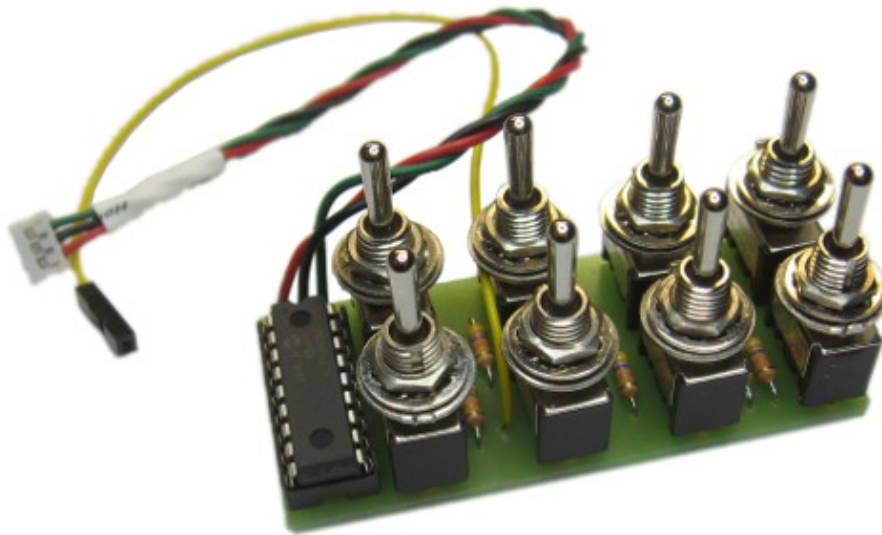


16-Kanal Multiswitch Encoder Aufbau- und Bedienungsanleitung

www.cp-elektronik.de

Stand: 6. Dezember 2015



Bitte lesen Sie sich diese Anleitung vor der Inbetriebnahme genau durch!
Bei falschem Anschluss der Module kann die Fernsteueranlage und/oder
der Encoder beschädigt werden!

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	2
2	Aufbauanleitung	2
2.1	Allgemeine Hinweise	2
2.2	Verarbeitung von SMD Bauteilen	3
2.3	Aufbau des Encoders	4
2.3.1	Stückliste für den Encoder	4
2.3.2	SMD Widerstände	4
2.3.3	Kondensator	4
2.3.4	Widerstände	6
2.3.5	18-pol. IC Fassung	6
2.3.6	Schalter	6
2.3.7	Anschlusskabel	7
2.3.8	Buchse für Anschluss eines weiteren Encoders	8
2.3.9	Einsetzen der ICs	8
2.3.10	Einbau in den Sender	8
2.3.11	Test des Encoders	9
3	Funktionsprinzip	9
3.1	Das Zeit-Multiplex Verfahren	9
3.2	Doppeltes Zeit-Multiplex-Verfahren	10
3.3	Funktionsweise des Encoders	10
4	Feedback	12

1 Einführung

Im RC-Funktionsmodellbau sind Schaltkanal-Erweiterungen fast unverzichtbar. Wenn neben den üblichen Funktionen für das Modell wie vorwärts/rückwärts, rechts/links noch eine Reihe von Sonderfunktionen geschaltet werden sollen (z.B. Hupe, Lichtsignale, Kräne, Winden, ...), kommt eine Fernlenkanlage mit den zur Verfügung stehenden Kanälen rasch an ihre Grenzen.

Eine Schaltkanal-Erweiterung (Multiswitch) ermöglicht es, über einen Proportionalkanal der Fernlenkanlage mehrere voneinander unabhängige Schaltfunktionen auszuführen.

Der Multiswitch besteht aus zwei Modulen:

- dem Encoder mit acht Kippschaltern, der im Sender eingebaut wird
- dem Decoder, der 16 Ausgänge für den Anschluss von Verbrauchern bietet und am Empfänger angeschlossen wird.

In diesem Handbuch wird der Aufbau und die Bedienung des Encoders beschrieben.

Der 16-Kanal Multiswitch-Encoder ist für eine robuste Futaba F-14 Fernlenkanlage (7-Kanal Version und 8-Kanal Version) entwickelt und getestet. Der Betrieb mit einem FC-16 (auch FC-16 BnT), FC-18 oder FC-28 Sender ist ebenfalls möglich.

Der Encoder funktioniert nur in der PPM-Betriebsart und ist mit einigen 2,4 GHz-Modulen nicht kompatibel. Mehr Informationen dazu gibt es im Internet unter <http://cp-elektronik.de>.

