozessortakt wird von Q400 an Pin 7 und 8 des Bausteins erzeugt.

Die 4 Leuchtdioden zur Anzeige des ausgewählten Betriebsmodus sind über die zur Strombegrenzung dienenden Widerstände R413 bis R416 direkt an die Prozessorports PA4 bis PA7 angeschlossen. IC402 sorgt für einen definierten Power-on-Reset des Masters.

Betrachten wir nun den Prozessorteil des Slaves im oberen Bereich des Schaltbildes, der über den Flachbandkabel-Steckverbinder ST500 mit dem zugehörigen Analogteil verbunden ist. Hier sorgt Q500 für den Prozessortakt und der Reset-Baustein IC502 für einen definierten Power-on-Reset des Slaves.

Die Kommunikation zwischen dem Master und dem Slave erfolgt über eine galvanisch getrennte serielle Schnittstelle. Der Datenverkehr vom Master zum Slave läuft dabei über den Optokoppler IC404 und den Transistor T501 mit externer Beschaltung und in umgekehrter Richtung über den Optokoppler IC403 und den Transistor T401 mit externer Beschaltung.

Alle weiteren Kondensatoren im Bereich des Schaltbildes dienen zur hochfrequenten Störunterdrückung.

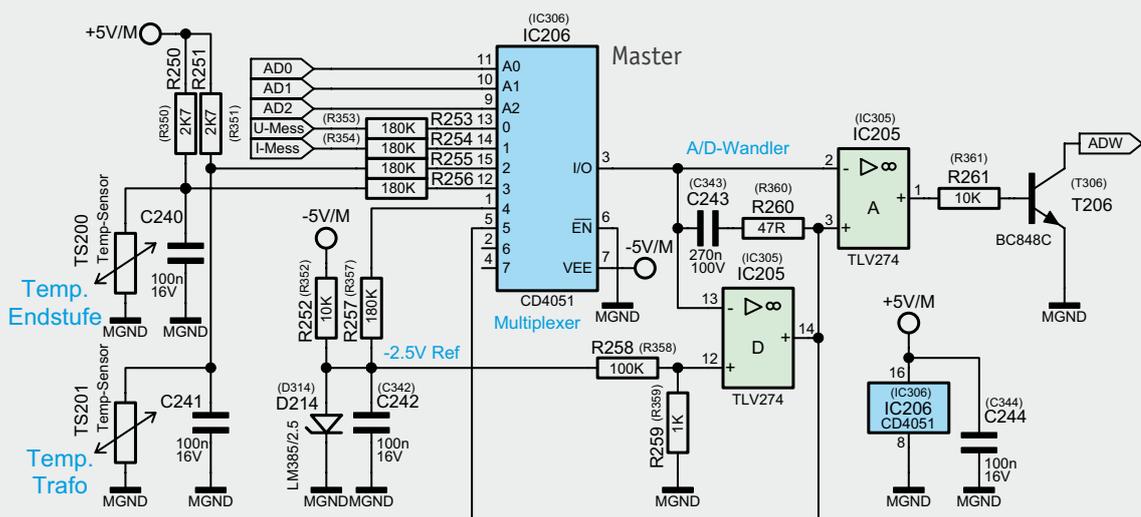
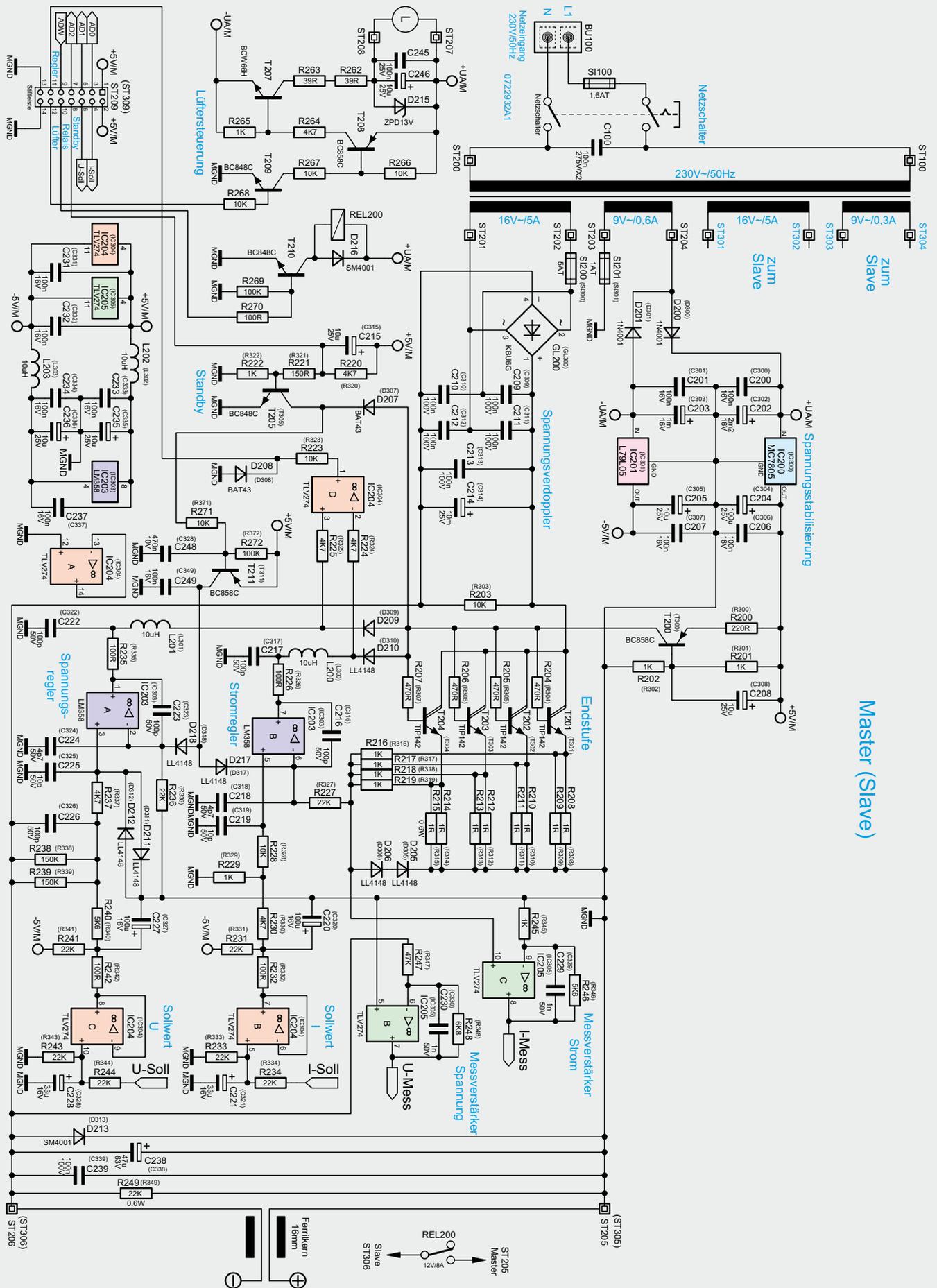


