

Alles, was Sie längst über die Avionik Ihres Flugmodells wissen sollten

Elektrische Ströme in der Empfangsanlage richtig messen

Workshop 2

Christoph und Franz Raible

Im letzten Workshop haben wir Sie mit dem grundsätzlichen Gebrauch des digitalen Multimeters DMM vertraut gemacht. Als erste wichtige Messgrösse in elektrischen Systemen haben Sie dabei die elektrische Spannung mit der Einheit Volt kennengelernt. Mit ein paar praktischen Übungen haben wir die Brücke zu unserem Modellflug-Sport gebaut. Wir hoffen, dass Sie alles verstanden haben und wir deshalb zügig eine weitere wichtige Grösse, den elektrischen Strom mit der Einheit Ampere, diskutieren und dessen Bedeutung für unsere Avionik in ein paar weiteren Laborübungen verstehen können. Sie brauchen dazu wieder unser DMM und ein spezielles Kabel, welches sehr einfach herzustellen ist.

Labor 1: Bau Adapterkabel für Strommessungen in der Empfangsanlage

Bauen Sie sich ein Adapterkabel gemäss *Abbildung 1*. Sie benötigen dazu ein Servo-Verlängerungskabel sowie der Einfachheit halber ein Akku-Ladekabel mit Bananenstecker auf der einen Seite. Wir haben nun ein Adapterkabel, welches über die Bananenstecker via DMM in einen Stromkreis eingeschleift werden kann.

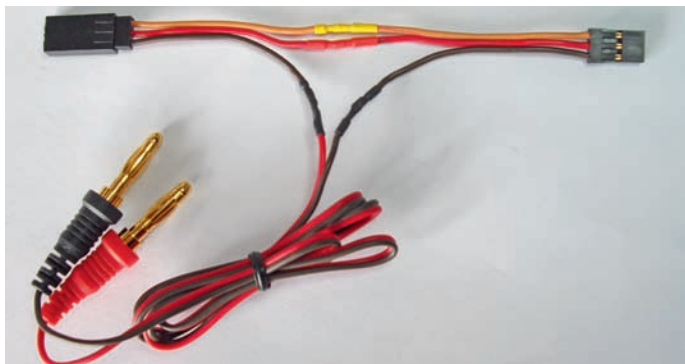


Abb. 1: Das selbst gebaute Adapterkabel zum Einschleifen in die Empfangsanlage.

Der wesentliche Unterschied zur Spannungsmessung wird nun hier offensichtlich. Spannungen misst man direkt an den Anschlüssen des Messobjektes. Zum Messen von Strömen muss man hingegen den Stromkreis an irgendeiner Stelle unterbrechen und das DMM einschleifen. Mit diesem Einschleifen und der richtigen Wahl des Strom-Messbereiches am DMM wird dieser Kreislauf innerhalb des DMM wieder korrekt geschlossen. Dabei ist es notwendig, dass der gewählte Messbereich mit dem zu erwartenden Stromwert in einem vernünftigen Verhältnis steht. Wir werden bei den folgenden Laborübungen jeweils darauf hinweisen.

Labor 2: Strommessung Empfangsanlage

In dieser Übung interessiert uns der Strombedarf einer typischen Empfangsanlage mit Empfänger und einem Servo. Unmittelbar nach dem Stromversorgungs-Akku wird gemäss *Abbildung 2* unser Adapterkabel eingeschleift. Dies bedeutet, dass der Strom auch durch das über die Bananenstecker verbundene DMM hindurchfliesst und somit gemessen werden kann. Eine wichtige Voraussetzung für eine genaue Strommessung besteht darin, dass durch das eingeschleifte Messinstrument das Resultat nicht verfälscht wird. Es darf



Abb. 2: Messung des Ruhestroms in der Empfangsanlage. Der angezeigte Wert beinhaltet auch den Ruhestrom des angeschlossenen, unbelasteten Servos.

keine oder allenfalls nur eine unbedeutende Menge an Energie für die Messung abgezweigt werden. Das DMM macht bei der Wahl von einem der Strombereiche genau das. Sein Innenwiderstand ist annähernd null, wie bei einem Kurzschluss. Je höher der gewählte Strombereich, desto kleiner und unbedeutender der Innenwiderstand. Wenn Sie das DMM versehentlich auf einen Spannungsbereich gesetzt haben, werden Sie feststellen, dass Ihre angeschlossene Empfangsanlage oder der Verbraucher nicht arbeitet, da das DMM auf einen möglichst grossen Innenwiderstand umgeschaltet wurde. Wer sich für das Innenleben eines typischen modernen DMM weiter interessiert, kann sich in unserem Blog (blog.innoflyer.ch) unter dem Thema «Inside DMM» weiter informieren.

