
BASIC-Tiger ferngesteuert

Gunther Zielosko

1. Was wir wollen

Es ist schon faszinierend, Flug-, Schiffs- oder Automodelle in Aktion zu sehen. Meist ist man nur Zaungast bei solchen Ereignissen und schaut beeindruckt auf die Modelltechnik, aber auch auf die Fernsteueranlagen. Wer allerdings eine solche Anlage besitzt und gleichzeitig mit dem BASIC-Tiger zu tun hat, kann diese nun auch zu ganz artfremden Aufgaben nutzen. Bei Beachtung der gesetzlichen Vorschriften ist es ohne Probleme möglich, anstelle von Modellfahrzeugen auch den BASIC-Tiger fernzusteuern. Natürlich wird man den BASIC-Tiger damit nicht zum Fliegen bringen, aber bis zu 8 Analogwerte kann man ihm auf große Entfernung schon drahtlos zufunkeln. Neben dieser Anwendung gibt es noch ein lohnendes Ziel speziell für die Modellflieger...

Modellflugzeuge sind noch häufiger vom Absturz bedroht als ihre großen Vorbilder. Ein Grund dafür ist, daß Modellpiloten oft wegen mangelnder Schulung und Erfahrung Fehler machen. Wenn die Folgen eines Modellabsturzes auch nicht vergleichbar mit einem Flugzeugunglück sind, ist ein Fernsteuer-Pilot schon wegen des hohen Preises solcher kleinen Wundermaschinen an der Aufklärung der Ursache interessiert. Meist ist das Modell weit weg und im Falle eines Crashes ist selten nachvollziehbar, was man falsch gemacht hat. Hier könnte unsere Datenfernübertragung ein wenig helfen. Stellen Sie sich vor, der BASIC-Tiger würde alle gesendeten Daten nicht nur mit einem zweiten Empfänger empfangen, sondern auch speichern. Das Ergebnis wäre eine Art Flugschreiber oder „Black Box“ für Modellpiloten. Damit kann man später alle Bewegungen der Steuerknüppel und anderer Bedienelemente der Fernsteuerung rekonstruieren. Interessant könnte auch sein, bestimmte Flugmanöver noch einmal in der Realität ablaufen zu lassen – die gespeicherten Daten werden dann wieder als Fernsteuersignale an das Modell gesendet.

In diesem Applikationsbericht werden wir die Grundlagen für solche Lösungen schaffen. Unser Ziel ist, mit einer handelsüblichen Fernsteuerung zunächst einen, später sogar 8 analoge Daten simultan über Funk an den BASIC-Tiger zu senden.

2. Prinzip der analogen Mehrkanal-Fernsteuerung

Wenn wir uns eine handelsübliche Modell-Fernsteuerungsanlage anschauen, erkennen wir meist nur den tragbaren Fernsteuersender (Bild 1). Die anderen Teile – Empfänger, Servos, Motorschalter, Motorregler, Empfänger-Batterien usw. sind meist winzig und außerdem im Modell versteckt. Bild 2 zeigt eine typische Auswahl solcher Bauteile für Modellflugzeuge. Wie funktioniert nun der elektronische Teil eine solche Anlage?

- Der **Sender** enthält alle mechanischen Steuerelemente, einen Schaltungsteil, der die Stellung dieser Steuerelemente in Impulse mit entsprechender Länge umwandelt, sowie einen HF-Teil, der diese moduliert als Impulsfolge über eine Senderstufe mit Antenne ausstrahlt.

- Am anderen Ende der HF-Verbindung, normalerweise im Modell, sitzt ein dazu passender **Empfänger**, der mit seiner Antenne die HF-Signale empfängt und dekodiert. Dekodieren heißt hier, er bildet aus der HF-modulierten Impulsfolge wieder Einzelimpulse für jedes Steuer- bzw. Antriebsmodul des Modells. Dazu gibt es bis zu 8 separate Ausgänge.
- An diesen Empfängerausgängen sind Stelleinrichtungen (**Servos**) angeschlossen, die meist zur Lenkung bzw. zur Antriebsregelung benutzt werden. Auch diese Servos haben eine eigene Elektronik, die aus der angelieferten Impulslänge eine Positionierung des Stellantriebes macht, z.B. ein kurzer Impuls liefert Rechtsanschlag, ein langer Linksanschlag und ein mittlerer die Mittellage des Steuergliedes.