2 Aufbauanleitung

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass Sie bereits über eine fertige Platine sowie über alle notwendigen Bauteile verfügen.

Leiterplatten in Industriequalität mit Lötstopplack, programmierte Mikrocontroller oder komplette Bausätze sind unter <http://cp-elektronik.de> erhältlich.

Wer selber Platinen ätzen und Mikrocontroller flashen kann, findet die Platinenlayouts zum Herstellen einer Belichtungsvorlage (PostScript-Format bzw. PDF Datei) und eine voll funktionsfähige Version der Mikrocontroller-Firmware ebenfalls unter der genannten Website.

2.1 Allgemeine Hinweise

Für den Nachbau der Schaltungen werden Grundkenntnisse über die richtige Behandlung der Bauteile vorausgesetzt. Ausserdem sollten Sie ein wenig Übung im Löten elektronischer Bauteile haben. Für den richtigen Anschluss der Schaltungen brauchen Sie elektronische Grundkenntnisse.

- Arbeiten Sie beim Löten und Verdrahten in Ruhe und absolut gewissenhaft.
- Nehmen Sie sich Zeit für jede einzelne Lötstelle und achten Sie darauf, dass keine kalten Lötstellen entstehen.
- Verwenden Sie zum Löten eine regelbare Lötstation oder einen kleinen LötKolben mit einer Leistung von max. 30 Watt mit einer kleinen Lötspitze.
- Verwenden Sie Lötzinn mit Flussmittelseele, Durchmesser 1mm. Bleihaltiges Lötzinn (Sn60 Pb40) lässt sich leichter verarbeiten als bleifreies Lötzinn.
- Bei manchen Bauteilen muss auf die richtige Polung bzw. Orientierung geachtet werden. In diesen Fällen wird im Text darauf hingewiesen.
- Halbleiter sind hitzeempfindlich. Versuchen Sie, die Lötzeit pro Anschluss auf max. 5 s zu beschränken. Lassen Sie ggf. das Bauteil zwischendurch wieder abkühlen.

2.2 Verarbeitung von SMD Bauteilen

SMD-Bauteile (SMD = Surface Mounted Device, engl, etwa: auf der Oberfläche angebrachtes Bauteil) sind deutlich kleiner als bedrahtete Bauelemente und sparen dadurch Platz und Gewicht auf der Leiterplatte. Wenn man ein paar Regeln beachtet, sind sie ganz leicht zu verarbeiten:

- Lötzinn mit 0,5 mm Durchmesser
- geeigneter LötKolben mit kleiner Lötspitze
- gute Lichtverhältnisse
- Lupe und gute Sichtverhältnisse
- (SMD-) Pinzette zum Fixieren des Bauteils
- mit wenig Lötzinn arbeiten

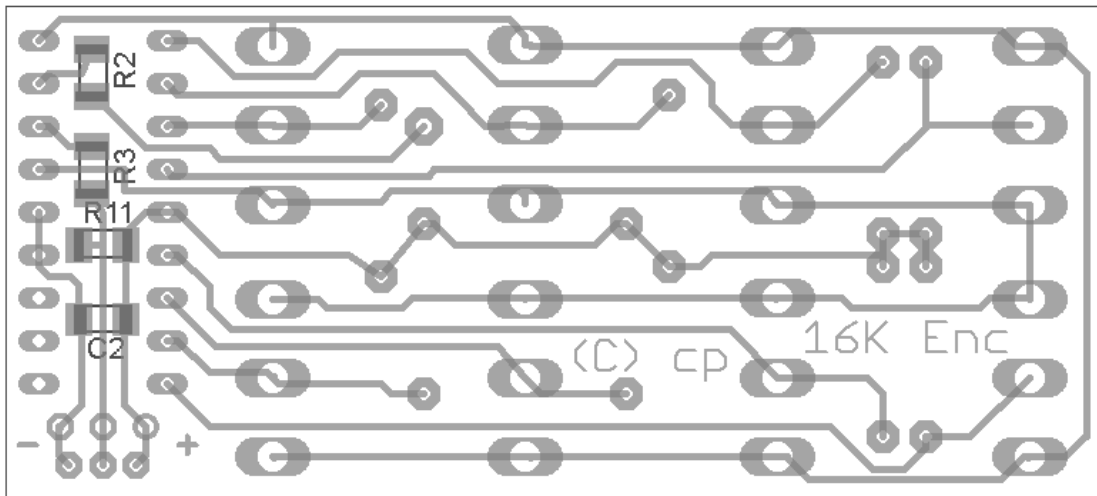
Bringen Sie zunächst ganz wenig Lötzinn auf eines der Pads auf der Leiterplatte auf. Platzieren Sie dann das SMD-Bauteil mit einer Pinzette an der richtigen Position und erhitzen Sie das bereits verzinnte Pad mit dem LötKolben, während Sie das Bauteil mit der Pinzette in Position halten und leicht nach unten drücken. Auf diese Weise können Sie einen Anschluss des Bauteils auf dem Pad festheften. Löten Sie dann mit wenig Lötzinn die anderen Anschlüsse fest. Zum Schluss löten Sie den ersten Anschluss nochmals nach.