Wichtige Erkenntnis: NIE eine Spannungsmessung in einem irrtümlich gewählten Strombereich des DMM machen! Dies bedeutet KURZSCHLUSS in der Stromversorgung mit allen möglichen unerwünschten Folgen. Typischerweise sind die Strombereiche im DMM zwar

mittels einer Sicherung geschützt, aber ein Kurzschluss kann immer zu unerwarteten Sekundärschäden führen

Genug der Worte, jetzt wird gemessen!

Wählen Sie den Messbereich 200 mA. Schalten Sie die Stromversorgung ein. Messen Sie den Ruhestrom der Anlage. Dieser dürfte etwa um 50 mA liegen. Aber unsere Modelle werden in Wirklichkeit alles andere als in Ruhe sein. Bewegen Sie die Servos mit dem Knüppel des Senders oder gefühlvoll von Hand am Servoarm (Vorsicht vor Überlastung der Getriebe!). Sie werden eine massive Veränderung des Stromes in Abhängigkeit der Belastung feststellen. Hier zeigt sich, wieso die Kenntnisse der Ströme in elektrischen Systemen so wichtig sind. Wechseln Sie dabei auf einen höheren Messbereich, typischerweise bei einfachen DMMs auf den 10-A-Bereich. Meist ist dazu ein Umstecken am DMM notwendig. Wenn Sie ein modernes Digitalservo der Standardgrösse 20x40 mm besitzen, werden Sie sehen, dass 2 A pro Servo ohne Weiteres möglich sind.

Zwischenhalt:

«Wer misst, misst Mist!»

Leider ist es in der Praxis oft so, dass die Dinge etwas komplizierter sind als anfänglich angenommen. Die eben besprochene und praktizierte Art der Strommessung (Mittelwert-Messung) ist nur dann korrekt und entsprechend aussagekräftig, wenn es sich um möglichst reine Gleichströme handelt. Falls nur der Empfänger alleine gemessen wird, trifft dies zu. Sein mittlerer Strombedarf ist immer etwa gleich gross. Bei Servos in unbelastetem Zustand würde dies ebenfalls zutreffen. In der Realität aber haben Servos ja die Aufgabe, schnell und genau den Befehlen der Knüppel am Sender zu folgen und ständig wechselnde Ruderkräfte auszugleichen und zu halten. Dies wird bewirkt durch eine proportionale Änderung des Servostroms in Abhängigkeit des mechanischen Kraftbedarfs der Ruder, Hebel, Taumelscheibe usw. Diese Kräfte werden durch die im Servo eingebaute Servoelektronik gesteuert, und eben diese Servoelektronik macht uns einen Strich durch die ur-

sprünglich so einfache Rechnung. Der Strom im aktiven Servo ist nämlich ständig in schneller Bewegung (PWM-Regelung). Die vorher verwendete Gleichstrommessung muss deshalb in der Folge durch eine Messung des Effektivwertes (RMS, **R**oot **M**ean **S**quare, Quadratischer Mittelwert) ersetzt werden, denn der mögliche Messfehler kann gewaltig sein. Bei modernen Digitalservos ist bei einer angenommenen Teillast von etwa 50% ein Fehler von bis zu +100% und mehr möglich. Bei der Dimensionierung oder Beurteilung von Servos, Akku, BEC und anderen Fernsteuerkomponenten, welche mit stark wechselnden Strömen arbeiten, ist spezielle Vorsicht angebracht. Leider sind die meisten Komponenten diesbezüglich so unvollständig spezifiziert, dass im Zweifelsfalle nur eine zuverlässige Messung bei möglichst realen Betriebsverhältnissen Gewissheit bringt. Generell kann man sagen, dass der Effektivwert des Stroms massgebend dafür ist, inwieweit sich der betroffene Verbraucher erwärmt. Je höher

dieser Strom ist, desto mehr Verlustleistung in Form von Wärme entsteht. Viele Probleme und Diskussionen haben übrigens hier Ihren wirklichen Ursprung. Also: Ab sofort wollen wir richtig messen; Effektivwertmessung heisst das Zauberwort.

