

Prozessor-Schaltnetzteil



Das Prozessor-Schaltnetzteil SPS 5630 zeichnet sich durch einen hohen Wirkungsgrad aus und kann eine einstellbare Ausgangsspannung von 0 bis 30 V mit bis zu 6 A Strombelastbarkeit liefern. Dank Prozessorsteuerung und der Sollwert-Vorgabe mit einem Inkrementalgeber bietet das Gerät einen außergewöhnlichen Bedienungskomfort.

Die Soll- und Ist-Werte sowie alle wichtigen Statusinformationen werden auf einem großen hinterleuchteten LC-Display dargestellt. Untergebracht ist das SPS 5630 in einem hochwertigen Metallgehäuse mit Alu-Front.

Allgemeines

Das pulswertenmodulierte (PWM) Labor-Schaltnetzteil SPS 5630 arbeitet nach dem Prinzip des sekundär getakteten Schaltreglers. Im Gegensatz zu linear geregelten Netzgeräten zeichnen sich Schaltnetzteile durch einen besonders hohen Wirkungsgrad aus. Der hier eingesetzte Step-down-Wandler arbeitet über den gesamten Spannungsbereich mit einem hohen Wirkungsgrad, wobei prinzipbedingt die Vor-

teile bei hohen Ausgangsströmen und kleineren Ausgangsspannungen besonders zum Tragen kommen. In der Endstufe wird selbst bei voller Strombelastung nur wenig Leistung in Verlustwärme umgesetzt, so dass selbst volle Belastungen das SPS 5630 nahezu „kalt“ lassen.

Bei einem Labor-Netzgerät sind natürlich neben den Leistungsdaten präzise Sollwert-Vorgaben für die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom wichtig. Hier vereint nun das mit einem Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber) ausgestattete SPS 5630 die einfache und schnelle Bedienbarkeit einer herkömmlichen Poti-Einstellung mit der Präzision einer digitalen Sollwert-Vorgabe, z. B. über Tasten. Die Auflösung des Inkrementalgebers ist für die Einstellung veränderbar. 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 24 Raststellungen.

Beim SPS 5630 werden alle wichtigen Einstellungen und Parameter auf einem großflächigen hinterleuchteten LC-Display gleichzeitig angezeigt. 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.

Arbeitet das Netzgerät beispielsweise als Spannungs-konstanter (der Ist-Wert und der Soll-Wert für die Spannung sind gleich groß), kann neben dem aktuell fließenden Strom auch

Technische Daten: SPS 5630

Ausgangsspannung:	0–30 V (Auflösung 10 mV)
Ausgangsstrom:	0,1–6 A spannungsabhängig, 2,5 A bei 30 V (Auflösung 1 mA)
Mikroprozessorsteuerung:	für alle Bedienfunktionen
Einstellungen:	per Tasten und Inkrementalgeber
Anzeige:	großflächiges hinterleuchtetes LC-Display zur gleichzeitigen Anzeige von Spannung, Strom und Leistung mit den zugehörigen Grenzwerten für U und I und Statusinformationen
Speicher:	bis zu 16 individuelle Einstellungen speicherbar
Besondere Merkmale:	Stand-by-Funktion zum Deaktivieren des Ausgangs, Endstufen-Temperatursicherung, Trafo-Temperatursicherung, Sicherheitsbuchsen, kurzschlussfester Ausgang
Restwelligkeit:	<20 mV eff. (bei Voll-Last)
Versorgungsspannung:	230 V/50 Hz
Abmessungen Metallgehäuse (B x H x T):	303 x 155 x 95 mm

Die wesentlichen Features des SPS 5630:

- einstellbare Ausgangsspannung von 0 bis 30 V
- einstellbarer Ausgangsstrom von 0,1 bis 6 A (bis 12 V, darüber hinaus sinkt die maximale Stromentnahme bis zu einer Ausgangsspannung von 30 V auf max. 2,5 A – siehe Grafik in Abbildung 1)
- geringe Verlustleistung
- dauerkurzschlussfest
- großes hinterleuchtetes LC-Display
- gleichzeitige Anzeige von Soll-Wert, Ist-Wert und Statusinformationen
- präzise Sollwert-Vorgaben mit einem Inkrementalgeber (Drehimpulsgeber)
- Stand-by-Taste zum schnellen Deaktivieren des Ausgangs
- elektronische Temperatursicherungen für Trafo und Endstufe
- benutzerdefinierbarer Speicher für 16 individuelle Sollwert-Vorgaben
- Sicherheits-Ausgangsbuchsen
- hochwertiges Metallgehäuse mit Alu-Front

der programmierte Grenzwert (Limit) direkt abgelesen werden. Mit einem Blick ist dann erkennbar, wie weit die Stromaufnahme der angeschlossenen Last noch vom programmierten Grenzwert entfernt ist. Das große LC-Display ist durch die abschaltbare bzw. über einen Timer steuerbare Hinterleuchtung jederzeit gut ablesbar. Des Weiteren kann der Displaykontrast programmiert werden.

Eine Stand-by-Funktion ermöglicht auf Tastendruck das schlagartige Ein- und Ausschalten des Ausgangs, wobei der Stand-by-Modus mit einem auffälligen Symbol im Display angezeigt wird. Im praktischen Betrieb kann es wichtig sein, die Spannung schnell abschalten zu können.

Selbstverständlich ist das SPS 5630 dauerkurzschlussfest. In einem benutzerdefinierbaren Speicher können bis zu 16 individuelle Sollwert-Vorgaben abgelegt werden, die dann jederzeit wieder zur Verfügung stehen. Die Anzeige des ausgewählten Speicherplatzes erfolgt unten rechts im Display.

