

ELEKTTRISCH, ABER RICHTIG

TÖDLICHE KABELVERLÄNGERUNG

Falsch verlängerte Kabel im Antriebsstrang bedeuten den sicheren Tod für den Regler. Dies ist nach wie vor die von Herstellern meistgenannte Ursache defekter Regler. Grund genug für Markus Müller, auf die Problematik einzugehen.

Jeder elektrische Leiter ist nicht nur ein Ohm'scher Widerstand sondern auch eine Induktivität (Spule). Selbst ein gerade verlaufendes Kabel wirkt wie eine einfache Spule und erzeugt ein magnetisches Feld. Durch die Pulsweitenmodulation (PWM) des Reglers im Teillastbetrieb (vgl. AUFWIND 4/2015) schaltet der Regler den Stromfluss zwischen Regler und Akku schlagartig ein und aus. Wird der Strom abgeschaltet, will dieser in der Induktivität (Leiter) weiterfließen. Das weiterhin um den Leiter bestehende Magnetfeld muss erst abgebaut werden. Dieses sich nun abbauende Magnetfeld induziert dem Leiter seinerseits eine Spannung und führt zu Spannungsspitzen, die höher als die Akkuspannung sein können. Die Spitzen werden von den Kondensatoren am Reglereingang absorbiert, damit die Eingangsspannung „konstant“ bleibt.

Mit zunehmender Leiterlänge erhöhen sich die schädlichen Spannungsspitzen, erreichen ein Vielfaches der Akkuspannung und einen Energiewert, der von den vom Regler-Hersteller verbauten Standard-Kondensatoren nicht mehr

abgebaut werden kann. Die Kondensatoren erwärmen sich und nehmen über die Zeit Schaden. Folglich lässt ihre Wirkung nach, die Eingangsspannung beginnt zu fluktuieren und die Spannungsspitzen werden ungedämpft zur Leistungsstufe mit den FETs durchgereicht.

Das Unheil kann nun auf zwei unterschiedliche Arten fortschreiten: Die auftretenden Spannungsspitzen von bis über 200 Volt (!) zerstören die FETs, die nur mit einer niedrigen zulässigen Spannung betrieben werden dürfen. In der Regel schlägt die hohe Spannung in den FETs durch und verursacht intern einen Kurzschluss. Die Kontroll-Logik wird nun sozusagen rückwärts zerstört, da über die normal isolierten Gates der FETs die volle Akkuspannung zu ihr durchgereicht wird. Eine zu stark schwankende Eingangsspannung stört die Kontroll-Logik des Regelkreises und führt folglich zum kompletten Versagen mit fatalen Folgen: Durch die Prozessorfehlfunktionen werden die FETs falsch geschaltet und die auftretende Fehlkommutierung zerstört diese. Das Endresultat ist dasselbe: der Regler „brennt“ vollständig durch und wird komplett zerstört.

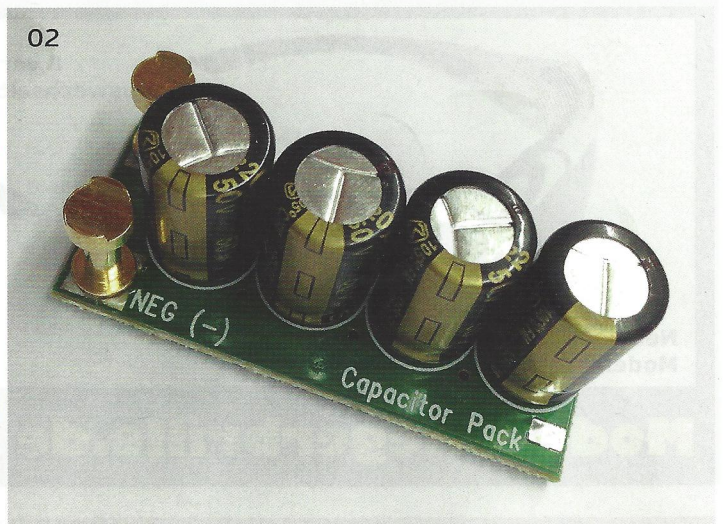
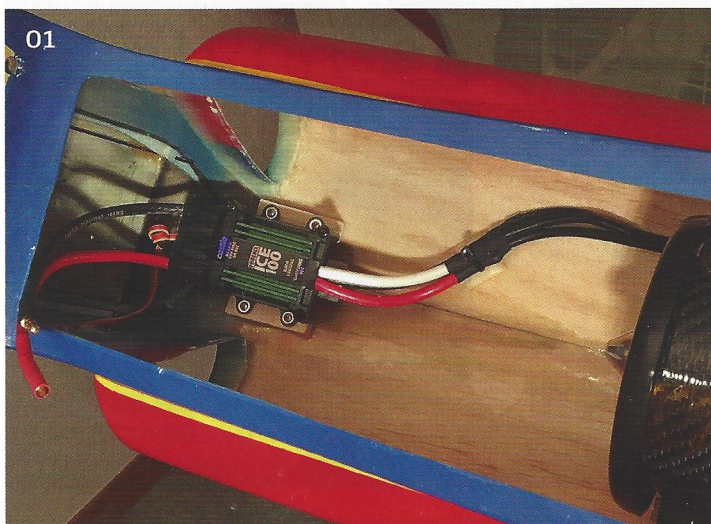
Als Veranschaulichung kann dies mit einem Druckstoß, beziehungsweise Wasserhammer in einer Wasserleitung verglichen werden. Das Wasser (Strom) fließt durch die Rohrleitung

