

Mit Sicherheit - Flugmodell-Motorschalter

Gerade in Flugmodellen zählt jedes Gramm Gewicht, weshalb man häufig keine getrennten Akkus für Fernsteueranlage und Motor vorsieht - dank BEC. Was aber, wenn die Akkuspannung rapide nachläßt? Das Modell wird unsteuerbar, Bruchlandung vorprogrammiert. Der ELV-Motorschalter in moderner MOS-FET-Technik sorgt für die ständige Überwachung der Akkuspannung und für rechtzeitiges Abschalten des Motors, um das Modell auch mit erschöpftem Akku sicher landen zu können. Aber auch als Tiefentladeschutz für andere Modellbauanwendungen ist der Schalter einsetzbar.

Auf Nummer Sicher

Elektroflugmodelle können ein intensives Eigenleben entwickeln, sobald die Spannung des installierten Akkus unter eine Mindestspannung gesunken ist, die zur Versorgung der Fernsteueranlage notwendig ist. Da es eine unselige Eigenart gerade von Hochleistungs-Akkupacks ist, bei hoher Belastung sehr plötzlich in der Spannung „abzusacken“, hat man normalerweise kaum eine Chance, das Flugmodell definiert zu landen, da es meist dann

nicht einmal mehr möglich ist, den Motor über die Fernsteuerung abzuschalten, um wenigstens auf das Erholen des Akkus bei Abschalten des Antriebs zu setzen.

Eine Überwachung der Akkuspannung und optische Anzeige bei nachlassendem Akku am Modell selbst scheidet gerade bei Flugmodellen wegen der größeren Entfernung zu ihnen aus.

Bleibt also nur, den Antrieb rechtzeitig vom Akku zu trennen, um die Steuerfunktionen des Modells aufrecht zu erhalten.

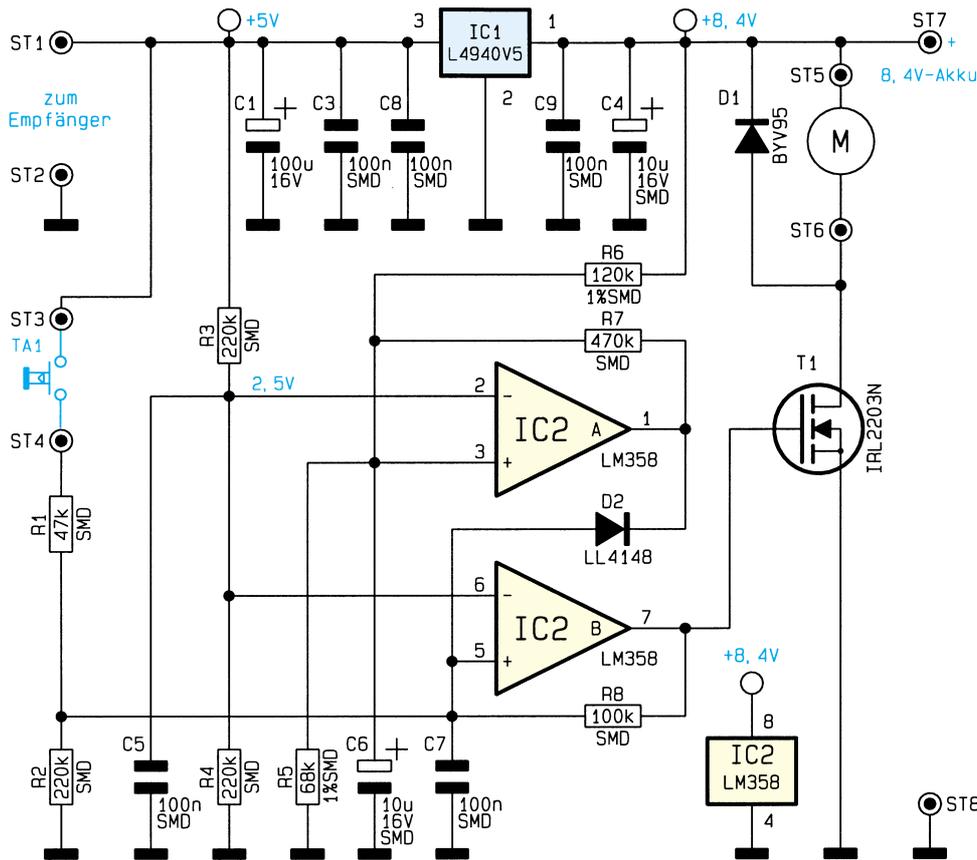
Und genau diese Lösung stellt unser Motorschalter mit BEC dar. Er sorgt bei

