

Dieter Perkuhn

DPSI RV

Eine neue Generation von Empfänger-Stromversorgungen

Nach dem Powerweichen-Vergleich in der vergangenen Ausgabe beschäftigt sich Dieter Perkuhn hier nun schon mit der neuesten Gerätegeneration von Emcotec. Dabei ging er mit der ihm gewohnten Gründlichkeit vor und hat in seinen Bericht viel Wissenswertes über LiPo-Akkus, ihre Eigenheiten, den richtigen Umgang mit ihnen, geeignete Ladegeräte und Ladetechnik einfließen lassen.



Die Entwicklung auf dem Gebiet der redundanten Stromversorgungssysteme für große Modellflugzeuge geht weiter. In MFI Heft 3/2004 habe ich drei etablierte und praxisbewährte Systeme miteinander verglichen, die alle für die Verwendung von fünfzelligem NiCad- oder NiMH-Akkus ausgelegt sind. Nur das Gerät PB 40/24 Competition von Modellbau Deutsch lässt auch den Anschluss von Lithium-Akkusystemen zu und leitet damit über zur nächsten Generation.

EMCOTEC als Hersteller der langjährig bewährten DPSI-Stromversorgung hat nun Ende 2003 eine ganze Familie von neu entwickelten Stromversorgungssystemen auf den Markt gebracht. Ein wichtiges Kennzeichen dieser neuen Gerätegeneration ist die uneingeschränkte Verwendbarkeit aller bisherigen Akkutypen sowie der immer stärker in den Markt drängenden Lithium-Polymer-Akkus.

Dieser Akkutyp wird meiner Meinung nach alle anderen Typen langfristig ersetzen, weil die Vorteile unübersehbar sind: Sehr geringes Gewicht bei hoher Kapazität, kein Memory-Effekt, äußerst geringe Selbstentladung (so hat ein Lipoly-Akku nach einem halben Jahr korrekter Lagerung noch etwa 95% seiner Kapazität). Auf die Vor- und Nachteile der Lipoly-Akkus werde ich im Abschnitt über die verwendbaren Akkus ausführlicher eingehen.

Festzuhalten ist, dass ein zweizelliger Lipoly-Akkupack eine Nennspannung von 7,4 Volt hat. Der Empfänger mag diese Spannung noch aushalten, aber für die Servos ist das ohne Zweifel zu viel. Daher sind EMCOTECs neue Stromversorgungssysteme so konstruiert, dass die gesamte Spannung für die Empfangsanlage geregelt ist, also auch für die Servos. Die geregelte Spannung kann durch Umstecken eines Jumpers auf die Werte 4,8, 5,2, 5,5 und 6,0 Volt gesetzt werden. EMCOTEC empfiehlt 5,5 Volt, weil die modernen Digitalservos bei dieser Spannung sehr viel Kraft entwickeln, aber noch nicht überlastet werden. Dieser Wert hat sich über viele Jahre bewährt und entspricht ungefähr der mittleren Spannung bei herkömmlichen Stromversorgungssystemen mit fünfzelligem NiCad-Akkus und Akkuweiche.



DIE GERÄTE IN HISTORISCHER REIHENFOLGE IHRER ENTWICKLUNG

DPSI RV und DPSI RV Mini

Das ursprüngliche Entwicklungsziel war die Verwendung von Lipoly-Akkus. Weil es diese in mehreren Kapazitätsgrößen gibt, wurde



Die Familie der Emcotec-Geräte hat inzwischen einige Mitglieder, wie das Bild oben belegt. Dieter Perkuhn hat in seinem Bericht die wesentlichen Informationen vor allem auch über die jüngste Geräte-Generation zusammen gestellt. Am Anfang der Geschichte stehen die hier auf dieser Seite abgebildeten DPSI der ersten Generation.

ein großes Gerät mit der Bezeichnung DPSI RV mit 32 Servoausgängen resultierend aus 12 Empfängerkanälen und ein kleines Gerät mit der Bezeichnung DPSI RV Mini mit 8 Servoausgängen resultierend aus 5 Empfängerkanälen entwickelt. Das große Gerät wiegt 215, das kleine 105 Gramm zuzüglich 15 Gramm für den Ein/Aus-Schalter. Das große wird vorzugsweise in den 3-Meter-Kunstflugmodellen oder vergleichbaren Flugzeugen eingesetzt, die in manchen Ausführungen mehr als 20 starke Servos enthalten, während die kleine Ausführung für Kunstflugmodelle der X-Klasse oder ähnliche mit ca. 2,30 Metern Spannweite und nicht mehr als 8 starken Servos gedacht ist. Auch die superleichten F3A-Modelle mit ihrer Gewichtsbeschränkung auf 5 kg sind ein mögliches Einsatzgebiet für die Mini-Version, wie die Gewichtsbalanzierung zeigt: Ein fünfzelliger NiCad-Akku Sanyo KR 1800 mit 1.800 mAh wiegt etwa 250 g, ein Sanyo KR 1400 etwa 170 g, das DPSI Mini mit zwei 1.200er Lipoly-Akkus, also zusammen 2.400 mAh, wiegt 225 g, beide Systeme ohne Schalter.