2.3 Aufbau des Encoders

2.3.1 Stückliste für den Encoder

Die Bezeichnung der Bauteile stimmt mit der Bezeichnung der Bauteile auf dem Schaltplan (Bild 4) überein.

Abbildung 1: Bestückungsplan 16K-Encoder Lötseite



Anzahl	Bezeichnung	Wert	Bauteil
1	C2	100nF	SMD Kondensator Bauform 1206
1	IC1	PIC 16F627A	Mikrocontroller 18-pol. DIL
1			18-pol. Fassung für PIC
8	R1, R4-R10	47 k Ω	Kohleschichtwiderstand 1/4 W
1	R2	82 k Ω bzw. 10 k Ω	SMD Widerstand, Bauform 1206
1	R3	1 k Ω	SMD Widerstand, Bauform 1206
1	R11	470 k Ω	SMD Widerstand, Bauform 1206
8	S1-S8		Kippschalter o. -taster mit Mittelstellung, gerade Lötstifte
1	SV1		3-pol. Anschlusskabel für Multi-Out Stecker
1			3-pol. Stecker 2mm RM für weiteren Encoder
1	LSP		1-pol. Anschlusskabel für Encoderausgang

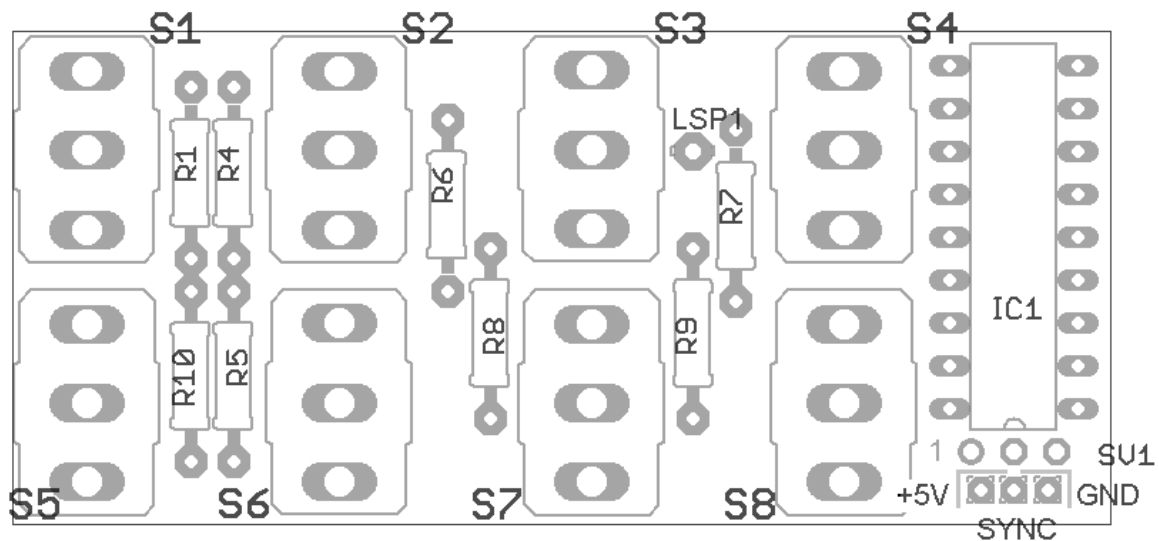
2.3.2 SMD Widerstände

Beginnen Sie die Bestückung mit dem Auflöten der Widerstände in SMD Bauform. Diese Bauteile sind schwarz mit einem weißen Aufdruck (Lupe!).