den in Flugmodellen oft eingesetzten 8,4V-Akkupacks für ein Abschalten des Antriebs, wenn die Akkuspannung die kritische Grenze von 6,4 V unterschreitet. Eine Wiedereinschaltsperrung sorgt dafür, daß kein versehentlicher Start bei zu geringer Akkuspannung (unter ca. 7,4 V) erfolgen kann.

Technische Daten:

Spannungsversorgung: 8,4 V
Abschaltspannung: 6,4 V
Motorstrom: max. 12 A
Abmessungen (Platine):	... 51 x 27 mm

Bild 1: Schaltbild des Flugmodell-Motor-schalters



Die kompakte Ausführung in SMD-Technik und mit einem als Leistungsschalter eingesetzten Power-MOS-FET erlaubt minimale Abmessungen und geringes Gewicht.

Schaltung

Wer jetzt einen komplizierten Schaltungsaufbau erwartet, wird nach einem Blick in die relativ unkomplizierte Schaltung (Abbildung 1) eines Besseren belehrt. Als Leistungsschalter kommt ein Power-MOS-FET zum Einsatz. Dieser hat gegenüber einem Relais gleich mehrere Vorteile: geringeres Gewicht, fast leistungslose Ansteuerung, und er arbeitet völlig verschleißfrei. T 1 ist ein solcher Power-MOS-FET, dessen Einschaltwiderstand $R_{DS(on)}$ nur ca. 7 m Ω beträgt, wodurch sich bei entsprechender Kühlung ein maximaler Schaltstrom von 80 A ergibt!

Mit einem Low-Drop-Spannungsregler (IC 1) wird die Spannung auf 5 V stabilisiert, die dann an ST 1 zur Versorgung des Empfängers zur Verfügung steht. Die Kondensatoren C 1, C 3, C 4, C 8 und C 9 unterdrücken unerwünschte Spannungsspitzen.

IC 2 A ist als Spannungskomparator geschaltet; er erkennt das Unterschreiten der Akkuspannung von 6,4 V. An Pin 2 von IC 2 A (invertierender Eingang) liegt eine Spannung von 2,5 V an, die mit dem

Spannungsteiler R3/R4 aus der stabilen 5V-Spannung gewonnen wird. Die Akkuspannung wird mittels des Spannungsteilers R 5/R 6 heruntergeteilt und gelangt auf den nichtinvertierenden Eingang Pin 3 (IC 2 A).

Ist die Akkuspannung höher als 6,4 V, ist auch die Spannung an Pin 3 höher als die Spannung an Pin 2, so daß der Ausgang Pin 1 (IC 2 A) High-Pegel führt. Sinkt die Akkuspannung unter 6,4V, dann schaltet der Komparator, und der Ausgang wechselt auf Low-Pegel.

Der Rückkoppelwiderstand R 7 erzeugt eine Hysterese, die als Einschaltsperrdiode. Erst wenn die Akkuspannung über 7,4 V steigt, wechselt der Komparatorausgang (Pin 1) wieder auf High und ermöglicht so den erneuten Motorstart.

Der zweite Operationsverstärker IC 2 B übernimmt die Ansteuerung des Leistungsmos-FETs T 1. Nach Anlegen der Betriebsspannung liegt am Ausgang (Pin 7) von IC 2 B ca. 0 V und T 1 sperrt. Außerdem wird der Eingang Pin 5, bedingt durch den Rückkoppelwiderstand R 8, ebenfalls auf Low-Pegel gehalten. An Pin 6 (IC 2 B) liegt die mit IC 1 stabilisierte und mit R 3/R 4 heruntergeteilte Spannung von 2,5 V an. Wird der Taster TA 1 betätigt, ist die Spannung an Pin 5 höher als an Pin 6, wodurch der Ausgang (Pin 7) auf High wechselt und infolgedessen T 1 durchschaltet.