(Stromkabel) über den Wasserhahn (Regler) ins Waschbecken (Motor). Nun wird der Wasserhahn sehr schnell abgesperrt. Sie hören unmittelbar einen dumpfen Schlag in der Zuleitung, den Wasserhammer (Spannungsspitze). Das Wasser (Strom) will durch seine Trägheit einen Moment lang weiter fließen, kann aber nicht. Kurzzeitig steigt der Wasserdruck im Rohr (Spannungsspitze) über den statischen Wasserdruck (Akku-Nennspannung) des Leitungssystems an. Stetige Schläge setzen dem Wasserhahn, beziehungsweise der -leitung zu und lassen sie im Extremfall versagen/bersten.

Genau dieser Effekt wird auch Ihren Regler versagen lassen, wenn eine Kabelverlängerung unsachgemäß umgesetzt wird. Somit ist es nicht weiter verwunderlich, dass von den Herstellern die häufigste Ursache für Reglerversagen eine „falsche“ Kabelverlängerung zu Grunde liegt.

Oft lässt sich eine Kabelverlängerung durch geschickte Anordnung der Komponenten umgehen. Aber was ist zu beachten, wenn eine Verlängerung unumgänglich ist? Müssen die Kabel eines Antriebsstrangs verlängert werden, gibt es zwei Möglichkeiten.

- Verlängerung der Motorkabel: Wenn immer möglich, verlängern Sie die Kabel zwischen Regler und Motor. Diese Kabel können ohne jegliche



01 | So soll es sein: Die Kabel wurden zwischen Regler und Motor verlängert **02** | Eine zusätzliche, fertig konfektionierte Kondensator-Bank. Bild: Castle Creations

Bedenken verlängert werden und werden keinerlei Schädigung des Reglers verursachen. Lange Motorenkabel können jedoch Interferenzen (Funkstörungen) verursachen, was sich aber mit Verdrillen einfach minimieren lässt.

· Verlängerung der Akkukabel: Generell gilt, dass die Gesamtsumme der Kabellänge im Akku und zwischen Akku und Regler-Leiterplatte nicht über die Herstellerangaben hinausgehen darf! Diese Gesamtlänge beträgt typischerweise circa 30 Zentimeter, beziehungsweise 12 Zoll.

Ist eine akkuseitige Kabelverlängerung unumgänglich, müssen die bereits bestehenden Kondensatoren am Reglereingang schalttechnisch „unterstützt“ werden. Dazu gilt die Faustregel: für jede Verlängerung um weitere zehn Zentimeter (4 Zoll) sind zusätzliche Kondensatoren mit derselben Spezifikation (Kapazität und Spannung) parallel anzubringen, wie die vom Hersteller am Regler bereits angebrachten Eingangskondensatoren (Low-ESR). Achten Sie darauf, dass Sie Low-ESR (Equivalent Series Resistance) Kondensatortypen verwenden und die am Kondensator aufgedruckte Kapazität wie auch Spannung mindestens jener am Regler entspricht (mehr ist auch gut, aber niemals weniger!). Sollte der Regler keinen Kondensator am Eingang haben, verwenden Sie pro zehn Zentimeter Verlängerung einen Kondensator mit mindestens $220\mu\text{F}$ für Spannungen größer der Regler-Spannungslimite. Unter anderem eignen sich „Rubycon ZL“- und „Panasonic FM“-Typen hervorragend für diese Anwendung. Sie lassen sich im



Die zusätzlichen Kondensatoren müssen möglichst nahe am Regler angebracht werden. Bild: Castle Creations

Elektronikfachhandel günstig beschaffen. Zahlreiche Hersteller von Reglern bieten aber auch bereits konfektionierte Kondensator-Banken an, die einfach in die Zuleitung eingelötet werden können.

Verteilen Sie die zusätzlichen Kondensatoren nicht etwa über die gesamte Leiterlänge, sondern bringen Sie sie möglichst nahe am Regler an (vgl. Abbildungen).

Für die korrekte Verlängerung der Antriebskabel gilt es die wenigen erwähnten Punkte zu beachten, damit Ihr Drehzahlsteller sorglos seine Arbeit verrichten kann. Werden hingegen die akkuseitigen Kabel ohne zusätzliche Maßnahmen unbedarft verlängert, ist es nur eine Frage der Zeit, bis Ihr Regler Schaden nimmt und seinen Dienst sicher im ungünstigsten Zeitpunkt quittiert. ■

Markus Müller, www.ecalc.ch

Alpina 4001 champ



Das zeichnet uns aus:
kompetente Beratung
gutes Preis- Leistungsverhältnis
Qualität
sinnvolles Zubehör
Verfügbarkeit

TANGENT

www.tangent-modelltechnik.de Tel.: 07026/6016579