Bild 4: A/D-Wandler des DPS 5315 (Bauteilnummern in Klammern entsprechen Slave-Ausgang)



Master (Slave)

Bild 5: Analogteil des DSP 5315

A/D-Wandler

Damit der Prozessor die analogen Messwerte verarbeiten kann, ist eine Analog-Digital-Wandlung erforderlich. Diese Aufgabe übernimmt der mit IC205 A, IC205 D und externen Komponenten aufgebaute integrierende Dual-Slope-Wandler in **Bild 4**. Die Grundelemente dieses trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC205 D und der Komparator IC205 A. Bei diesem Zwei-Rampen-Wandler wird vorausgesetzt, dass die Mess- und Referenzspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Über Port PA0 bis PA2 des Master-Controllers (IC400) erfolgt mit Hilfe des Analog-Multiplexers IC206 die Auswahl des Messeingangs. Neben dem Kondensator im Rückkopplungszweig (C243) gehören die jeweiligen Widerstände (R253 bis R257) zum Integrator. Damit der Offset des OPs keinen Einfluss auf die Messung hat, ist der positive Eingang von IC205 D über den Spannungsteiler R258, R259 leicht negativ vorgespannt.

Der nachgeschaltete Komparator (IC205 A) schaltet um, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist. Der Transistor T206 erzeugt dann eine Spannungsflanke an Port PA3 des Controllers IC400 (siehe **Bild 3**). Die erforderliche Referenzspannung wird von der Referenzdiode D214 im unteren Bereich des Schaltbildes zur Verfügung gestellt. Neben den Messgrößen für U und I werden dem Multiplexer IC206 auch proportionale Spannungen zur Endstufentemperatur und zur Trafotemperatur zugeführt.

Die grundsätzliche Funktionsweise des Wandlers ist recht einfach. Im Ruhezustand ist Ausgang 5 des Multiplexers durchgeschaltet, d. h. Pin 3 und Pin 5 sind miteinander verbunden. Dadurch wird der Integrationskondensator C243 über R260 kurzgeschlossen und somit vollständig entladen. Zur Messung schaltet der Eingangs-Multiplexer auf einen Eingangskanal und die Messspannung wird abintegriert. Mit einer stabilen Referenzspannung (-2,5 V) erfolgt danach so lange das Aufintegrieren, bis der Ausgang des Miller-Integrators wieder Ruhepotential führt. Vom Prozessor (in **Bild 3**) wird die Zeit, die zum Aufintegrieren benötigt wird, genau erfasst. Aus dem Verhältnis der Zeiten für das Ab- und Aufintegrieren und den verwendeten Vorwiderständen kann exakt die anliegende Spannung ermittelt werden.

Für jeden Messkanal wiederholt sich der zuvor beschriebene Vorgang. Damit der A/D-Wandler zu Beginn der Messung auf jeden Fall im Ruhezustand ist, wird der Integrationskondensator grundsätzlich vorher entladen. Über den Komparator IC205 A und den Transistor T206 erhält der Mikrocontroller die Zeitinformationen.

Analogteil

Der Analogteil des DPS 5315 ist für den Master und Slave nahezu identisch und in **Bild 5** zu sehen. Über zwei 14-polige Flachbandkabel, angeschlossen an ST209 und ST309, wird der Analogteil mit der Prozessoreinheit verbunden. Die wesentlichen Baugruppen des Analogteils sind die Leistungs-Endstufe, die Regler für Strom und Spannung und die Spannungsversorgung.

Die wichtigsten technischen Daten eines Netzgerätes sind auch bei einem Prozessornetzteil vom Analogteil abhängig. Entscheidend für die Qualität sind neben der Leistung der Innenwiderstand, das Brummen und Rauschen und nicht zuletzt die Reglereigenschaften. Von ausschlaggebender Bedeutung ist oft nicht der Schaltungsaufwand, sondern die Positionierung der Bauteile und die Leiterbahnführung im Layout.

Ein hochwertiges Lüfteraggregat mit leistungsstarkem Axiallüfter sorgt im Bereich der Endstufe für die Wärmeabfuhr. Durch eine temperaturgesteuerte, elektronisch geregelte Lüftersteuerung wird die Geräuschentwicklung auf ein Mindestmaß reduziert.

Doch nun zur Schaltung in **Bild 5**, wo oben links der leistungsfähige Netztransformator eingezeichnet ist, der sowohl den Master als auch den Slave versorgt. Dieser wird über die 2-polige Netzbuchse BU100, die Netzsicherung SI100 und den Netzschalter S100 mit Spannung versorgt. Der primärseitige X2-Kondensator C100 dient zur Störunterdrückung. Für den Master und den Slave stehen ausgangsseitig jeweils 2 Sekundärwicklungen zur Verfügung.

Da der analoge Schaltungsteil des Masters und des Slaves weitestgehend identisch aufgebaut sind, wurde dieser Schaltungsteil auch nur einmal abgebildet. Es gelten die direkten Bauteilnummerierungen für den Master und die Bauteilnummerierung in Klammern für den Slave. Für die weitere Schaltungsbeschreibung orientieren wir uns an der Schaltung des Masters.

Die an ST203, ST204 angeschlossene Sekundärwicklung mit 9 V und 0,6 A Strombelastbarkeit dient zur Versorgung des Prozessorteils und der Steuerelektronik des Masters. Nach der Gleichrichtung mit D200 und D201 werden die positive und negative unstabilierte Kleinspannung zunächst mit C202 und C203 gepuffert.