Bild 1 Fernsteuersender von Robbe

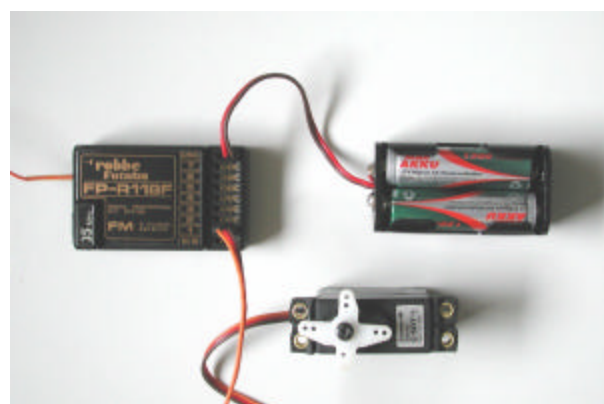


Bild 2 Empfänger, Servo, Batteriepack

2.1. Steuerelemente am Fernsteuersender

Wir sehen im Falle von Fernsteuersendern für Modellflugzeuge äußerlich meist nur zwei Steuerknüppel, die insgesamt vier analoge Kanäle steuern können. Ein solcher Steuerknüppel ist in zwei Achsen frei beweglich, die auch kombiniert eingestellt werden können, also nicht nur vorn/hinten und rechts/links, sondern auch schräg nach rechts hinten usw. Jede Achse verstellt ein Potentiometer, so daß die Stellung der beiden Achsen analog als zwei Widerstandswerte vorliegt. Neben diesen Steuerknüppeln gibt es je nach Modell weitere Bedienelemente, wie Schalter, Drehregler usw., die elektronisch als zusätzliche Kanäle ähnlich behandelt werden wie die Steuerknüppel.

2.2. Elektronische Weiterverarbeitung der analogen Kanal-Werte

In der Regel gibt es bei handelsüblichen Modell-Fernsteuerungen bis zu acht Kanäle, die „quasi“ gleichzeitig an das Modell übertragen werden müssen. Da wir nur einen Funk-Kanal haben, müssen die analogen Signale der einzelnen Steuerkanäle zwangsläufig nacheinander übertragen werden. Zur Zeit gibt es in der Welt der Modellfernsteuerung zwei genormte Verfahren, das ältere **PPM (Pulse Phase Modulation)** und das neuere **PCM (Pulse Code**

Modulation). Moderne Fernsteuersender mit Mikroprozessortechnik (Beispiel Bild 1) beherrschen meist beide Verfahren. Für uns ist im Augenblick nur das universelle PPM-Verfahren von Bedeutung, deshalb beziehen sich die folgenden Erläuterungen auch nur darauf.

Im Ergebnis liefern beide Verfahren an den Servoausgängen des Empfängers wieder Einzelimpulse, wobei deren Länge ein Maß für die Auslenkung des Servos ist.

Um je einen Wert für jeden Kanal zu senden, hat das System 20 ms Zeit. Innerhalb dieser 20 ms gibt es 8 Impulse – genau für jeden Kanal einen. Die Impulslänge repräsentiert dabei den Analogwert des jeweiligen Kanals und liegt im Bereich zwischen 1 ms und 2 ms. Im Sender wird die Impulslänge durch Monoflops gebildet. Das Stellglied für den ersten Impuls ist das Potentiometer 1, zusammen mit einem festen Kondensator ergibt sich eine Impulszeit t_1 proportional dem Produkt aus C und R1. Ist Impuls 1 beendet, wird Impuls 2 gestartet, dessen Länge von der Stellung des Potentiometers 2 abhängt usw. Nachdem 8 Kanäle gesendet wurden, gibt es eine Synchronisationsphase (eine längere Pause) und alles beginnt wieder von vorn. Bild 5 zeigt das Impuls-Schema einer 8-kanaligen Proportional-Fernsteuerung. Übrigens, dieses Verfahren ist weltweit standardisiert und unabhängig vom Hersteller der Anlage.