Orientieren Sie sich beim Einlöten der Bauelemente am Bestückungsplan des Encoders für die Leiterbahnseite (Bild 1). Der Bestückungsplan zeigt die Aufsicht auf die Lötseite mit den SMD Bauelementen. Löten Sie die Widerstände so ein, dass der Aufdruck nach oben zeigt und somit lesbar ist.

- R2:

Abbildung 2: Bestückungsplan 16K-Encoder Oberseite



- F14 Sender: 82 k Ω (Aufdruck: 823)
- FC16, FC18, FC28 Sender: 10 k Ω (Aufdruck: 103)
- R3: 1 k Ω (Aufdruck: 102).
- R11: 470 k Ω (Aufdruck: 474). Nur notwendig bei Verwendung des Multi-Adapters in der F-14 7-Kanal Version.

2.3.3 Kondensator

Löten Sie nun den 100nF Kondensator C2 ein. Der Kondensator in SMD-Bauform trägt keine Beschriftung.

2.3.4 Widerstände

Beginnen Sie nun mit dem Bestücken der bedrahteten Bauteile. Stecken Sie die Anschlussdrähte der Bauteile durch die Bohrungen auf der Leiterplatte hindurch und löten Sie sie auf der Lötseite fest. Orientieren Sie sich am Bestückungsplan für die Oberseite der Leiterplatte (Bild 2). Das Bild zeigt die Aufsicht auf die Bestückungsseite.

Löten Sie als erstes die acht Widerstände R1 und R4-R10 ein.

- R1, R4-R10: 47 k Ω (Farbcode: gelb-violett-orange-gold).

Achten Sie darauf, dass die Widerstände ganz auf der Oberfläche der Platine aufliegen. Ansonsten üben die Distanzhülsen des Kunststoff-Montagerahmens Druck auf die Lötstellen aus, wenn die Muttern auf den Schaltergewinden fest angezogen werden.

2.3.5 18-pol. IC Fassung

Achten Sie beim Einlöten der 18-pol. IC Fassung auf die richtige Orientierung: die Kerbe der Fassung muss Richtung der Anschlüsse SV1/SV2 zeigen. Nach Abschluss aller Lötarbeiten wird der programmierte PIC-Mikrocontroller in diese Fassung gesetzt, wobei die Kerbe am Gehäuse des Mikrocontrollers ebenfalls in diese Richtung zeigen muss.

2.3.6 Schalter

Bestücken Sie nun die Schalter S1-S8.

Zum einfachen Einlöten der Schalter hat es sich bewährt, einen der Montagerahmen unter den beiden oberen Optionsplätzen im Sendergehäuse der Futaba F-Reihe als Löthilfe zu verwenden. Der Montagerahmen ist mit zwei kleinen Schrauben fixiert, die von der Oberseite des Senders nach Ablösen der transparenten Kunststoff-Abdeckung zugänglich sind. Bauen Sie den Montagerahmen temporär aus dem Sendergehäuse aus. Entfernen Sie von den Schaltergewinden alle Muttern und Zahnkränze. Schieben Sie nun die Schalter mit dem Gewinde in die Schalterführungen des Montagerahmens, so dass die Schaltergehäuse mit den Lötanschlüssen in die entgegengesetzte Richtung zeigen wie die sechs Distanzhülsen auf dem Montagerahmen. Befestigen Sie die Schalter mit je einer Gewindemutter auf dem Montagehalter und richten Sie die Schalter parallel aus, so dass die Lötanschlüsse genau in die Bohrungen der Encoder-Platine passen. Die Schalter sind nun genau positioniert und können einfach verlötet werden, indem Sie den Montagerahmen mit den verschraubten Schaltern als Ganzes auf die Encoderplatine setzen.

Falls Sie den Montagerahmen nicht verwenden, achten Sie darauf, dass die Schalter gerade auf der Platine stehen. Fixieren Sie die Schalter vor dem Einlöten notfalls mit einem Streifen Klebeband. Löten Sie zunächst nur den mittleren Anschluss fest und kontrollieren Sie dann, ob der Schalter auch gerade sitzt. Durch erneutes Erwärmen der Lötstelle können Sie die Schalterposition korrigieren. Sitzt der Schalter richtig, löten Sie auch die beiden anderen Anschlüsse fest.