Die unstabilierte positive Spannung wird auf den Eingang des Festspannungsreglers IC200 gegeben und die negative Spannung auf den Eingang des Negativreglers IC201. Am Ausgang der Festspannungsregler IC200 und IC201 stehen dann +5 V und -5 V zur Versorgung der Steuerelektronik und der Prozessorschaltung zur Verfügung. Schwingneigungen an den Spannungsregler-Ausgängen werden mit C204 und C205 verhindert. Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen dienen die Keramikkondensatoren C200, C201, C206 und C207.

Die Leistungs-Endstufe wird mit der 16-V/5-A-Wicklung des Netztransformators versorgt. Über die Sicherung SI200 ist hier direkt der Gleichrichter GL200 angeschlossen, wobei Störspitzen mit C209 bis C213 unterdrückt werden. Besonders gute technische Daten werden durch die Ausführung der Endstufe als Linearregler erreicht. Hier sind die Leistungstransistoren T201 bis T204 parallel geschaltet, wobei in den Emitterleitungen die Widerstände R208 bis R215 eingefügt sind. An diesen Widerständen wird eine zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung gewonnen, die über die zur Entkopplung dienenden Widerstände R216 bis R219 zu einem Messpunkt zusammengeführt werden. Sowohl die Emitterwiderstände als auch die Basisvorwiderstände R204 bis R207 gleichen durch Exemplarstreuungen bedingte unterschiedliche Transistordaten aus.

Die zum Ausgangsstrom proportionale Messspannung ist auf Schaltungsmasse bezogen, was dem positiven Ausgang des Netzgerätes entspricht. Zum einen wird die Messspannung über R227 auf den mit IC203 B aufgebauten Stromregler und zum anderen auf den mit IC205 C realisierten Messverstärker gegeben. Der Messverstärker passt die Signalamplitude an den Eingang des A/D-Wandlers an.

Ein weiterer Messverstärker, aufgebaut mit IC205 B, erfasst die Ausgangsspannung, die zusätzlich invertiert wird. Aufgrund der Dimensionierung von R247 und R248 erfolgt gleichzeitig eine Amplitudenanpassung an den Eingang des A/D-Wandlers.

Die Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom erfolgt von der Prozessoreinheit mit PWM-Signalen. Die pulswertenmodulierten Signale werden mit Hilfe von Tiefpass-Schaltungen (R233, R234, C221 sowie R243, R244 und C228) in proportionale Gleichspannungen gewandelt und nachgeschalteten Pufferverstärkern (IC204 B, IC204 C) zugeführt.

Stromregler

Der Stromregler wurde mit IC203 B und externer Beschaltung realisiert, wobei die Sollwert-Vorgabe durch die proportionale Gleichspannung vom Pufferverstärker IC204 B erfolgt. Über R232, R230 und R228 wird die Sollwert-Vorgabe auf den nicht invertierenden Eingang von IC203 B gegeben, wobei eine Bereichsanpassung im Zusammenhang mit der weiteren Widerstandsbeschaltung (R229, R231) erfolgt.

Die Schwingneigungen im Bereich des Stromreglers werden mit C216 verhindert und C218, C219 dienen zur Störunterdrückung. C220 sorgt für die weitere Filterung der Soll-Werte. Damit der Stromregler aktiv ist, muss das Netzgerät an den Ausgangsklemmen mit einer hinreichend großen Last beschaltet sein. Bei maximaler Sollwert-Vorgabe wird sich am nicht invertierenden Eingang von IC203 B (Pin 5) eine Steuerspannung von ca. 375 mV einstellen. Überschreitet der Ausgangsstrom den eingestellten Maximalwert von 3 A auch nur geringfügig, entspricht dies einem Spannungsabfall an den Emitterwiderständen von T201 bis T204 (Endstufe), der ebenfalls 375 mV übersteigt. Der Ausgang des OPs (IC203 B) strebt in Richtung negativer Spannung, und über die Diode D210, die nun leitend ist, fließt ein Teil des Stroms, der von der mit T200 aufgebauten Konstantstromquelle geliefert wird. Dieser Teil des Stroms fließt dann nicht mehr über die Basen der Endstufentransistoren, sondern über den Ausgang von IC203 B ab.