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. Befindet sich das Gerät bereits im Stand-by-Modus, ist auch diese Taste gesperrt. Die Sperre wird im Display mit dem Symbol „Locked“ angezeigt.

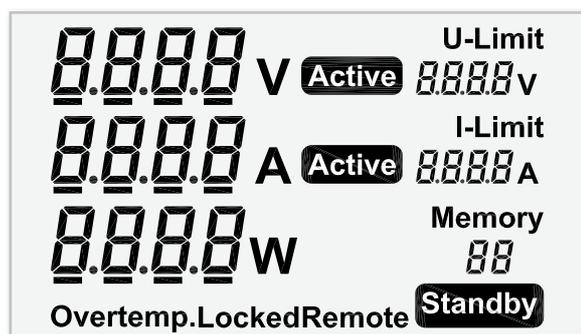


Bild 2: Das Display des SPS 5630

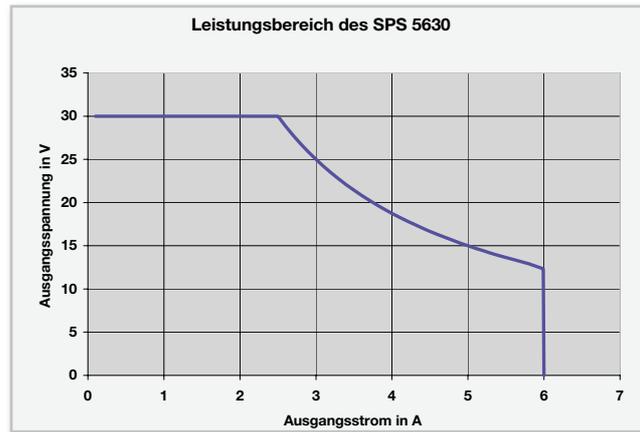


Bild 1: Der Betriebsbereich vom SPS 5630

Sowohl für die Endstufe des PWM-Schaltreglers als auch für den leistungsfähigen Netztransformator ist eine elektronische Temperatursicherung vorhanden, die bei Überlast das Gerät in den Stand-by-Modus versetzt. Signalisiert wird der Überlastzustand durch ein „Overtemp.“-Symbol im Display, das zur Vorwarnung bereits 5 °C unterhalb der Abschalttemperatur zu blinken beginnt.

Aufgrund des PWM-Schaltreglers ist die maximal mögliche Stromentnahme des SPS 5630 von der eingestellten Ausgangsspannung abhängig. Das SPS 5630 kann bis zu 12 V Ausgangsspannung einen max. Ausgangsstrom von 6 A liefern, während bei höheren Ausgangsspannungen sich die Strombelastbarkeit verringert, bis letztendlich bei 30 V Ausgangsspannung noch 2,5 A zur Verfügung stehen (Abbildung 1).

Bedienung

Die Bedienung des SPS 5630 ist nicht nur komfortabel, sondern auch besonders einfach und im Grunde genommen selbsterklärend. Neben dem Bedienkonzept mit Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) trägt dazu auch das große übersichtliche und hinterleuchtete LC-Display bei. Wie die Frontansicht des Gerätes zeigt, sind zur Bedienung 7 Taster, ein Drehimpulsgeber mit 24 Raststellungen pro Umdrehung sowie ein Netzschalter zum Ein- bzw. Ausschalten der primärseitigen Netzspannung vorhanden. Im LC-Display werden alle wichtigen Daten übersichtlich dargestellt. Für die Istwert-Anzeigen der Spannung, des Stroms und der Leistung auf der linken Displayseite werden dabei besonders große Zeichen verwendet, während die Limits und der gewählte Speicherplatz auf der rechten Displayseite kleiner dargestellt werden. Im mittleren Bereich des Displays wird der jeweils aktive Regler (U oder I) übersichtlich angezeigt. 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. Abbildung 2 zeigt das Display des SPS 5630 mit allen zur Verfügung stehenden Anzeigesegmenten. Nach dem Einschalten des SPS 5630 mit dem Netzschalter (links unten) führt das Gerät einen Displaytest durch und steuert für ca. 2 Sekunden alle Segmente des Displays an. Danach werden kurz die Versionsnummern der Firmware (Haupt-Mikrocontroller, Displaycontroller) angezeigt und das Gerät übernimmt die zuletzt genutzte Gerätekonfiguration