Beide Geräte sollen mit Lipoly-Akkus betrieben werden. Diese haben eine Nennspannung von 7,4 Volt, daher konnte man ruhigen Gewissens übliche Hochstrom-Analogregler verwenden, die einen prinzipbedingten Spannungsverlust von etwa 1,4 Volt haben. 6 Volt geregelte Ausgangsspannung bei vollem Laststrom sind somit ohne weiteres möglich. EMCOTEC empfiehlt seine Longgo-Akkus in Lithium-Polymer-Technik, weil sie anschlussfertig konfektioniert sind mit zusätzlichem Ladekabel. Wenn konventionelle Akkus in NiCad- oder NiMH-Technik verwendet werden, müssen sechs- oder besser siebenzellige Ausführungen eingesetzt werden, wenn dieses Ziel erreicht werden soll. Bei 5,5 Volt geregelter Ausgangsspannung sind 6 Zellen ausreichend; die Verwendung von vierzelligem Akkupacks ist nicht möglich und nicht zulässig. Den Spielraum bis zur 6-Volt-Grenze sollte man nicht ausnutzen, weil die modernen Digitalservos bei 6 Volt nicht bedeutend schneller und stärker sind, der Verbrauch und der Verschleiß dagegen höher ist.

Wir können also festhalten: DPSI RV und DPSI RV Mini sind in erster Linie für Lipoly-Akkus gedacht.

DPSI RV LDO und DPSI RV LDO Mini

EMCOTEC hat der Tatsache Rechnung getragen, dass viele Modellflieger ihre vorhandenen und durchaus bewährten fünfzelligen Akkupacks weiter verwenden wollen. Deshalb wurde zusätzlich die LDO-Version der beiden Geräte entwickelt. LDO steht für »Low Drop Out« und bedeutet geringer



RV LDO und RV Mini LDO stellen die zweite Geräte-Generation dar. Hintergrund war der Wunsch zahlreicher Piloten, weiterhin ihre fünfzelligen Akkus verwenden zu können.

Spannungsverlust. Durch eine spezielle Schaltungstechnik mit Hochstrom-Feldeffekt-Transistoren werden die Spannungsverluste erheblich reduziert auf etwa 0,3 Volt bei vollem Laststrom. EMCOTEC verwendet Feldeffekttransistoren mit einem Einschaltwiderstand von 0,02 Ohm bei einem Strom von 65 Ampere. Damit kann auch bei fünfzelligen NiCad- oder NiMH-Akkupacks eine geregelte Ausgangsspannung von 5,5 oder auch 6 Volt ermöglicht werden. Den Spielraum bis zur 6-Volt-Grenze sollte man auch hier aus besagtem Grund nicht ausnutzen.

Wir können festhalten: DPSI RV LDO und DPSI RV LDO Mini sind die universelleren Geräte, weil sie sowohl für Lipoly- wie auch für fünfzellige konventionelle Akkus sehr gut geeignet sind. Wegen des höheren Schaltungsaufwandes sind die LDO-Geräte jeweils um zehn Euro teurer. Vermutlich werden die Versionen DPSI RV und DPSI RV Mini irgendwann der Typenbereinigung anheim fallen, zumal der Preisunterschied zur LDO-Version nicht so erheblich ist.

DPSI RV Mini 5 und DPSI RV Mini 6

Ganz aktuell teilt EMCOTEC mit, dass die Mini-Version der DPSI RV LDO mit zwei ver-

schiedenen Servoaufteilungen angeboten wird. Mini 5 ist identisch mit der bisherigen Version DPSI RV LDO Mini und teilt 5 Empfängerkanäle auf 8 Servoausgänge auf, so dass jedes Querruderblatt mit zwei Servos, jedes Höhenruderblatt mit einem Servo und das Seitenruderblatt mit zwei Servos angetrieben werden kann. Weitere Servos, z. B. für die Motordrossel, werden direkt in den Empfänger eingesteckt.

Insbesondere auf den Wunsch von Seglerpiloten wird die Version Mini 6 gebaut: Hier werden 6 Empfängerkanäle auf 8 Servoausgänge aufgeteilt, und zwar in folgender Weise: Kanal 1 auf Ausgang 1, Kanal 2 auf Ausgang 2 usw. bis Kanal 5 auf Ausgang 5. Kanal 6 wird aufgeteilt auf Ausgang 6.1 und Ausgang 6.2.

ENTWICKLUNG UND SCHALTUNG DER DPSI RV

EMCOTEC ist unter anderem auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik in der Automobilindustrie tätig ist. Der hier übliche Standard wurde bei der Entwicklung und Erprobung der DPSI RV zu Grunde gelegt, gefolgt von intensiver Flugerprobung. In diesem Rahmen



Der neue Mini 6 kommt dem Wunsch vieler Seglerpiloten entgegen; hier werden – im Gegensatz zum Mini 5 – 6 Empfängerkanäle auf 8 Servoausgänge aufgeteilt.

wurde mit Hilfe von Datenloggern der reale Stromverbrauch im großen Modellflugzeug ermittelt, es wurde die in der Automobilindustrie übliche FMEA (Fehler-Möglichkeit- und -Einfluss-Analyse) durchgeführt, und es wurde ein kompletter EMC-Test-Report im »Center for Tests and Compliance« der Firma Fujitsu Siemens Computers GmbH in Augsburg angefertigt (EMC bedeutet elektromagnetische Verträglichkeit). Dieser 36-seitige Report liegt mir vor.