Auch nach Loslassen des Tasters ver-

bleibt der Ausgang auf High, da durch R 8 eine Spannung auf den Eingang Pin 5 rückgekoppelt wird.

Die Diode D 2 verbindet Pin 5 mit dem Ausgang des Spannungskomparators IC 2 A. Somit ist gewährleistet, daß T 1 bzw. der angeschlossene Motor nur dann eingeschaltet sein kann, solange Pin 1 High-Pegel führt, also die Akkuspannung über 6,4 V beträgt.

Nachbau

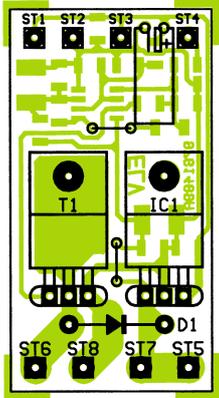
Um die Abmessungen der Platine (51 x 27 mm) möglichst gering zu halten, ist die Schaltung in SMD-Technik ausgelegt. Der Spannungsregler und der Leistungs-MOS-FET sind zur besseren Wärmeabfuhr mit TO220-Gehäuse versehen.

Für das Verlöten der SMD-Bauteile sollte ein LötKolben mit sehr schlanker Spitze verwendet werden. Außerdem empfiehlt es sich, SMD-Lötzinn (1 mm) zu verwenden.

Die Bestückungsarbeiten sind anhand der Stückliste und des Bestückungsplans durchzuführen. Zu beachten ist, daß der Bestückungsaufdruck sich auf der Oberseite der Platine befindet. Die SMD-Bauteile sind an der entsprechend gekennzeichneten Stelle auf der Platine mit einer Pinzette zu fixieren, und es ist zuerst nur ein Anschlußpin anzulöten.

Nach Kontrolle der korrekten Position können die restlichen Anschlüsse verlötet

Ansicht der Platine (Oberseite)



Bestückungsplan der Platine (Oberseite)

werden. Wie üblich, muß man natürlich auf die korrekte Einbaulage der Elkos und Halbleiter achten.

Eine gute Orientierungshilfe gibt hierzu das Platinenfoto.

Zum Schluß werden IC 1 und T 1 bestückt. Hierzu sind die Anschlußdrähte im Abstand von 3 mm zum Gehäuse um 90° nach unten abzuwinkeln. Anschließend erfolgt die Befestigung beider Bauteile mit je einer M3x6mm-Schraube und entsprechender Fächerscheibe und Mutter auf der Platine.

Erst jetzt dürfen die Anschlüsse auf der Platinenunterseite verlötet werden. Ebenfalls auf der Platinenoberseite sind der Elko C 1, die Diode D 1 sowie die beiden Drahtbrücken zu bestücken.

Nachdem die Bestückung aller Bauteile abgeschlossen ist, erfolgt das Anbringen der Verbindungsleitungen. Das Akkuanschlußkabel mit entsprechendem Stecker wird an die Anschlußpunkte ST 7 (+) und ST 8 (-) gelötet. Grundsätzlich gilt, daß das rote Kabel stets die Plus-Leitung und das schwarze Kabel die Minus-Leitung bildet. Die Anschlußkabel für den Motor sind mit ST 5 (+), ST 6 (-), und das Empfängeranschlußkabel mit ST 1 (+), ST 2 (-) zu verbinden. Die Verbindungsleitung zum Taster, welcher an ST 3 und ST 4 angeschlossen wird, besteht aus 0,22mm²-Litze.

Funktionstest

Bevor der Motorschalter in das Modell eingebaut wird, sollte man einen Funktionstest durchführen.

Hierzu ist anstelle des Akkus ein regelbares Netzteil an ST 7/ST 8 anzuschließen. Zwischen ST 5 und ST 6 wird statt des Motors ein kleiner Verbraucher angeschlossen. Dies kann eine Glühlampe, eine

**Stückliste:
Flugmodell-Motorschalter**

Widerstände:

47kΩ/SMD	R1
68kΩ/SMD/1%	R5
100kΩ/SMD	R8
120kΩ/SMD/1%	R6
220kΩ/SMD	R2-R4
470kΩ/SMD	R7

Kondensatoren:

100nF/SMD	C3, C5, C7-C9
10µF/16V/SMD	C4, C6
100µF/16V	C1

Halbleiter:

L4940V5	IC1
LM358/SMD	IC2
IRL2203N	T1
BYV95	D1
LL4148	D2

Sonstiges:

- 1 Einbau-Miniatur-Taster, Schließer
- 2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 6mm
- 2 Fächerscheiben, M3
- 2 Mutter, M3
- 1 Empfänger-Anschlußkabel, 2adrig
- 1 TAM-Buchsenkabel
- 6 cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 7 cm Schrumpfschlauch, ø 25mm
- 40 cm flexible Leitung, 0,22mm²,
- 25 cm Silikon-Kabel, 1,5mm², rot
- 25 cm Silikon-Kabel, 1,5mm², schwarz

LED mit Vorwiderstand oder ein Gleichstrommotor mit geringer Leistung sein.

Die Spannung am Netzteil wird auf 8 V bis 9 V eingestellt. An ST 1 und ST 2 sollte, mit einem Multimeter gemessen, eine Spannung von 5 V (± 1 V) anliegen. Nach Betätigen des Tasters TA 1 muß sich der angeschlossene Verbraucher einschalten.

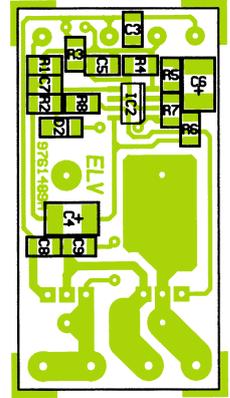
Jetzt regelt man die Spannung am Netzteil langsam herunter. Wenn die Schaltung korrekt arbeitet, schaltet sich der Verbraucher bei 6,4 V (± 0,2 V) aus.

Eine Einschaltsperrung sorgt dafür, daß sich der Motor erst wieder bei einer Spannung größer 7,4V (± 0,2 V) einschalten läßt.

Auch dies läßt sich durch Erhöhen der Spannung des Netzteils auf 7,5 V testen. Bei dieser Spannung muß der Motor mittels TA 1 wieder zu starten sein.

Nach erfolgreichem Funktionstest ist die Leiterplatte mit den Anschlußleitungen zu bestücken. Die vom Akku kommenden

Ansicht der Platine (SMD-bestückte Seite)



Bestückungsplan der Platine (SMD-bestückte Seite)

Leitungen wie auch die Motorleitungen sollten möglichst kurz gehalten werden und einen Mindestquerschnitt von 1,5mm² aufweisen. Für die Zuleitungen zum Empfänger und zum Taster reicht ein Leitungsquerschnitt von 0,22mm².

Als dann ist die Platine in ein etwa 7 cm langes Stück Schrumpfschlauch einzuschweißen. Der Schrumpfschlauch wird hierzu mit einem Heißluftfön oder einem „normalen“ Fön erhitzt, bis der Schrumpfschlauch die Platine fest umschließt und sie so gegen Erschütterungen und Umwelteinflüsse schützt.

Der Einsatz in der Praxis

Nach Bestücken des Flugmodells mit einem voll geladenen Akku ist der Motor durch Betätigen von TA 1 einzuschalten und das Modell kann gestartet werden. Ist der Akku erschöpft, d. h. seine Spannung auf unter 6,4 V abgesunken, schaltet der Motorschalter den Antriebsmotor ab und das Flugmodell kann nun per Fernsteuerung im Gleitflug sicher gelandet werden.

Allerdings sollte man auf den ungefähren Zeitpunkt dieses Abschaltens vorbereitet sein, denn ein Ausfall des Antriebsmotors in bestimmten Fluglagen läßt sich nicht immer durch die Steuerung ausgleichen. Man kann die Standzeit des Akkus zwar über den Kapazitätsverlust und die Akkukennlinie errechnen. Sicherer ist jedoch ein Test auf dem Boden unter Vollast. Unter der hier ermittelten Standzeit sollte man im praktischen Flugbetrieb mit ca. 10 - 20% der Gesamtzeit bleiben und das Flugzeug rechtzeitig zum Nachladen oder Akkuwechsel landen oder zumindest ab diesem Zeitpunkt eine solche Fluglage einnehmen lassen, die es bei Motorabschaltung ermöglicht, sicher zu landen. **ELV**