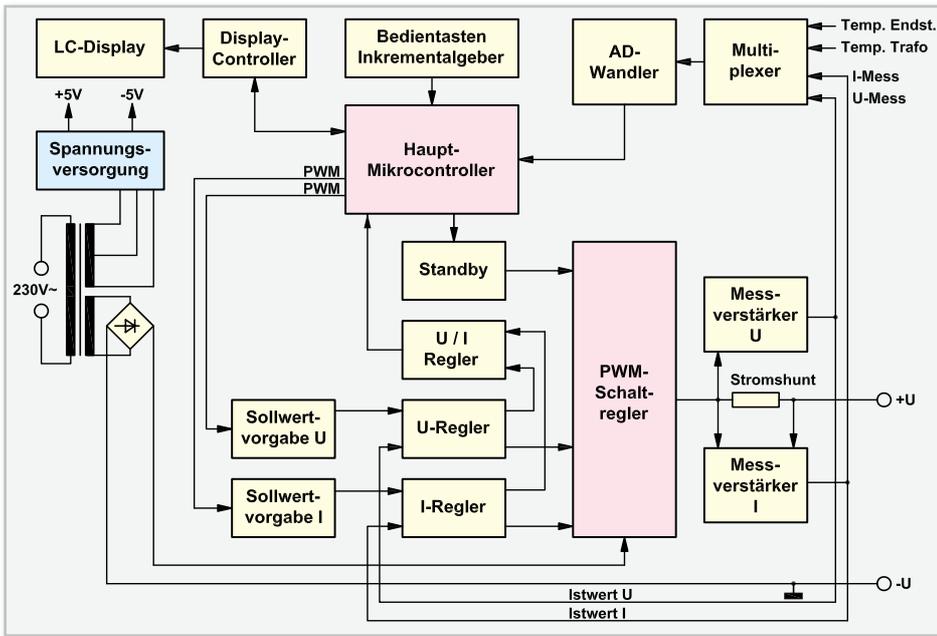


Bild 3: Blockschaltbild des SPS 5630

vor dem Ausschalten. Es wird nach dem Einschalten der Netzspannung immer zuerst der Stand-by-Modus aktiviert.

Grundsätzlich erfolgt die Sollwert-Vorgabe für Spannung und Strom 4-stellig, wobei zuerst mit der „U/I“-Taste unterhalb des Displays die zu verändernde Größe auszuwählen ist. Bei der jeweils aktivierten Einstellfunktion wird dann ein „Unterstrich“ an der aktuell zu verändernden Stelle angezeigt. Die gewünschte Stelle, die verändert werden soll, ist bei Bedarf mittels der „←“- und „→“-Tasten unterhalb des Displays auszuwählen. Mit dem Inkrementalgeber erfolgt die Einstellung des gewünschten Soll-Wertes, bei dem bei einem Über- bzw. Unterlauf automatisch ein Übertrag auf die nächste Stelle erfolgt. 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). Die Übernahme der neuen Einstellung als Grenzwert (Limit) erfolgt automatisch, wenn länger als 5 Sekunden keine Bedienung erfolgt, oder sofort bei Betätigung der „Enter“-Taste. Nach der Übernahme erscheinen links wieder aktuelle Ist-Werte und rechts die neuen Sollwert-Vorgaben.

Benutzerdefinierte Speicherplätze

Für individuelle Spannungs- und Stromvorgaben stehen beim SPS 5630 insgesamt 16 Speicherplätze zur Verfügung, die über eine „Recall-Funktion“ schnell aufzurufen sind. Auch bei einem Spannungsausfall bleiben abgespeicherte Einstellungen erhalten.

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 ge-

wünschte Speicherplatz ausgewählt werden. Zur Übernahme der aktuellen Sollwert-Vorgaben unter dem ausgewählten Speicherplatz ist die Taste „Enter“ kurz zu betätigen.

Sollwert-Vorgaben aufrufen

Das Aufrufen von abgespeicherten Sollwert-Vorgaben ist jederzeit mit der Taste „Recall“ möglich. Nach einer kurzen Tastenbetätigung blinkt die Speicherplatz-Nummer und die Auswahl des gewünschten Speicherplatzes mit den abgespeicherten Sollwert-Vorgaben ist dann mit dem Inkrementalgeber oder den Pfeiltasten möglich. Im Display werden die zum jeweiligen Speicherplatz gehörenden Sollwert-Vorgaben groß dargestellt.

Zur Übernahme der abgespeicherten Werte als neue Sollwert-Vorgaben ist kurz die „Enter“-Taste zu betätigen.

Tastatur-/Inkrementalgeber-Sperre (Lock)

Um zu verhindern, dass Vorgabewerte versehentlich verändert werden, kann eine „Lock-Funktion“ aktiviert werden. Dazu sind beide Pfeiltasten so lange gedrückt zu halten (ca. 3 Sek.), bis im Display die Anzeige „Locked“ erscheint. Mit Ausnahme der Stand-by-Aktivierung sind dann alle Bedienfunktionen gesperrt. Befindet sich das Gerät bereits im Stand-by-Modus, ist auch diese Taste gesperrt. Die Sperre kann durch erneutes gleichzeitiges Drücken der beiden Pfeiltasten wieder aufgehoben werden.

Stand-by-Modus

Mit Hilfe der Taste „Stand-by“ ist der Ausgang des Netzgerätes aktivierbar bzw. deaktivierbar, 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. Die Taste hat eine Toggle-Funktion, d. h., ein weiterer Tastendruck hebt den jeweils aktuellen Zustand wieder auf. Um Abgleichfehler zu vermeiden, ist die Stand-by-Funktion im Abgleich-Modus während der Abgleich-Funktion gesperrt.

Display-Kontrast und Hinterleuchtung

Durch eine lange Tastenbetätigung des Tasters „U/I“ (>5 Sek.) gelangt man in das Set-up-Menü für den Display-Kontrast und zur Einstellung der 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. Der Kontrast ist in 8 Stufen mit den Pfeiltasten oder dem Drehimpulsgeber zu

verändern. In gleicher Weise kann auch 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 jeweils neu eingestellten Wertes erfolgt durch eine kurze Betätigung der „Enter“-Taste, wobei dann automatisch das Menü verlassen wird. Erfolgt länger als 15 Sekunden keine Eingabe, wird das Set-up-Menü automatisch verlassen.

Übertemperatur-Schutzschaltung

Die Endstufentemperatur und die Temperatur des Netztrafos werden durch den Mikrocontroller ständig überwacht, wobei zur Vorwarnung das Symbol „Overtemp.“ bereits 5 °C unterhalb der Abschalttemperatur zu blinken beginnt. Sobald die Endstufe oder der Netztrafo die jeweils zulässige Temperaturgrenze überschreitet, erfolgt dann eine komplette Abschaltung der Ausgangsspannung. Im Display wird dieser Zustand durch die ständige Anzeige des Symbols „Overtemp.“ signalisiert. Der Ausgang wird automatisch erneut aktiviert, sobald sich die Temperaturen wieder im normalen Bereich befinden.