Der Rest der Anlage dient zur HF-Modulation sowie zum Senden der Daten, was aber nicht Gegenstand dieses Applikationsberichtes ist.

2.3. Der Empfänger

Auch hier interessiert uns der HF-Teil nicht, wichtig sind lediglich die Ausgänge, in die normalerweise die Steck-Kabel der Servos gesteckt werden. Bild 3 zeigt einen typischen Empfänger der Firma Robbe mit einer Reihe von Pfostensteckern am Ausgang. In der Regel hat jeder Kanal 3 Stecker (Masse, positive Versorgungsspannung, Steuerausgang). Die Reihenfolge der 3 Pins ist meist genormt, ein Blick in die Bedienungsanleitung ist jedoch nie verkehrt! Der Steuerausgang ist aus den 8 eingehenden Impulsen bereits so auskodiert, daß nur ein Impuls mit einer variablen Länge in 20 ms auf dem betreffenden Kanal herauskommt. Aus dieser Impulslänge macht das Standardservo selbständig wieder eine Positionierung proportional zum Steuerknüppel auf der Senderseite. Masse und Betriebsspannung aus der Senderversorgung werden gleichzeitig zur Speisung der Servos und anderer Stellorgane verwendet.

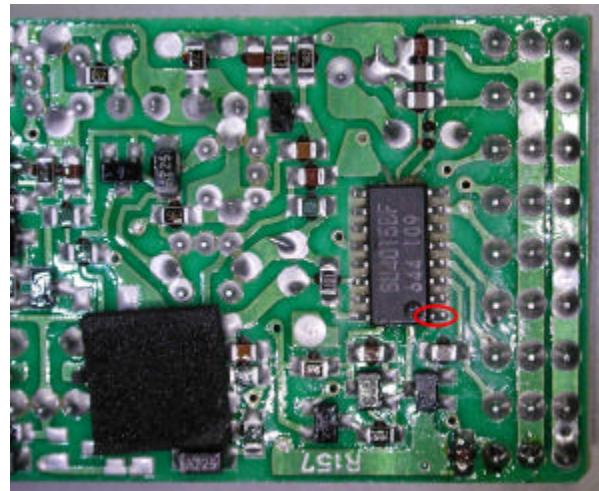


Bild 3 Fernsteuerempfänger von Robbe mit 8 Servoausgängen *Bild 4 Leiterseite des Empfängers mit BU4015 – Pin 1 liefert 8 Impulse*

Wenn wir einen solchen einzelnen Kanal im Oszilloskop beobachten, gibt es, wie schon gesagt, ca. alle 20 ms einen positiven Impuls mit einer Länge zwischen 1 ms und 2 ms. Der Impuls des nächsten Kanals kommt sofort nach dem des ersten. Zur Auswertung mit dem BASIC-Tiger müßten alle 8 Ausgänge an diesen geführt werden, was einmal viel Verdrahtungsaufwand und zum anderen eine komplexe Logik zur Messung der 8 Einzelimpulse erfordern würde.

Interessanter ist das Signalspiel vor der Kanal-Vereinzelung im Empfänger. Letztere wird meist von einem Schieberegister erledigt. Im Falle unseres Empfängers aus Bild 3 ist es ein BU4015BF, an dessen Eingang (Pin 1) noch alle Einzelimpulse hintereinander abgegriffen werden können. Bild 5 zeigt im Schema, wie sich die Einzelimpulse an den Ausgängen zeitlich aneinanderreihen (grün) und wie das Ursprungssignal an Pin 1 des BU4015 aussieht (schwarz).