Mit der folgenden Messmethode messen wir richtig:

Labor 3: Effektivwert-Messung an einem Digital-Servo im Vergleich mit Mittelwert-Messung. Besorgen Sie sich ein DMM mit der Bereichswahl Strom RMS, oft auch etwas irreführend mit TrueRMS bezeichnet. Die Anforderungen an diese Effektivwertmessung sind recht hoch, sodass es schon ein sehr gutes und damit auch recht teures Profimessgerät sein muss. Bei einem allfälligen Kauf eines für unser Umfeld RMS-taugliches Messgerät sollten Sie in den Spezifikationen folgende Angaben finden (sonst Hände weg!): Frequenzbereich von DC bis 250 kHz und Crestfaktor von 4 oder besser. Eine durchaus kostengünstige Variante besteht mit unserem InnoFlyer-

Messadapter A2-RCS2RMS, welcher zusammen mit einem billigen DMM mit einem Gleichspannungsbereich von 200 mV verwendet werden kann. Die folgende Labormessung mit *Abbildung 3* wurde mit diesem Adapter gemacht. Zum direkten Vergleich haben wir ein DMM ohne RMS-Adapter in den Stromkreis geschleift. Das angeschlossene Digitalservo haben wir von Hand derart betätigt, dass ein Effektivwert von ca. 1 Ampere (RMS) geflossen ist. Die *Abbildung 3* zeigt als Resultat den bemerkenswert grossen Unterschied der beiden Messungen.

Sie sind nun in der Lage, Ihre eigenen Komponenten zu vermessen, um mehr über deren Tauglichkeit zu erfahren. Scheuen Sie sich nicht, Ihre objektiven Resultate mit jenen Ihrer Kollegen auszutauschen und zu diskutieren.

Im nächsten Workshop wollen wir näher auf die praktische Bedeutung der Messung und Beurteilung von elektrischen Strömen in unseren Antriebssystemen eingehen. Auch für diesen Workshop haben wir in unserem Blog unter blog.innoflyer.ch einen Artikel aufgenommen.

Sämtliches Material, um diesen Workshop zu Hause in der Werkstatt nachzuvollziehen, gibt es im gut sortierten Modellbau-Fachgeschäft oder unter www.innoflyer.ch.

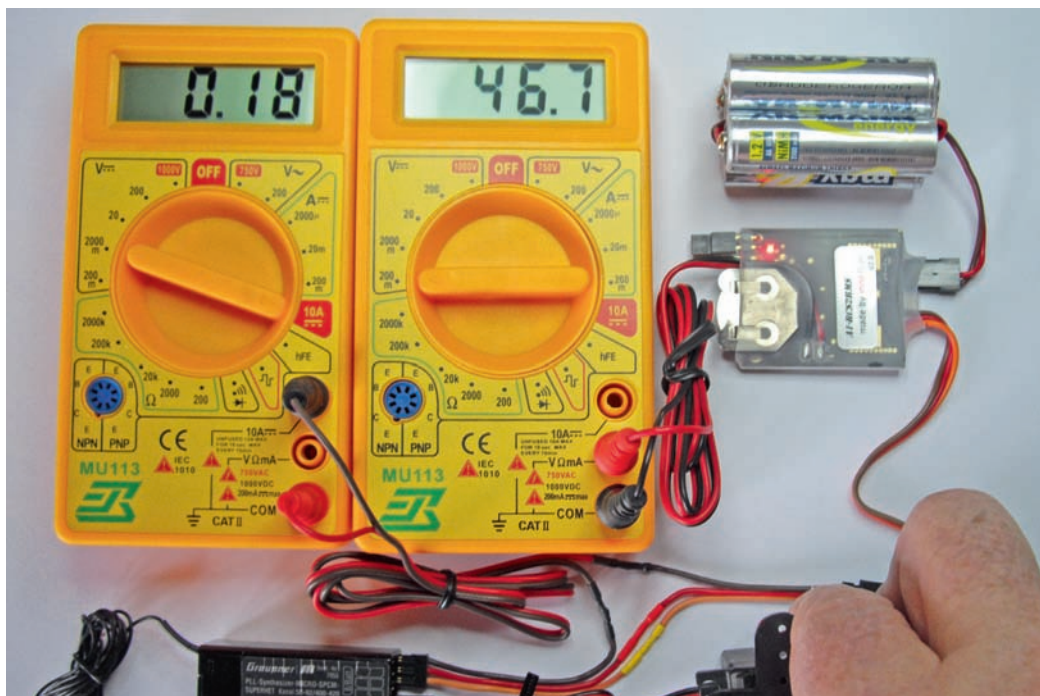


Abb. 3: Messung des Stroms eines Digitalservos bei einer Belastung von 0,467 A RMS (Ableseung umgerechnet gemäss Bedienungsanleitung Adapter) im direkten Vergleich zum Mittelwert von 0,18 A. Die Mittelwertmessung ist um den Faktor 2,56 zu niedrig und somit eigentlich unbrauchbar.

Ausdrucken und ab in den Hobby-Raum
www.modellflugsport.ch

Infobox/Hinweis zu Blog mit weiterführenden Informationen:
 Begleitend zu dieser 6-teiligen Workshop-Serie finden Sie unter www.innoflyer.ch einen Blog, in welchem die Themen aus dem Heft weiter behandelt und diskutiert werden.