Blockschaltbild

Das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen des SPS 5630 veranschaulicht das Blockschaltbild in Abbildung 3. Zentrales Bauelement des SPS 5630 ist der Haupt-Mikrocontroller im oberen mittleren Bereich des Blockschaltbildes. Hier werden die Sollwert-Vorgaben generiert und der Controller erhält die Messwerte für Strom und Spannung, die Information, welcher Regler aktiv ist, und Temperaturinformationen von Trafo und Endstufe.

Der nicht-flüchtige Speicher (EEPROM) des SPS 5630 ist direkt im Mikrocontroller integriert. Die Kalibrierparameter und die individuellen Spannungs- und Stromvorgaben werden hier abgespeichert und bleiben auch ohne Betriebsspannung nahezu unbegrenzt erhalten.

Direkt mit dem Haupt-Mikrocontroller ist ein weiterer Controller verbunden, der zur Steuerung des LC-Displays dient, auf dem alle Informationen des Netzgerätes dargestellt werden.

Über die Bedientasten und den Inkrementalgeber (oben im Blockschaltbild) erfolgt die Eingabe der gewünschten Parameter und Vorgabewerte.

Diese Informationen sowie die aktuellen Messwerte vom A/D-Wandler nutzt der Haupt-Mikrocontroller dann für die erforderlichen Steueraufgaben.

Die Sollwert-Vorgaben für die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom liefert der Haupt-Mikrocontroller in Form von PWM-Steuersignalen. Zur endgültigen Sollwert-Vorgabe für den PWM-Schaltregler werden aus den Steuersignalen proportionale Gleichspannungen gewonnen und dem U-Regler und dem I-Regler zugeführt. Abhängig von der Spannungs- und Stromvorgabe (Soll-Werte) und den Ist-Werten für Strom und Spannung wird der PWM-Schaltregler dann entweder vom U- oder vom I-Regler gesteuert.

Über die vom Haupt-Mikrocontroller gesteuerte Stand-by-Funktion kann die Endstufe schlagartig und unabhängig von den Soll- und Ist-Werten ein- und ausgeschaltet werden.

Die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom werden mit Hilfe von Messverstärkern erfasst und die proportionalen Messwerte als Ist-Werte dem entsprechenden Regler (U oder I) zugeführt und zusätzlich über einen Multiplexer (oben rechts) auf den A/D-Wandler gegeben.

Der Dual-Slope-A/D-Wandler arbeitet mit 14 Bit Genauigkeit und hat die Aufgabe, die Messwerte für Spannung und Strom in digitale Informationen für den Mikrocontroller umzuwandeln. Des Weiteren werden dem A/D-Wandler über den 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. In Abhängigkeit von den Temperaturwerten kann der Mikrocontroller das SPS 5630 in den Stand-by-Modus versetzen.

Der links im Blockschaltbild eingezeichnete Netztransformator speist den Leistungs-Brückengleichrichter, der wiederum die Eingangsspannung für den PWM-Schaltregler liefert. Eine weitere Wicklung mit Mittelanzapfung stellt die Wechselspannungen für die interne Spannungsversorgung zur Verfügung. Hier werden die stabilisierten Spannungen +5 V und -5 V erzeugt.

Schaltung

Da es sich beim SPS 5630 um eine relativ umfangreiche Schaltung handelt, ist das Gesamtschaltbild in mehrere in sich geschlossene Funktionsgruppen (Teilschaltbilder) aufgeteilt. Die Prozessoreinheit (Abbildung 4) besteht im Wesentlichen aus den beiden Mikrocontrollern und dem großen hinterleuchteten LC-Display. Diese Komponenten sind zusammen mit den Bedienelementen auf der Frontplatte des SPS 5630 untergebracht. Ein weiteres Teilschaltbild zeigt den A/D-Wandler mit Eingangsmultiplexer (Abbildung 5).

Das Schaltungsteil des sekundär getakteten PWM-Schaltreglers, das im Wesentlichen aus der Endstufe, der Regelung und der Spannungsversorgung besteht, ist im Hauptschaltbild (Abbildung 6) zu sehen. Ein weiteres Teilschaltbild (Abbildung 8) zeigt die Spannungsversorgung.

Prozessoreinheit

Betrachten wir zuerst die Prozessoreinheit in Abbildung 4, die mit 2 Mikrocontrollern realisiert wurde. Die Controller übernehmen alle Steueraufgaben, ermöglichen die komfortable Bedienung und sind für die Anzeige der Messwerte im Display verantwortlich. Die erforderliche externe Beschaltung ist hingegen äußerst gering. Während der Mikrocontroller IC 201 für die Ansteuerung des LC-Displays verantwortlich ist, übernimmt der Controller IC 200 alle Steueraufgaben des eigentlichen Netzgerätes. Neben dem Arbeitsspeicher ist in IC 200 auch ein EEPROM zur Speicherung von nicht-flüchtigen Daten, wie z. B. die Abgleichparameter und die individuellen Spannungs- und Stromereinstellungen, vorhanden. Der Prozessortakt wird mit dem Keramikresonator Q 200 erzeugt.