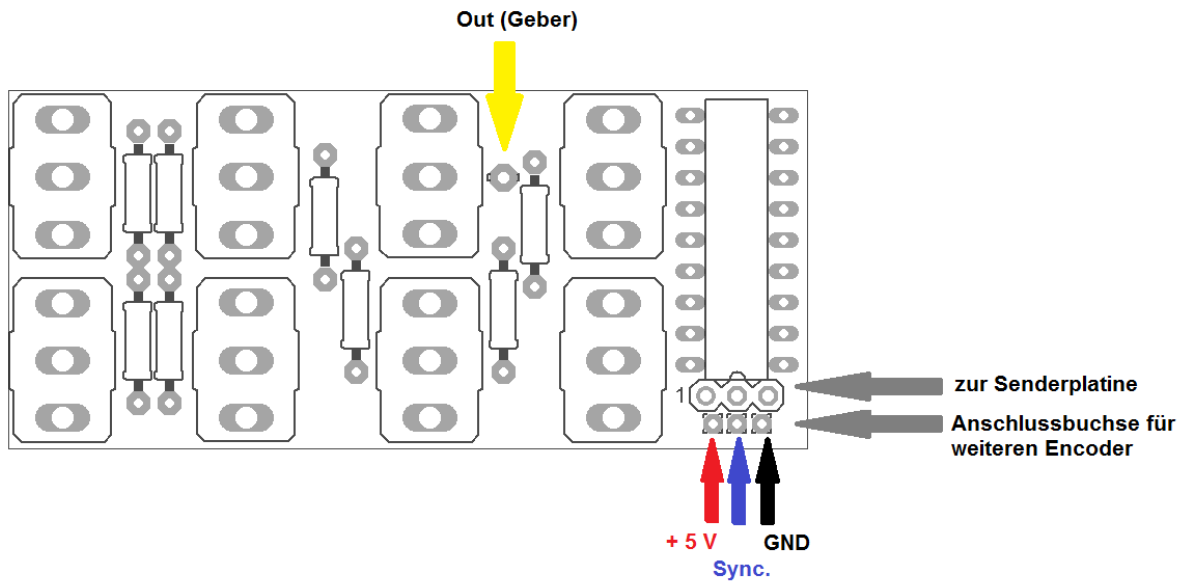
2.3.7 Anschlusskabel

Der Encoder wird mit einem ein-adrigen und einem 3-adrigen Anschlusskabel mit der Senderplatine verbunden.

Über das 3-adrige Anschlusskabel SV1 wird der Encoder mit Strom sowie dem Synchronisations-Impuls versorgt. Zum Anschluss ist ein passendes 3-pol. Anschlusskabel erforderlich, das auf den mit *Multi-Out* bezeichneten Stecker der Senderplatine gesteckt wird. Der mittlere Anschluss des Multi-Out Steckers auf der Senderplatine ist mit dem Sync-Signal belegt, die beiden äußeren mit GND bzw. + 5 Volt.

Weitere Hinweise und eine bebilderte Anleitung zum Einbau des Encoders in Futaba-Sender finden Sie auf der Website unter <http://tinyurl.com/q6vvjlk>

Abbildung 3: Anschluss an der Encoderplatine



Achtung: je nach verwendetem Anschlusskabel deuten die Farben der Einzelkabel nicht unbedingt auf die Polarität hin! So ist z.B. ein rotes Einzelkabel nicht zwingend der Plus-Pol! Bitte die Polung im Zweifelsfall mit einem Voltmeter feststellen und mit den entsprechenden Anschlüssen SV1 auf der Encoderplatine wie in Bild 3 gezeigt verbinden.

An den Ausgang des Encoders (Anschluss LSP zwischen S3 und S4) wird ein einadriges Anschlusskabel angelötet. Dieses Kabel wird am anderen Ende mit einer einpoligen Buchse versehen und mit einem der *mittleren* Anschlußstifte der mit EXT 5-8 bezeichneten 3-pol. Stecker auf der Senderplatine verbunden. Entsprechend muss der Decoder am Empfänger auf einen der Kanäle 5-8 eingesteckt werden.

2.3.8 Buchse für Anschluss eines weiteren Encoders

Unterhalb von SV1 ist Platz zum Einlöten einer 3-pol. Buchse im Rastermaß 2mm. Die Buchse wird eingelötet, falls ein weiterer Multiswitch/Multiprop Encoder im Sender eingebaut werden soll. Löten Sie die Buchse so ein, dass die offene Seite zur Platinenaußenseite zeigt. Die Kerbe in der Führung der Buchse zeigt in Richtung IC1. Das Anschlusskabel eines weiteren Encoders kann so polrichtig angeschlossen werden.