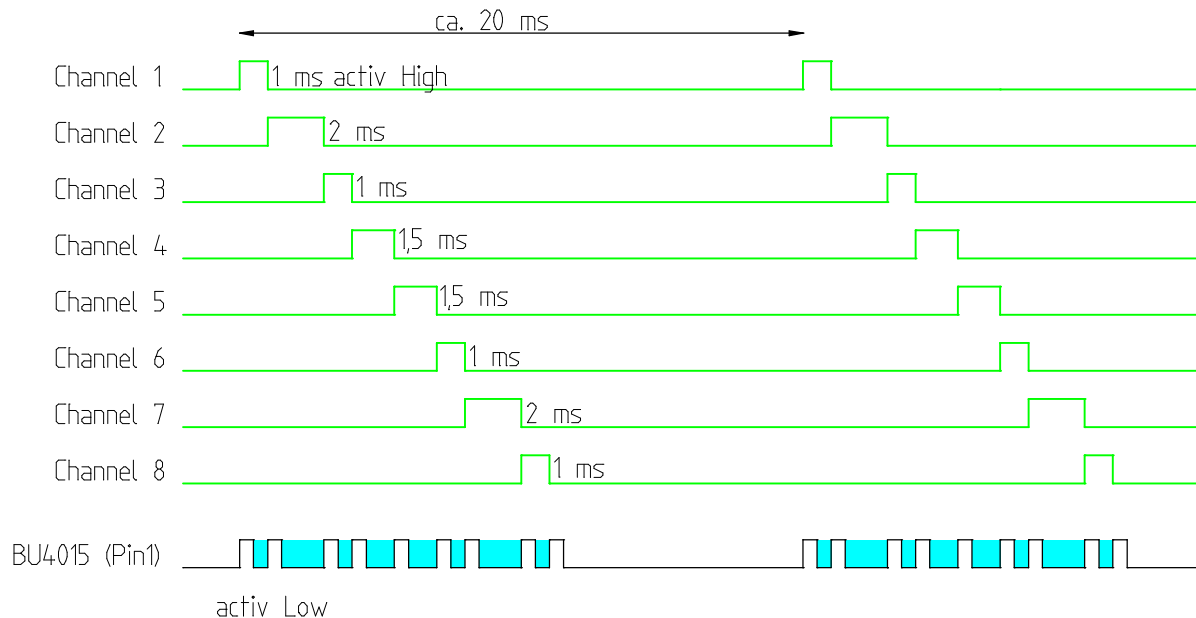


Bild 5 8 Ausgangssignale und deren Zustand vor dem BU4015

Die Bilder 6 bis 9 zeigen dasselbe am Oszilloskop. Zur Triggerung dient der Steuer-Kanal 1 (grün), schwarz wird die Signalfolge am Eingang des Schieberegisters BU4015 dargestellt. Die Zeitinformation steckt dabei:

- Bei den Einzelausgängen in der High-Länge des Einzelimpulses (1 ms ... 2ms).
- Beim Eingang des BU4015 in der Länge der 8 Low-Impulse, die von 9 (!) High-Impulsen mit konstanter Länge (ca. 500 μ s) getrennt werden. Beachten Sie, daß die Low-Impulse gegenüber den einzelnen Kanalimpulsen an den Ausgängen um den Betrag dieses konstanten High-Impulses verkürzt erscheinen. Dieser Effekt ist für unsere Anwendung eher nebensächlich, da wir ohnehin nur relativ messen werden.

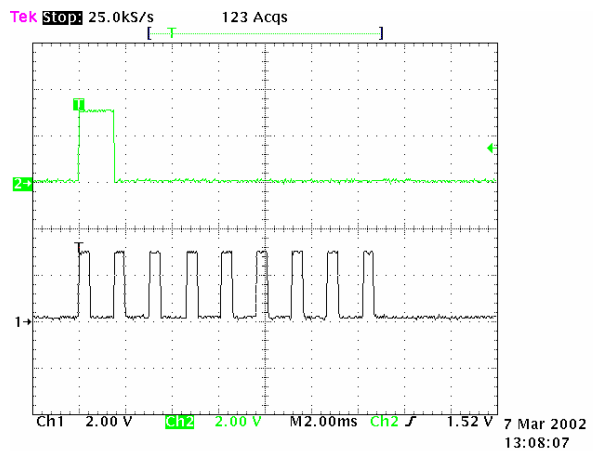
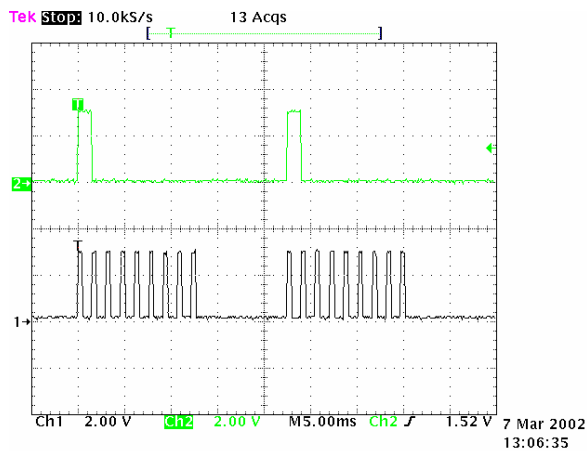