Die Kommunikation zwischen den beiden Mikrocontrollern

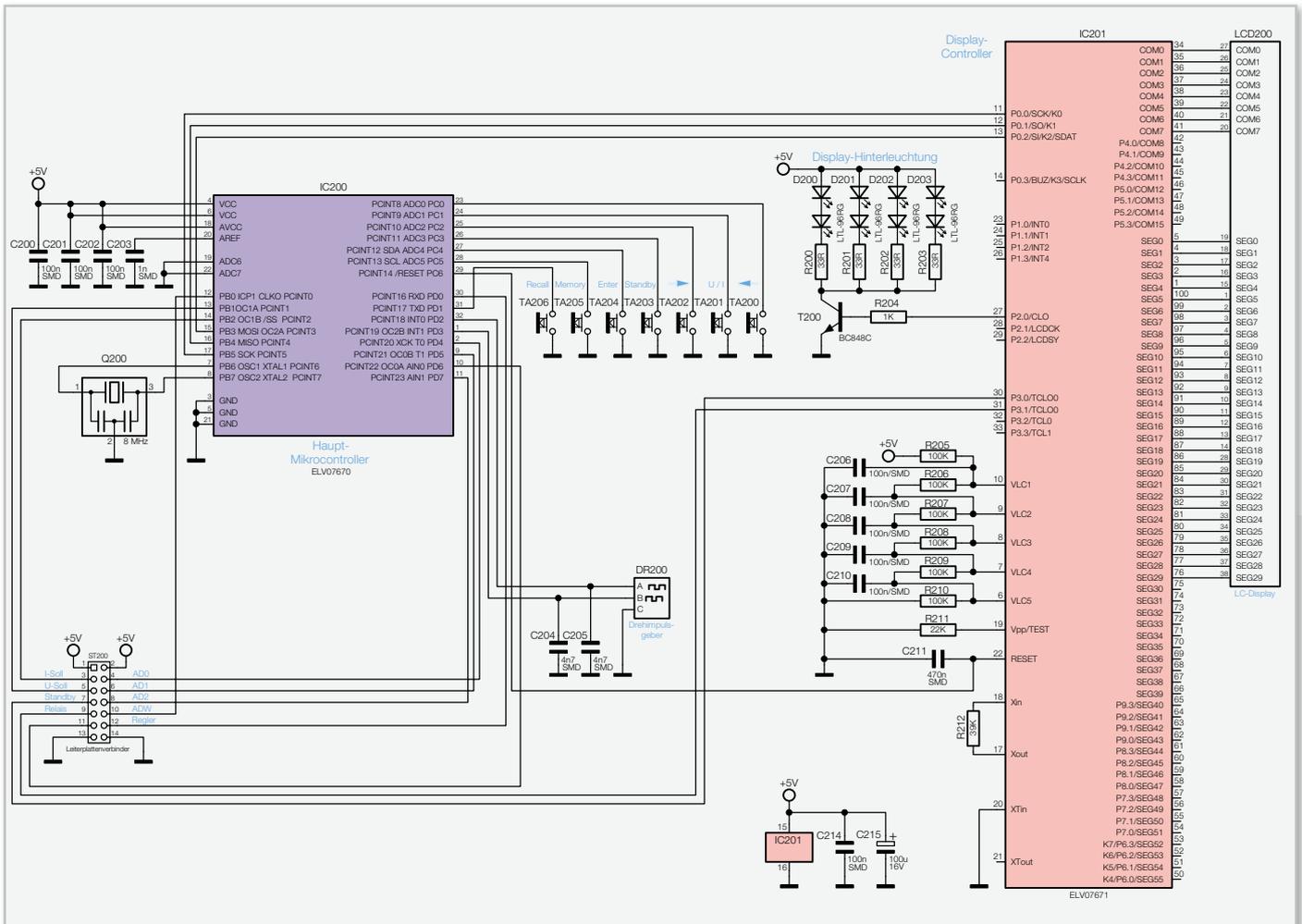


Bild 4: Schaltbild der Prozessoreinheit des SPS 5630

erfolgt über insgesamt 4 Portleitungen. Die auf der Frontplatine untergebrachte Prozessoreinheit ist über den Flachbandkabel-Steckverbinder ST 200 mit der Basisplatine (PWM-Schaltnetzteil) verbunden. Die insgesamt 7 Bedientasten des Gerätes sind direkt an Port PC 0 bis PC 5 und Port PD 1 des Controllers IC 200 angeschlossen und benötigen keine weitere Beschaltung. An Port PD 2 und PD 3 ist der Drehimpulsgeber (Inkrementalgeber) angeschlossen.

Hier dienen die Kondensatoren C 204 und C 205 zur Störunterdrückung. Des Weiteren dienen die Kondensatoren C 200 bis C 203 zur Störrückblockung an den einzelnen Versorgungspins des ICs.

Der Display-Controller IC 201 steuert über Port 2.0 und R 204 den Transistor T 200, in dessen Kollektorkreis sich die „Side-looking-Lamps“ der Display-Hinterleuchtung mit den zugehörigen Vorwiderständen R 200 bis R 203 befinden. Zur Takterzeugung sind bei diesem Controller Pin 17 und Pin 18 mit einem Widerstand (R 212) beschaltet. Die Spannungsteilerkette R 205 bis R 210 mit den zugehörigen Abblock-Kondensatoren C 206 bis C 210 bestimmt den Displaykontrast. Der Kondensator C 214 ist zur Störrückblockung direkt an den Versorgungspins des Controllers angeordnet.

A/D-Wandler

Damit der Prozessor die analogen Messwerte verarbeiten kann, ist eine Analog-Digital-Wandlung erforderlich. Diese Aufgabe übernimmt die in Abbildung 5 dargestellte Schal-

lung, die mit IC 8 A, B und externen Komponenten realisiert wurde. Dabei handelt es sich um einen integrierenden Wandler. Die Grundelemente dieses trotz kostengünstigen Aufbaus sehr genauen Wandlers sind der als invertierender Integrator geschaltete Operationsverstärker IC 8 B und der Komparator IC 8 A. Bei diesem Zwei-Rampen-Wandler wird vorausgesetzt, dass Mess- und Referenzspannung entgegengesetzte Vorzeichen haben.