Es ist für den Uneingeweihten schon sehr erstaunlich, was mit dem Testobjekt alles gemacht wird. Eine der härtesten Prüfungen ist der Immunitätstest gegen elektrostatische Entladungen. Dabei wird das Testobjekt, hier die DPSI RV, mit Entladungen bis zu 8.000 Volt beaufschlagt. Das Protokoll sagt aus: »no failure«. Bei einer weiteren harten Prüfung wird die DPSI RV einem amplituden- oder pulsmodulierten Hochfrequenzfeld ausgesetzt. Die Sendeleistung liegt bei 10 Watt. Nur der angeschlossene Fernsteuerempfänger zeigte hierbei »malfunction«, was nicht verwundern sollte – die DPSI RV arbeitete einwandfrei. Nach dem Studium dieses Reports ist klar: Die Geräte der DPSI RV-Familie dürfen das CE-Zeichen mit Recht tragen.

Die Schaltungsbeschreibung bezieht sich nun auf die Version DPSI RV LDO. Auf die Abweichungen zur Version DPSI RV werde ich hinweisen.

Auf der Abbildung der beiden Platinen sind mit Textboxen die verschiedenen Funktionsblöcke kenntlich gemacht. Wir beginnen bei der rechten Platine ganz unten, dort werden die beiden Multiplex-Hochstromstecker für den Anschluss der beiden Akkus aufgelötet. Es folgen die beiden elektronischen Schalter, die laut Datenblatt einen Einfügungswiderstand von nur 0,02 Ohm haben und 65 Ampere maximalen Strom bei 25° Gehäuse-temperatur aushalten. Diese beiden

MOSFET-Schalttransistoren werden durch den abgesetzten Schalter bedient, der in der Bordwand des Flugzeugs befestigt wird. Dessen Flachbandkabel wird auf den schwarzen Stecker unten Mitte aufgesteckt. Es folgen die beiden Schottky-Barrier-Entkoppel-Dioden, die die beiden Akkuspannungen zusammen führen. Das Datenblatt sagt: Diese Dioden halten bei 90° Gehäuse-temperatur 25 Ampere Dauerstrom aus. Nun folgen zwei getrennte Spannungsregler, die ebenfalls Power-MOSFETs verwenden.

Um eine gute Belastungsverteilung und Wärmeabfuhr beim höchstmöglichen Stromfluss zu erhalten, werden je Regler zwei Transistoren parallel betrieben. Es folgen nochmals zwei Schottky-Dioden, die die beiden Spannungen aus den Reglern zusammen führen.

Am oberen Ende der Power-Platine sieht man die doppelreihige Leiste mit den Anschlusspins für die Signal-Platine. Auf dieser gibt es unten den Bereich für den Microcontroller, in der Mitte entdecken wir die 4 ICs mit den 32 Entkopplungsverstärkern für die Servoimpulse. Rechts und links davon gibt es 2 mal 16 Steckplätze für Servos. Eine Besonderheit der DPSI Stromversorgungen sind die keramischen Festfrequenzfilter an jedem Servosteckplatz, erkennbar als kleine braune Bauteile. Sie sorgen dafür, dass keine Hochfrequenzanteile, eingefangen von langen Servoleitungen, in die Platinelektronik gelangen können. Sie sitzen an optimaler Position direkt am Servostecker und machen Ferritringe überflüssig. Man sieht gut, dass EMCOTEC hier einen nicht unerheblichen Aufwand betrieben hat, um elektromagnetische Störungen von der Servoseite in Richtung Empfänger wirkungsvoll abzublocken.

Am oberen Ende der Signalplatine befinden sich die 12 Steckerpins für die Empfänger-

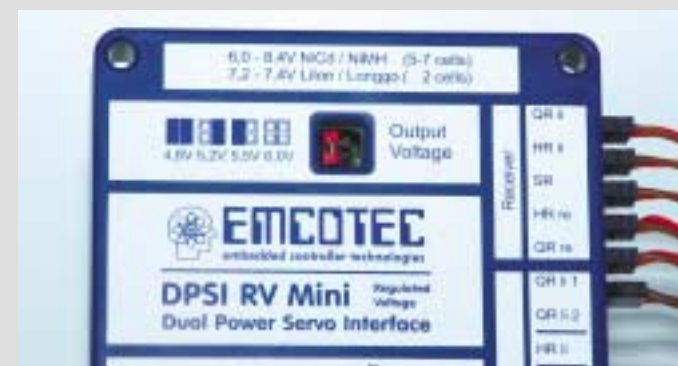


Emcotec bietet auch auf seine Bausteine abgestimmte LiPos in unterschiedlicher Kapazität an.

anschlüsse. Es können also Empfänger für 12 Servokanäle verwendet werden. EMCOTEC hat, anders als bei der alten DPSI 2001, keine fest eingelöteten Kabel verwendet, sondern benutzt hier bei der neuen Ausführung separate, steckbare Verbindungskabel von der DPSI zum Empfänger. 12 solcher Kabel sind im Lieferumfang enthalten.