Bild 6 Zwei Durchgänge zu ca. 20 ms mit Bild 7 dasselbe etwas gedehnt den 8 Impulsen für die 8 Kanäle

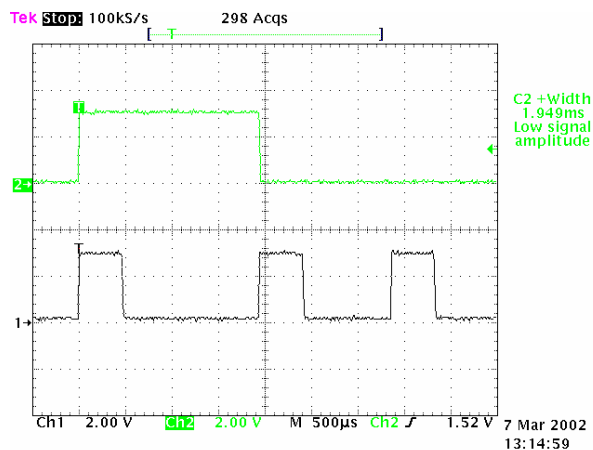
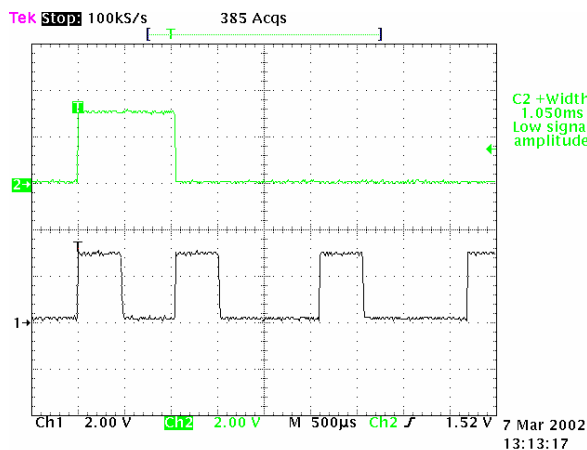


Bild 8 hier hat der Impuls von Kanal seine minimale Länge (ca. 1 ms) Bild 9 und hier seine maximale Länge mit ca. 2 ms

Die Gesamtlänge der Folge der 8 Impulse ist also variabel und hängt von der Summe der Einzel-Impulslängen ab. Lediglich der Abstand der Impulspakete ist mit ca. 20 ms konstant und von den Einzelimpulsen unabhängig. Aus dieser Erkenntnis leiten sich für unser Projekt zwei Schlußfolgerungen ab:

Wollen wir nur einen einzigen Kanal betrachten und z.B. nur eine analoge Information per Funk-Fernsteuerung in den BASIC-Tiger bringen, bietet sich eine einfache Impulslängenmessung (High-Zeit) mit dem Device-Treiber PLSIN1.TDD dieses ausgewählten Kanals an den herausgeführten Ausgangspins des Empfängers an.

Brauchen wir mehr als einen Kanal (bis zu 8 sind möglich!), müssen wir entweder einen Eingriff in den Empfänger wagen, nach dem Schieberegister BU4015BF suchen, dessen Pin 1 irgendwie heraus- und negiert an den BASIC-Tiger heranführen oder wir müssen aus den 8 Einzelkanälen mit einer recht komplexen Logik die Ausgangs-Impulse wieder „vereinigen“.