Über Port PD 4, PD 5 und PD 7 (IC 200) erfolgt mit Hilfe des Analog-Multiplexers IC 7 die Auswahl des Mess-Eingangs. Neben dem Kondensator im Rückkopplungszweig (C 49) gehören die jeweiligen Widerstände (R 33 bis R 37) zum Integrator. Damit der Offset des OPs keinen Einfluss auf die Messung hat, ist der positive Eingang von IC 8 B über den Spannungsteiler R 38, R 39 leicht negativ vorgespannt. Der nachgeschaltete Komparator (IC 8 A) schaltet um, wenn die Ausgangsspannung des Integrators wieder im Ruhezustand ist. Der Transistor T 2 erzeugt dann eine Spannungsflanke an Port PB 0 des Controllers IC 200. Die erforderliche Referenzspannung wird von der Referenzdiode D 17 im unteren Bereich des Schaltbildes zur Verfügung gestellt.

Neben den Messgrößen für U und I werden dem Multiplexer IC 7 auch proportionale Spannungen zur Endstufentemperatur und zur Trafotemperatur zugeführt.

Die Funktionsweise ist recht einfach. Im Ruhezustand ist Eingang 5 des Multiplexers durchgeschaltet, d. h., Pin 3 und Pin 5 sind miteinander verbunden. Dadurch wird der Integra-

tionskondensator C 49 über R 40 kurzgeschlossen und somit vollständig entladen. Zur Messung schaltet der Eingangsmultiplexer 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 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 IC 8 A und den Transistor T 2 erhält der Mikrocontroller die Zeitinformationen.

PWM-Schaltregler

Das eigentliche Schaltnetzteil arbeitet als sekundär getakteter PWM-Schaltregler und ist in Abbildung 6 zu sehen. Das hier dargestellte Schaltungsteil ist über den 14-poligen Steckverbinder ST 8 mit der Prozeessoreinheit verbunden. Die wesentlichen Baugruppen sind der mit IC 6 realisierte PWM-Controller, die mit T 1, D 13 und L 1 realisierte Endstufe und die beiden Regler für Strom und Spannung. Zentrales Bauelement des PWM-Schaltreglers ist das bekannte Schaltregler-IC SG 3524 (IC 6), dessen interner Schaltungsaufbau in Abbildung 7 dargestellt ist. Dieses IC ist sehr flexibel einsetzbar und enthält alle Grundelemente, die zum Aufbau eines PWM-Schaltreglers erforderlich sind. Eine interne Referenzspannung steht an Pin 16 zur Verfügung und dient zunächst zur Speisung des mit R 13 und R 14 aufgebauten Spannungsteilers an Pin 1 (invertierender Eingang des Fehlerverstärkers). Wenn das SPS 5630 als Spannungskonstanter arbeitet, wird der Ist-Wert von IC 3 A bestimmt, und wenn das Netzgerät als Stromregler arbeitet, liefert IC 3 B den Ist-Wert jeweils in Verbindung mit den Widerständen R 9 bis R 12. Welcher Regler gerade aktiv ist, hängt natürlich von

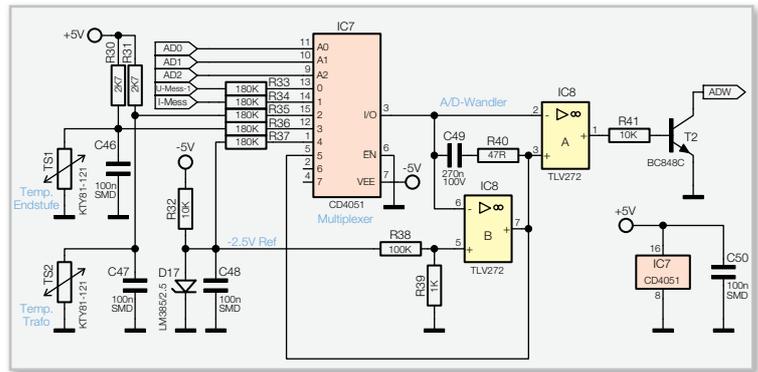


Bild 5: Die Schaltung des A/D-Wandlers

den Sollwert-Vorgaben und der aktuellen Last ab. Der im SG 3524 integrierte Regler wiederum vergleicht ständig die Eingangsgrößen an Pin 1 und Pin 2 miteinander und steuert über seinen an Pin 9 mit einer R/C-Kombination (R 16, C 27) beschalteten Ausgang den integrierten Komparator und somit das PWM-Ausgangssignal (Puls-Pause-Verhältnis). Die Schaltfrequenz des Step-down-Wandlers wird durch die externe Oszillatorbeschaltung an Pin 6 und Pin 7 (R 15, C 26) bestimmt. Zwei im SG 3524 integrierte Treibertransistoren an Pin 11 bis Pin 14 dienen zur Steuerung des selbstsperrenden P-Kanal-Leistungs-FETs T 1. Der Spannungsteiler R 17, R 18 sowie die Diode D 10 dienen zusammen mit der Transil-Schutzdiode D 11 zur Begrenzung der Gate-Source-Spannung. Solange der PWM-Ausgang des SG 3524 den P-Kanal-Leistungs-FET (T 1) durchsteuert, fließt der Ausgangsstrom über diesen Transistor, die Speicherdrossel L 1 und die Sicherung SI 4 zum Ausgang. Aufgrund der in L 1 gespeicherten Energie bleibt der Stromfluss bei gesperrtem FET (T 1) über die schnelle Schottky-Diode D 13 aufrechterhalten. Die Ausgangsspannung oder der Ausgangsstrom ist direkt abhängig vom Tastverhältnis, wobei der Elko C 29 zur Glättung dient. Die Transil-Schutzdiode D 12 eliminiert Störimpulse, und die Sicherung SI 4 dient zum Schutz des Netzgerätes und der angeschlossenen Last im Fehlerfall.