Anstelle der beiden mit je zwei MOSFETs aufgebauten Spannungsregler werden bei der Version DPSI RV zwei analoge Längsregler verwendet. Diese Fertigregler haben prinzipbedingt einen höheren Spannungsabfall, sind dafür etwas preiswerter. Sie haben aber auch einen kleinen Vorteil gegenüber den aus diskreten Bauteilen aufgebauten MOSFET-Reglern: Ein integrierter Übertemperaturschutz schaltet den Strom einfach ab, wenn es zu heiß wird. Das kann nur passieren, wenn ein externer Kurzschluss dauerhaft einen riesigen Strom provoziert.

Die beiden Platinen werden kopfüber aufeinander gelegt, schmale Streifen aus Platinenmaterial passen an Längs- und Stirnseiten in Verzahnungen und werden verlötet. Es entsteht ein kompaktes Sandwich, das in ein Gehäuse aus Kunststoff gelegt und mit



Oben ein Blick auf die Art und Weise der Spannungsauswahl; rechts ist die professionell wirkende Art der Akku-Befestigung im Modell zu sehen.

einer schwarz eloxierten Aluminiumplatte verschraubt wird. Diese Platte dient zugleich als Kühlkörper, um möglicherweise anfallende Verlustwärme abzuführen.

Das fertige Produkt macht auf mich einen absolut professionellen Eindruck und entspricht bis ins Detail industrieller Fertigungsqualität. Auch das Gehäuse schließe ich ausdrücklich in diese Beurteilung mit ein, weil gerade an dieser Stelle zuweilen erhebliche Diskrepanzen zwischen Inhalt und Schale anzutreffen sind.

Einige Details der Schaltung sind recht interessant, deshalb möchte ich sie erwähnen:

- Das komplette System ist redundant aufgebaut. Das bedeutet, dass der Ausfall eines Bauteils nicht zum Abschalten der Empfangsanlage führen kann.

- Jeder Akku wird über einen eigenen niederohmigen elektronischen Leistungsschalter ein- und ausgeschaltet. Dabei erfolgt der Schaltvorgang nicht über den Microcontroller, was den Vorteil hat, dass dieser nicht im sogenannten Sleepmodus betrieben werden muss, was den Ruhestrom erheblich reduziert. Deshalb beträgt die Stromaufnahme im ausgeschalteten Zustand weniger als 3 µA (Millionstel Ampere). Das ist wichtig bei Verwendung von Lipoly-Akkus. Wenn deren Spannung durch eine ungewollte Entladung unter 5 Volt (bei zwei Zellen) absinkt, wird der Akku dauerhaft beschädigt.

- Weil die beiden Spannungsregler auf Grund von Bauteiltoleranzen keine absolut identischen Ausgangsspannungen haben und daher unterschiedlich belastet werden, werden die Ausgänge zur Entkopplung wiederum über zwei Dioden zusammen geführt. Jetzt wird auch der Sinn der ersten Entkopplungsstufe deutlich: Da die Spannungsregler durch die minimal unterschiedlichen Ausgangsspannungen asymmetrisch belastet werden, werden die beiden Akkus nur dann gleich entladen, wenn diese vor der Regelung zusammengeführt werden. Durch diesen Schaltungsstrick wird immer

die volle Kapazität beider Akkus ausgenutzt.

- Der Microcontroller, der wegen möglicher EMV-Einflüsse räumlich getrennt von den Servoimpuls-Verstärkern verbaut ist, wird über einen eigenen Spannungsregler versorgt. In seiner Nähe gibt es noch einen Piezosummer, der für die akustische Ausgabe der Fehlercodes zuständig ist, die von der Software des Microcontrollers generiert werden.

So weit die Beschreibung der Funktion und der Schaltung, die natürlich auch für die beiden Mini-Versionen zutrifft.

DIE AKKUWAHL

Die Spannungsregelung im DPSI RV erlaubt es, neue Akkusysteme einzusetzen. Es sind dies die immer stärker in den Markt drängenden Lithium-Polymer-Zellen, die eine Nennspannung von 3,7 Volt haben und in verschiedenen Kapazitätsgrößen angeboten werden. Zwei solcher Zellen ergeben eine Nennspannung von 7,4 Volt, die von der DPSI RV wahlweise auf 4,8 Volt, 5,2 Volt, 5,5 Volt oder 6 Volt herabgesetzt werden.