Im ersten Falle (Abgriff vor dem Schieberegister) sehen wir an den Bildern 5 - 9, daß die variable Impulslänge nicht mehr als High-Zeit, sondern als Low-Zeit am Eingang des

Schieberegisters erscheint. Ein Vorteil dieses Abgriffes ist, daß jetzt zwischen den auszuwertenden Impulsen ausreichend lange High-Impulse liegen, die sich gut zum Triggern der Impulslängenmessung eignen. Auch die lange Low-Zeit zwischen den Impulspaketen ist günstig, wenn man die Kanaluordnung synchronisieren will. Nachteilig ist lediglich, daß zur Benutzung des Device-Treibers PLSIN1.TDD eine Negierung der Impulse notwendig ist - PLSIN1.TDD kann leider nur die High-Dauer von Impulsen messen.

Im zweiten Fall (außen angebaute Logik) brauchen wir 8 Leitungen, die die Einzelimpulse auf den 8 Ausgängen mit einer ODER-Schaltung zusammenfassen, dazwischen müssen „künstlich“ Lücken erzeugt werden, da die Einzelimpulse zeitlich wirklich unmittelbar aneinandergereiht sind, was eine Messung der 8 Impulslängen sehr erschwert. Alles in allem die kompliziertere Lösung, die aber ohne Eingriff in den Empfänger auskommt.

Die beiden Beispielprogramme PPM_01.TIG und PPM_02TIG zeigen einmal die Übertragung eines einzelnen Kanals (das geht ohne Eingriff in den Empfänger und ohne Zusatzlogik) und zum anderen auch die Übertragung von 8 Kanälen „gleichzeitig“, der Autor hat dafür seinen Empfänger geöffnet und das Eingangssignal am Schieberegister herausgeführt und vor dem Anschließen an Pin L84 des BASIC-Tigers negiert.

3. Messung der Impulslängen mit dem BASIC-Tiger

3.1. Schaltungen

Die Anbindung der Variante für einen Kanal mit Programm PPM_01.TIG ist denkbar einfach (Bild 10). Einfach Betriebsspannung und Masse des Empfängers vom BASIC-Tiger anzapfen und Pin L84 mit einem Ausgang des Empfängers verbinden – fertig!

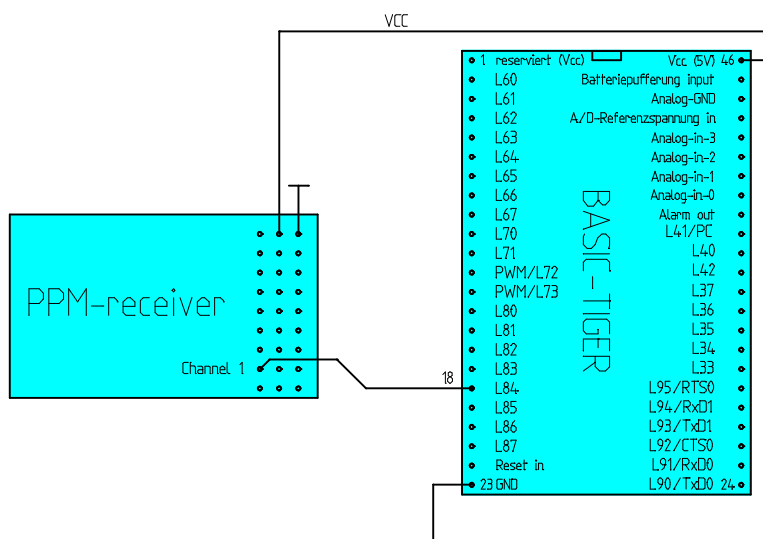


Bild 10 Fernsteuerung mit einem Analogkanal (für Programm PPM_01.TIG)

Die 8-kanalige Variante ist ein klein wenig komplizierter (Bild 11). Vorausgesetzt, Sie haben das komplette Signal im Empfänger angezapft und herausgeführt, sieht die restliche Schaltung so aus:

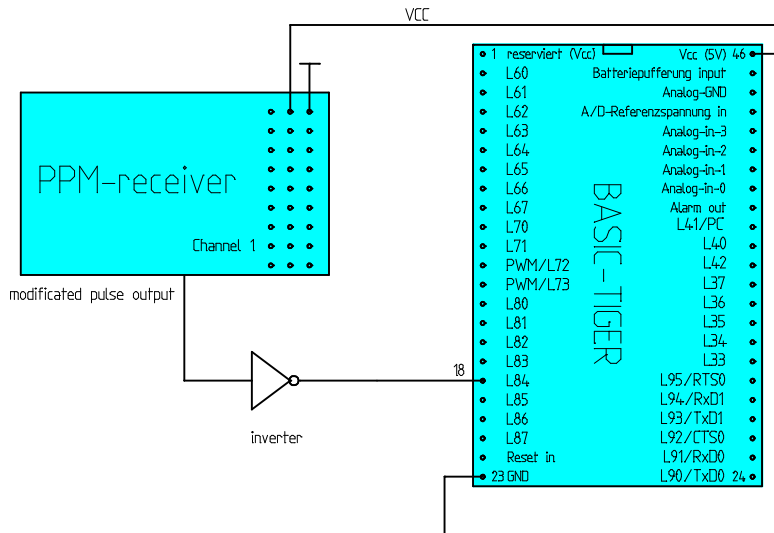


Bild 11 Variante für 8 Kanäle (Programm PPM_02.TIG)

Wie Sie das gemeinsame Impulspaket invertieren, ist fast egal. Praktisch alle Logikfamilien wie TTL, Low Power Schottky, CMOS, HCT sowie eine einfache Transistorstufe sind geeignet, das Signal für den BASIC-Tiger aufzubereiten.

3.2. Programme

Zur Demonstration der Kopplung zwischen einer Fernsteueranlage mit dem BASIC-Tiger bieten wir zwei einfache Programme an.

PPM_01.TIG

Ein beliebiger Kanal des Fernsteuerempfängers wird gemäß Bild 10 direkt an Pin L84 des BASIC-Tigers gelegt. Der Fernsteuersender kann direkt mit dessen VCC betrieben werden. Falls das nicht erwünscht ist, muß zusätzlich noch eine Verbindung zwischen Masse Empfänger und Masse BASIC-Tiger hergestellt werden, ansonsten ist diese über die Spannungsversorgung schon verbunden. Die Impulszeit des betreffenden Kanales wird in ms angezeigt.

PPM_02.TIG

Nach demselben Prinzip werden 8 Kanäle gleichzeitig gemessen und dargestellt. Bild 11 zeigt die Verdrahtung mit dem **modifizierten** Empfänger. Die Abnahme des Impulspaketes erfolgt an Pin 1 des meist zur Separierung der Einzelimpulse verwendeten Schieberegisters CD4015. Mit dem Programm PPM_02 werden alle Impulslängen aller Kanäle angezeigt.

4. Ausblicke

Bei der einfachen Anzeige von Fernsteuerdaten muß es nicht bleiben. Viel interessanter ist deren Nutzung und Auswertung in eigenen Systemen. Viele Vorgänge in Haushalt, Garten, in der Industrie oder bei unterschiedlichsten Hobbies könnten per Fernsteueranlage und BASIC-Tiger völlig neue Nutzungseigenschaften bekommen. Ganz neue Ideen werden einfach realisierbar, denken Sie z.B. daran, die Steuerknüppel des Senders durch geeignete Sensoren zu ersetzen. Das ermöglicht auf einfache Weise eine Datenfernübertragung. Beachten Sie aber bei allen Experimenten unbedingt die gesetzlichen Vorschriften, die es bei Funkfernsteuerungen generell und im Spezialfall gibt:

- Eingriffe in den HF-Bereich von Sender und Empfänger sind tabu!
- Nicht alle Frequenzbänder sind für allgemeine Fernsteueraufgaben freigegeben. So ist beispielsweise der Bereich 35 MHz nur für Flugmodelle freigegeben (Anmeldung und Zahlung einer Gebühr erforderlich). Das 40 MHz-Band dagegen ist für alle Modellanwendungen (Fahrzeuge, Schiffe, Flugzeuge) ohne Anmeldung und Gebühr frei.
- Es gibt auch Beschränkungen bezüglich der Zeitdauer des Betriebes und der Nutzung in bestimmten Gebieten. Nicht überall und immer können Sie „Datenfernsteuerung“ betreiben.

Trotzdem viel Spaß beim Experimentieren.