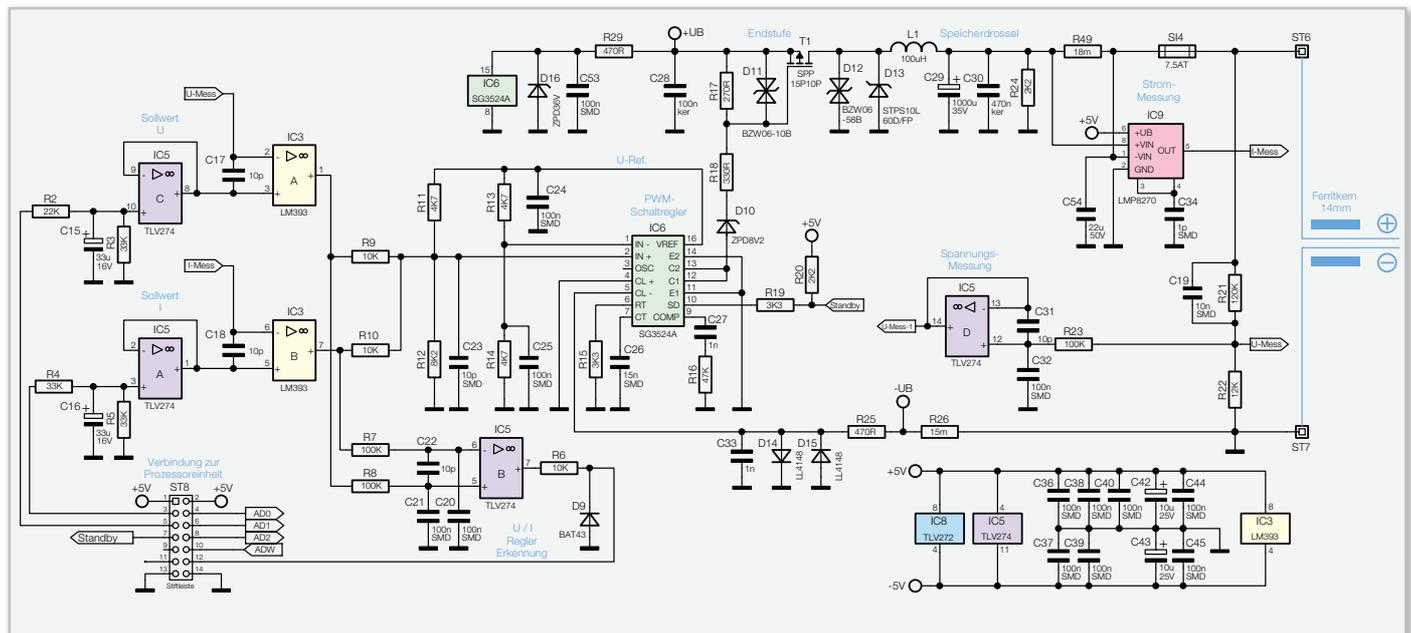


Bild 6: Schaltbild des Schaltnetzteils

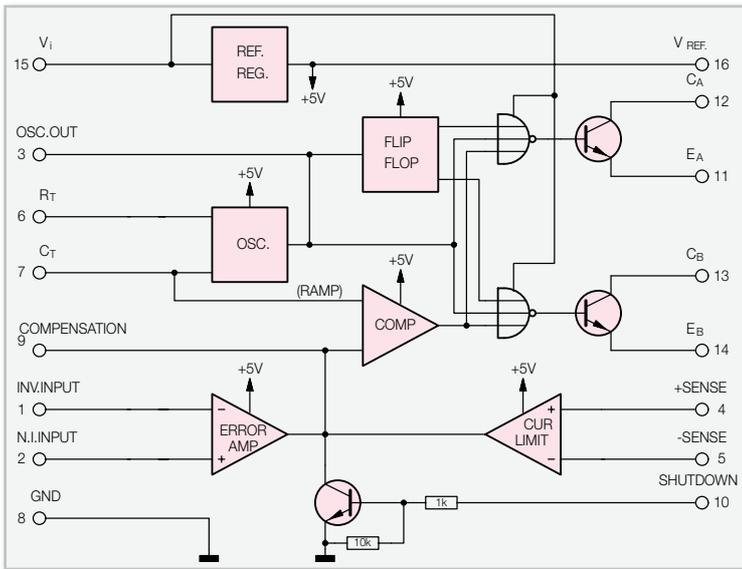


Bild 7: Interner Aufbau des SG 3524

Über den mit R 21 und R 22 aufgebauten Spannungsteiler wird die Ausgangsspannung des SPS 5630 gemessen und direkt IC 3 A an Pin 2 zugeführt. Hier erfolgt dann der Vergleich mit dem an Pin 3 anliegenden Soll-Wert. Des Weiteren wird die zur Ausgangsspannung proportionale Messspannung über den Pufferverstärker IC 5 D dem Multiplexer des A/D-Wandlers (IC 7) zugeführt.

Die am Stromshunt R 49 abfallende Spannung ist direkt proportional zum Ausgangsstrom des SPS 5630 und wird mit Hilfe des Messverstärkers IC 9 um den Faktor 20 verstärkt. Die am Ausgang (Pin 5) anstehende Spannung gelangt zum Vergleich mit dem Soll-Wert des Stroms direkt auf Pin 6 des Komparators IC 3 B und zur Messung des Ausgangsstroms auf den Multiplexer des A/D-Wandlers (IC 7).