Die Lipoly-Zellen tauchten erstmalig im Umfeld der Elektroflugmodelle auf und haben dort zu einer enormen Steigerung der Flugdauer und der Flugleistung geführt. In diesem Sektor gab es auch die ersten und darum sehr spektakulären Unfälle mit Lithium-Akkus. So weit ich das beurteilen kann, war immer eine Fehlbehandlung Grund für das Unglück. Es ist wichtig zu wissen, dass die Energiedichte der Lipoly-Zellen ungefähr um 400 % höher liegt als bei NiCad-Zellen. Die Überschreitung der oberen Spannungsgrenze von 4,235 Volt und die Unterschreitung der unteren Spannungsgrenze von 2,5 Volt wird die Lipolys dauerhaft beschädigen. Wird die obere Spannungsgrenze für längere Zeit und erheblich überschritten, dann wird es wahrscheinlich zum Unglück kommen.

Mit geeigneten Ladegeräten kann dies recht zuverlässig vermieden werden. Von EMCOTEC erprobte und empfohlene Ladegeräte



sind: Orbit Microlader V6.3 • Kokam LIPO 402 • Schulze isl 6-xxx (ab Softwareversion 8.x) • Simprop Intelli-Control V3 • Graupner Ultra Duo Plus 30. Ich benutze seit vielen Jahren den Orbit Microlader Race. Mein Gerät mit der Software Version V2 war zwar in der Lage, Lipoly-Akkus zu laden, aber Orbit bietet auch für ältere Geräte einen Software-Update auf die zur Zeit aktuelle Version 6.3. Diese Version bietet neben vielen Verbesserungen für NiCad- und NiMH-Ladeprogramme insbesondere für die modernen Lipoly-Akkus ein optimal zugeschnittenes Ladeprogramm. Dem Sicherheitsaspekt wird dadurch Rechnung getragen, dass nach Anschluss des Lipoly-Akkupacks nicht sogleich der Ladevorgang startet, sondern das Ladegerät zeigt im Display an, wie viele Zellen es ermittelt hat, und erwartet die Bestätigung. So wird sicher ausgeschlossen, dass bei zu tief entladenen Lipoly-Zellenpacks der Ladevorgang für eine falsche Zellenzahl anläuft mit möglicherweise schlimmen Folgen. Ich habe mein Gerät updaten lassen auf Version 6.3, habe die EMCOTEC Longgo-Akkus geladen und kann bestätigen, dass dies recht schnell und sehr zuverlässig geschieht. Die Preise für ein Update betragen € 44,50 von V2 und V3 auf V6.3, € 29,- von V5 und V6 auf V6.3 und € 9,90 von V6.1 und V6.2 auf V6.3.

Der Umgang mit den Lipolys ist alles in allem nicht so unproblematisch wie mit NiCad Zellen. Aber da Lipoly-Zellen trotz mancher Vorbehalte enorme Vorteile aufweisen, sollte man sich an den Umgang mit ihnen gewöhnen. Auf anderen Gebieten des täglichen Lebens hat man sich schon lange an Lithium-Akkus gewöhnt: Millionen von Kameras, Laptops, Handys haben sie, und die Unglücksquote ist äußerst gering.

EMCOTEC hat unter dem Markennamen Longgo und Longgo S fertig konfektionierte Lipoly-Akkus hergestellt. Ich möchte die Kombination aus DPSI RV und Longgo-Akkus als ein Stromversorgungssystem bezeichnen, das sehr gut aufeinander abgestimmt ist. Die Longgo-Packs sind so aufge-

So sieht's im Inneren der DPSI aus. Die zugehörigen Informationen sind im Text angeführt.



baut, dass die beiden flachen Lipoly-Zellen auf einer Epoxy-Platine befestigt sind. An den Stirnseiten schauen Befestigungsaugen hervor, so dass die Akkupacks ähnlich einem Servo mit dämpfenden Gummitüllen an passender Stelle festgeschraubt werden können. Es macht einen sehr professionellen Eindruck, wenn die Akkus nicht mit Schaumgummi und Gummiringen im Modell festgezurrut werden, sondern ordentlich gedämpft festgeschraubt werden können.

Für besonders sicherheitsbewusste Anwender sind die Longgo S-Typen gedacht. Bei diesen wurde eine Elektronik in den Akkupack eingebaut: Diese unterbricht den Stromfluss, wenn die obere Spannungsgrenze über- oder die untere Spannungsgrenze unterschritten, die Zelle kurzgeschlossen (also ein vorgegebener Stromwert überschritten) oder eine Temperaturgrenze überschritten wird. Diese zusätzliche Sicherheit muss mit € 20,- extra bezahlt werden. Die Technik ist bekannt und wird bei Laptop-Akkus schon lange angewendet.