Der Ausgang des OPs wird jedoch nur so weit negativ, dass der Spannungsabfall an den Emitterwiderständen der Endstufe gerade 375 mV erreicht. Bei einem Spannungsgleichgewicht an den beiden Eingängen des OPs stellt sich bei maximaler Sollwert-Vorgabe der Ausgangsstrom von 3 A ein. Die Bauelemente L200, C217, R226 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang.

Durch Verändern der Sollwert-Vorgabe an Pin 5 ist jeder beliebige Ausgangsstrom einstellbar, der dann vom Stromregler konstant gehalten wird.

Spannungsregler

Der Spannungsregler ist mit IC203 A aufgebaut und arbeitet in der gleichen Weise wie der Stromregler. Die Sollwert-Vorgabe erfolgt durch eine an R242 anliegende Gleichspannung. Für die Funktionsbeschreibung gehen wir von einem Stromregler aus, dessen Belastungswiderstand langsam erhöht wird. Der Stromregler hält den Ausgangsstrom konstant und die Ausgangsspannung steigt proportional zum Belastungswiderstand an. Sobald der vorgewählte Spannungswert erreicht wird, übernimmt der Spannungsregler die Kontrolle, indem die Ausgangsspannung auf diesen Soll-Wert begrenzt wird.

Über R236 ist der invertierende Eingang von IC203 A mit der Schaltungsmasse (Pluspol des Netzgerätes) verbunden. Die vom Pufferverstärker IC204C kommende Sollwert-Vorgabe wird über R242, R240 zusammen mit der negativen Ausgangsspannung über R238, R239 auf einen gemeinsamen Summenpunkt gegeben, der über R237 mit dem nicht invertierenden Eingang von IC203 A (Pin 3) verbunden ist. C227 dient zur weiteren Sollwert-Filterung.

Um die Netzteil-Ausgangsspannung konstant zu halten, stellt sich an den beiden OP-Eingängen auch hier ein Spannungsgleichgewicht ein. Solange der Spannungsregler aktiv ist, fließt ein Teil des Stroms der mit T200 aufgebauten Konstantstromquelle über L201, R235 und den Ausgang von IC203 A ab. L201, C222 und R235 verhindern Störeinkopplungen auf den OP-Ausgang, und C224, C225 dienen zur hochfrequenten Störabblockung an den entsprechenden Eingängen. Schwingneigungen des Reglers werden mit C223 unterdrückt. L202, L203, C233, C234 verhindern in Verbindung mit den Elkos C235 und C236 Störeinkopplungen über die Versorgungsspannung.

Lüftersteuerung

Die Lüftersteuerung des DPS 5315 wurde mit T207 bis T209 und externer Beschaltung realisiert. Die mit T208, T209 aufgebaute Stufe fungiert dabei als Pegelumsetzer. Versorgt wird der Lüfter mit der unstabilierten positiven und negativen Betriebsspannung, wobei die Z-Diode D215 die Spannung in Verbindung mit den Vorwiderständen R262, R263 auf max. 13 V am Lüfter begrenzt. Die Kondensatoren C245, C246 dienen hier zur Störunterdrückung.

Im zweiten Teil des Artikels, der im ELVjournal April/Mai 2012 erscheinen wird, folgt der reich bebilderte Nachbau des DPS 5315. 

Multi-Prozessor-Konzept des DPS 5315

Das DPS 5315 arbeitet mit insgesamt vier Mikrocontrollern, die auf der Frontplatine untergebracht sind und sämtliche Steueraufgaben innerhalb des Gerätes übernehmen.

Die zentrale Komponente ist der Mastercontroller, der über eine optisch getrennte serielle Schnittstelle mit dem Slave kommuniziert. Beim Master und beim Slave handelt es sich um zwei unterschiedliche RISC-Controller von Atmel aus der AVR-Reihe. Diese Controller übernehmen die Regelfunktionen, die Messwerterfassung und die Ausgabe für den jeweils zugehörigen Netzteilausgang.

Die Abfrage der Bedienelemente erfolgt über den Mastercontroller. Über eine UART-Schnittstelle und ein optisch getrenntes USB-Modul erfolgt die Kommunikation mit einem extern anschließbaren PC.

Als Displaycontroller wurden zwei 4-Bit-Controller von Samsung eingesetzt, die jeweils über SPI mit dem Master und dem Slave verbunden sind.