Unabhängig vom Stromregler wird die an R 26 abfallende Spannung zur schnellen Maximalstrombegrenzung über R 25 auf die Chip-interne Strombegrenzerschaltung (Pin 4, Pin 5) des SG 3524 gegeben. Die Dioden D 14 und D 15 dienen zum Schutz des Eingangs (Pin 5).

Die vom Mikrocontroller kommenden Sollwert-Informationen gelangen auf die mit R 2, R 3, C 15 und R 4, R 5, C 16 aufgebauten R/C-Kombinationen, wo jeweils aus dem PWM-

Signal des Mikrocontrollers der arithmetische Mittelwert gebildet wird. Die nachgeschalteten Operationsverstärker IC 5 C und IC 5 A dienen als Impedanzwandler für die Steuerspannungen.

Spannungsversorgung

In Abbildung 8 ist die Spannungsversorgung des SPS 5630 dargestellt. Der Netztransformator wird über die 2-polige Netz-Buchse BU 100, die Netz-Sicherung SI 100 und den Netzschalter S 100 mit Spannung versorgt, wobei der primärseitige X2-Kondensator C 100 zur Störunterdrückung dient. Die obere Sekundärwicklung mit Mittelanzapfung liefert 2 x 9 V mit 0,33 A Strombelastbarkeit zur Versorgung des Prozessorteils und der gesamten Steuerelektronik.

Zwei mit D 1, D 2 und D 3, D 4 aufgebaute Mittelpunktzweiweg-Gleichrichterschaltungen liefern unstabilierte Kleinspannungen, die zunächst mit C 2 und C 6 gepuffert werden.

Die unstabilierte positive Spannung wird auf den Eingang des Festspannungsreglers IC 1 gegeben und die negative Spannung auf den Eingang des Negativreglers IC 2.

Am Ausgang der Festspannungsregler IC 1 und IC 2 stehen dann +5 V und -5 V zur Versorgung der Steuerelektronik zur Verfügung. Schwingneigungen an den Spannungsregler-Ausgängen werden mit C 3 und C 7 verhindert. Zur Unterdrückung von hochfrequenten Störungen dienen die Keramik-Kondensatoren C 1, C 4, C 5 und C 8.

Die Leistungs-Endstufe des PWM-Schaltreglers wird mit der unteren Wicklung des Netztransformators, die maximal 32 V/4,8 A liefert, versorgt. Über die Sicherung SI 3 gelangt die Spannung dieser Wicklung auf den mit D 5 bis D 8 aufgebauten Brückengleichrichter.

Störspitzen, die beim Schalten der Dioden entstehen können, werden mit Hilfe der Keramik-Kondensatoren C 9 bis C 12 unterdrückt. Der Elko C 14 dient zur Pufferung und Glättung der unstabilierten Gleichspannung und C 13 zur weiteren Störunterdrückung. Im ausgeschalteten Zustand des SPS 5630 sorgt der Widerstand R 1 für die Entladung des Puffer-Elkos.

Im nächsten Teil zeigen wir den Nachbau und den Abgleich dieses interessanten Schaltnetzteils. **ELV**

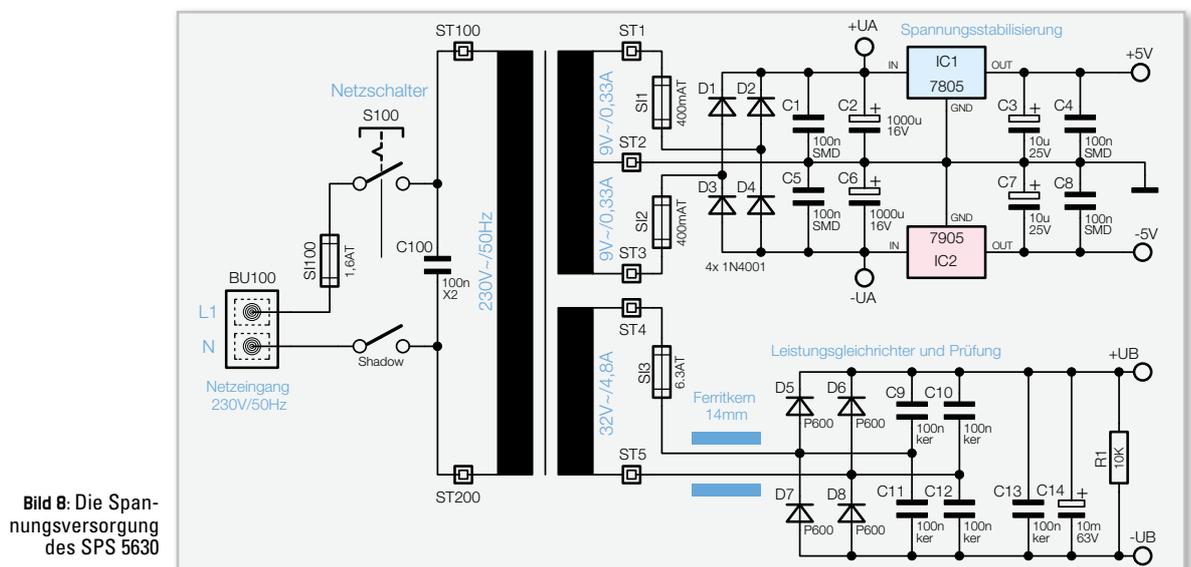


Bild 8: Die Spannungsversorgung des SPS 5630