EMCOTEC macht eine interessante Bemerkung zum sogenannten De-Balancing der Lipoly-Akkupacks:

Die Lipoly-Zellen sind bedingt schnellladefähig. Die Zellen können mit 1C geladen werden, ein 1,2-Ah-Akku also mit 1,2 Ampere. Da die Ladung zuerst strom- und dann spannungsgeregelt erfolgt, ist der Akku nach ca. 1,5 Stunden voll geladen. Ein Nachteil dabei ist das De-Balancing in Reihe geschalteter Zellen. Wenn eine Zelle vor der anderen voll oder leer wird, sinkt über kurz oder lang die Gesamtkapazität des Akkus. Um dies auszugleichen, müsste man eigentlich in Reihe geschaltete Zellen einzeln laden, was zu hohen Kosten in der Ladetechnik führt. Die besseren unter den Laptop-Herstellern machen das so. EMCOTEC umgeht dieses Problem bis zu einem gewissen Grad dadurch, dass immer

zwei sorgfältig selektierte Zellen gepaart werden, die in ihrer Spannungslage möglichst genau übereinstimmen. Gegen einen geringen Unkostenbeitrag kann man seine Longgo-Akkus am Ende der Saison an EMCOTEC einschicken. Dort werden sie geprüft und mit spezieller Mess- und Ladetechnik neu formiert.

Der Hauptvorteil der Lipoly-Akkupacks ist ihr äußerst geringes Gewicht bei gleichzeitig sehr hoher Kapazität. Dieser Vorteil wird in einem gewissen Umfang durch das Gewicht der DPSI RV wieder aufgezehrt, weil durch solide Bauweise und großzügige Kühlmaßnahmen doch einige Gramm zusammen kommen. Trotzdem ist in der Summe das Gesamtgewicht des Stromversorgungssystems konkurrenzlos niedrig. In der folgenden Tabelle habe ich einige Kombinationen von DPSI RV und Longgo-Akkupacks zusammengestellt:

DPSI RV Mini + 2 x Longgo 1.200 = 2.400 mAh gesamt	225 g
DPSI RV Mini + 2 x Longgo 1.500 = 3.000 mAh gesamt	275 g
DPSI RV + 2 x Longgo 2.100 = 4.200 mAh gesamt	456 g
DPSI RV + 2 x Longgo 3.300 = 6.600 mAh gesamt	546 g

Auch wenn meiner Meinung nach die DPSI RV-Geräte besonders gut mit den Longgo

harmonieren, so ist es selbstverständlich möglich, auch konventionelle NiCad- oder NiMH-Akkus zu verwenden. Aus der Tabelle ersieht man die Zuordnung von Zellenzahl zu Ausgangsspannung so, wie sie von EMCOTEC empfohlen wird.

Man erkennt sogleich, dass wegen der Zellenzahl bei ähnlichen Kapazitätswerten wie bei Lipoly-Akkus die Verwendung von konventionellen Akkus zu sehr hohen Gewichten führen wird. Darum meine ich, dass man bei der Entscheidung für eine DPSI RV auch konsequent den Schritt zu den modernen Lipoly-Akkus machen sollte.

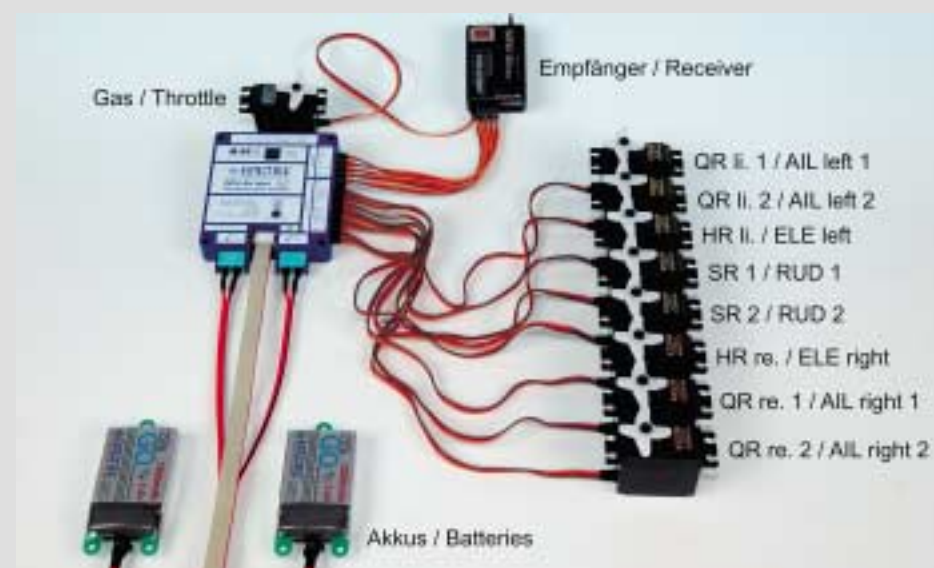
Die Kapazität der Akkus soll nicht zu knapp bemessen sein. Die Untersuchungen von EMCOTEC am fliegenden Modell haben ergeben, dass ein 3-Meter-Modell mit 15 Digital-servos je nach Flugstil bei einem 10-minütigen Flug einen Stromverbrauch zwischen 0,6 und 0,8 Ah hat! Da wären zwei Akkupacks mit 450 mAh zum Beispiel viel zu klein, die Strombelastbarkeit zu gering. Hier sollten es mindestens zwei 2.000er sein, die in der Summe mit einem Spitzenstrom von 12 Ampere belastet werden können!

VERLUSTBETRACHTUNGEN

Eine spannungsstabilisierte Stromversorgung hat prinzipiell Verluste, die in Form

TECHNISCHE DATEN		AUSGANGSSPANNUNG/ZELLEZAHL	
Ausgangsspannung	Zellenzahl NiCad/NiMH DPSI RV	Zellenzahl NiCad/NiMH DPSI RV LDO	
4,8 Volt	5 oder 6	5	
5,2 Volt	6	5	
5,5 Volt	6	5	
6,0 Volt	6 oder 7	5 oder 6	

So werden die Komponenten am »Mini« angeschlossen; im Modell ist's wohl nicht ganz so übersichtlich darzustellen...



von Wärme anfallen. Für die DPSI RV wollen wir den ungünstigsten Fall durchrechnen: Es wird ein mittlerer Strom von 4 Ampere (das bedeutet Dauerstrom!) gezogen, die Eingangsspannung beträgt 7,4, die Ausgangsspannung 4,8 Volt. Die Differenz beträgt 2,6 Volt mal 4 Ampere gleich 10,4 Watt. Bei einem Dauerstrom fällt diese Leistung permanent an und muss über die schwarze Kühlplatte auf der Rückseite der DPSI RV abgestrahlt werden. Bei der von EMCOTEC empfohlenen Ausgangsspannung von 5,5 Volt und einem mittleren Strom von 4 Ampere fallen immerhin noch 7,6 Watt an. Darum muss die DPSI RV grundsätzlich so im Modell eingebaut werden, dass die Kühlplatte ihre Funktion erfüllen kann. Die Betriebsanleitung gibt hier praxisgerechte Hinweise. EMCOTECs dokumentierter Strom-

TECHNISCHE DATEN		DPSI / RV
Stromquellen	5-, 6-, 7-zellige NiCad/NiMH-Zellen 2-zellige Lithium-Akkus (Lipoly Longgo)	
Betriebsspannungsbereich	5,0 V bis 10 V	
Nenneingangsspannung	6,0 V bis 8,4 V	
Ausgangsspannung	4,8 / 5,2 / 5,5 / 6,0 V per Jumper	
Ruhestrom ausgeschaltet	2-3 µA pro Akku	
Ruhestrom eingeschaltet	ca. 90 mA gesamt	
max. Dauerstrom @ 5,5 V		
15 Minuten bei 6 Zellen NiCad/NiMH	8 A DPSI RV / 4 A DPSI RV Mini	
max. Spitzenstrom @ 5,5 V		
10 Sekunden bei 6 Zellen NiCad/NiMH	56 A DPSI RV / 14 A DPSI RV Mini	
Drop-Out-Verluste @ 4 A	1,4 V DPSI RV / 0,3 V DPSI RV LDO	
Anzahl ansteckbarer Servos	32 DPSI RV / 8 DPSI RV Mini	
CE Prüfung	gemäß 89/336/EWG	
zulässiger Temperaturbereich	-25 bis +85 °	
Störsignalunterdrückung bei 35 MHz	-20 db @ 35 MHz, -34 db @ 100 MHz	
Abmessungen über alles	173 mm x 85 mm x 115,8 mm DPSI RV 77 mm x 99 mm x 15,8 mm DPSI RV Mini	
Gewicht	215 g DPSI RV / 105 g DPSI RV Mini 15 g Ein/Aus-Schalter	
Garantie	24 Monate	
Preise	DPSI RV: € 289,-; DPSI RV LDO: € 299,- DPSI RV Mini: € 179,-; DPSI RV MINI LDO € 189,-	
Hersteller/Bezug	EMCOTEC, 86399 Bobingen	

verbrauch von 0,8 Ah bei einem 10-minütigen Flug ergibt einen mittleren Stromverbrauch von 4,8 Ampere – also müssen rund 9 Watt abgeführt werden. Bei Verwendung der DPSI RV LDO mit 5 NiCad-Zellen hätten wir etwa 0,5 Volt Differenzspannung mal 4,8 Ampere gleich 2,4 Watt, aber ein wesentlich höheres Gewicht.

Eigentlich ist es schade, dass von der teuren Energie an Bord ein nicht unbeträchtlicher Anteil in nutzlose Wärme umgewandelt wird. Eine denkbare Alternative wäre der Einsatz von getakteten Reglern, auch als Schaltnetzteile bekannt. Meine langjährige berufliche Erfahrung bei der Entwicklung hochempfindlicher Radarempfänger hat mich allerdings gelehrt, dass Schaltregler ein Frequenzspektrum erzeugen, das auch bei 35 MHz nicht unerheblich ist und die Empfindlichkeit des Empfängers deutlich messbar reduziert. Das Problem ist von den Elektrofreglern her bekannt und gibt nicht selten Anlass zu Ärger.

Die Gewichtsvorteile der DPSI RV mit Lipoly-Akkus, die sauber geregelte Versorgungsspannung und der beträchtliche Zuwachs an Sicherheit überwiegen den Nachteil der Energievergeudung. Die geregelte Spannung hat einen weiteren Vorteil, über den einige Kunstflugpiloten berichten: Weil die Servos den gesamten Flug hindurch mit der gleichen Spannung versorgt werden, ist die Reaktion des Flugzeugs auf Steuersignale immer gleich. Anders beim unregelmäßig 5-Zellen-Akku: Hier sinkt die Spannung des voll geladenen Akkus von ca. 7 Volt zu Be-

ginn des Fluges auf ca. 6 Volt gegen Ende des Fluges ab, und das merkt man.

DER SCHALTER UND DIE SPANNUNGSÜBERWACHUNG

Der Schalter wird in der Bordwand des Flugzeugs montiert. Er hat die Funktion eines Signalgebers für den elektronischen Powerschalter in der DPSI RV. Die Bedienung erfolgt nicht wie bei üblichen Schaltern. Hier wird ein vergoldeter Stift in eine rote EIN-Buchse gesteckt. Er verbleibt dort oder kann auch entfernt werden – die DPSI RV bleibt eingeschaltet, bis der Stift in die schwarze AUS-Buchse gesteckt wird. Das erinnert ein wenig an das Hantieren mit einem Zündschlüssel. Mir gefällt diese Art des Ein- und Ausschaltens sehr gut.

Der Schalter hat auf der Rückseite zwei Buchsen, in die man konventionelle Spannungswächter für jeden der beiden Akkus einstecken kann. Diese Spannungswächter gibt es bei vielen Zubehörlieferanten wie Graupner, Orbit, Schulze und anderen. EMCOTEC beschränkt sich darauf, mit einer sehr hellen Leuchtdiode im Schalter anzuzeigen, dass beide Akkuspannungen vorhanden sind. Fehlt eine der beiden Spannungen, erlischt die Leuchtdiode. Nur bei der LDO-Version blinkt diese Leuchtdiode im Takt der akustischen Signale, die der recht laute Piezosummer von sich gibt. Dieser Summer ist das Ausgabemedium für verschiedene Informationen und Fehlercodes.

Beim Einschalten gibt es ein Signal, das erkennen lässt, welche Akkus angeschlossen

sind: 1 x piepsen – 5-Zellen-Akku NiCad/NiMH. • 2 x piepsen: 6-Zellen-Akku NiCad/NiMH. • 3 x piepsen: 7-Zellen-Akku NiCad/NiMH. • 4 x piepsen: Lipoly-Akku (Longgo). • 5 x piepsen: Alle Prüfungen deaktiviert.

Es gibt 5 Fehlercodes, die Folgendes anzeigen: 1. Überlast (Kurzschluss). • 2. Akkus leer. • 3. Unterspannung Akku 1. • 4. Unterspannung Akku 2 • 5. Zellenzahl zu gering.

Nur bei der LDO-Version blinkt die superhelle Leuchtdiode im Schalter im Takt dieser Fehlercodes, so dass man auch optisch über Fehlfunktionen informiert wird. Der Fehlercode ist auf der Frontplatte der DPSI RV aufgedruckt, so dass man nicht immer das Handbuch parat haben muss. Der Algorithmus für die Unterspannungserkennung wurde speziell auf den Betrieb von RC-Flugmodellen ausgelegt. Er berücksichtigt das Belastungsprofil, wie es im realistischen Flugbetrieb vorkommt. Wenn sie anspricht, sind die Lipoly-Akkus zu ungefähr 70 % leer, die NiCad/NiMH-Akkus zu etwa 60 %. Zunächst war mir dies nicht bekannt, so dass ich mich wunderte, als bei konstanter Strombelastung mit 4 Ampere schon nach ganz kurzer Zeit die Unterspannungswarnung kam. Die Rückfrage bei EMCOTEC brachte dann Klarheit: Nicht die Akkus waren leer, sondern der konstante hohe Strom hat die Überwachung getäuscht.

DIE BEDIENUNGSANLEITUNG

Ein Produkt ist erst dann richtig fertig, wenn auch die Bedienungsanleitung fertig ist. EMCOTECs Handbuch ist beispielhaft gut gemacht. Ich kann nur empfehlen, diese Anleitung von der Homepage www.emcotec.de aus dem Bereich Modellflug herunter zu laden. Sie liegt dort als PDF-Datei in Deutsch, Englisch und Französisch, mehrfarbig und 44 Seiten stark. Dort findet man auch Sicherheitshinweise und technische Daten zu den Longgo-Lipoly-Akkus. Das alles ist recht sachlich gehalten, so dass man das gegenüber herkömmlichen Akkus größere Gefährdungspotential im rechten Licht sieht.

Es werden ausführliche Hinweise für Sonderanwendungen gegeben: Anschluss von zwei Empfängern, Anschluss von Zusatzprodukten wie Kreisel, Magic Boxen, Smokern, Varios usw.

Somit sollte im Grunde alles über die DPSI RV-Familie gesagt und das notwendige Rüstzeug für eine Kaufentscheidung gegeben sein. Ergänzend zu meinen Ausführungen sind im Kasten noch die technischen Daten laut Hersteller angeführt.

Dieter Perkuhn