2.3.9 Einsetzen der ICs

Drücken Sie den programmierten Mikrocontroller vorsichtig in die 18-pol. Fassung. Achten Sie auf die Kerbe, die in Richtung der Kerbe der Fassung zeigen muss. Sollten die Anschlussbeine des PIC etwas abstehen und nicht genau nach unten weisen, nehmen Sie

den PIC zwischen Daumen und Zeigefinger beider Hände und biegen Sie auf einer ebenen Fläche (Tisch) die Beine einer Seite vorsichtig gemeinsam in eine senkrechte Stellung. Wiederholen Sie den Vorgang für die zweite Seite. Der PIC sollte sich nun leicht in die Fassung stecken lassen.

2.3.10 Einbau in den Sender

Der mechanische Einbau des Encoders in das Sendergehäuse sowie der Anschluss entspricht weitgehend dem in der Bedienungsanleitung zum Sender beschriebenen Ablauf für den Einbau der robbe Multi-Switch Module.

Die Abstände der Schalter sind so bemessen, dass die Encoderplatine in die entsprechenden Bohrungen des Senders passt. Zur Befestigung des Encoders wird nur jeweils eine Mutter pro Schalter benötigt, die von außen auf das Schaltergewinde aufgeschraubt wird. Die Muttern bitte nicht zu fest anziehen!

Das ein-adrige Anschlusskabel wird auf den mittleren Stecker eines der Anschlüsse *Ext. Channel 5...8* gesteckt. Das drei-adrige Anschlusskabel kommt in den passenden Stecker der Senderplatine, der mit *Multi OUT, to Multi Op, Multi BATT o.ä* beschriftet ist.

Sender der FC-Serie müssen für die Verwendung des Encoders programmiert werden.

- FC-16: im Menü Multi müssen Kanal 7 oder 8 als Multiswitch Funktion programmiert werden. Der Kanal darf nicht mit anderen Steuergebern belegt sein und muss auf reverse programmiert werden. Der Steckplatz MULTI-IN 1 entspricht Kanal 8, MULTI-IN 2 Kanal 7.
- FC-18: Im Menü MULTI muss der entsprechende Steckplatz als Multi-Switch Kanal programmiert werden. Der Encoder funktioniert nur im PPM-Betrieb. Aus den Kanälen 5 bis 8 können max. zwei Kanäle ausgewählt werden.
- FC-28: im Menü MULTI muss ein beliebiger Kanal ausgewählt und als Funktionskanal programmiert werden. Es können max. zwei Kanäle ausgewählt werden.

2.3.11 Test des Encoders

Mit einem Standard-Servo kann man leicht überprüfen, ob der Encoder richtig im Sender angeschlossen ist und funktioniert. Dazu wird an den für den Decoder vorgesehenen Empfängerausgang testweise ein Servo angeschlossen. Das Synchronisations-Signal ist besonders lang und daher sollte der Servo rhythmisch zucken. Wer über ein Oszilloskop oder gar ein DSO verfügt, kann dem Servo diese Tortur natürlich ersparen und sich das gemultiplexte Empfängersignal auf dem Bildschirm ansehen.

3 Funktionsprinzip

3.1 Das Zeit-Multiplex Verfahren

Zur Übertragung der Informationen von n Servo-Kanälen benötigt man eigentlich auch n Übertragungskanäle. Mit Hilfe des Zeit-Multiplex-Verfahrens kann man aber die Information von n Servo-Kanälen über nur einen einzigen Kanal übertragen, wenn man die Informationen zeitlich nacheinander überträgt. Es wird also zu einer Zeit t nur die Information eines Servo-Kanals übertragen. Kurze Zeit später wird die Information des nächsten Servo-Kanals übertragen, usw. Nach dem die Information des letzten Servo-Kanals übertragen wurde, beginnt der Übertragungszyklus wieder von vorne. Sind die Zeitabstände zwischen der Übertragung ausreichend kurz und die Wiederholungen ausreichend schnell, entsteht der Eindruck, dass alle Informationen praktisch gleichzeitig übertragen werden. Alle Servo-Kanäle werden nacheinander in den Übertragungskanal hineingepackt, dieses Verfahren nennt man Zeit-Multiplex Verfahren.

Das Zeit-Multiplex-Verfahren wird von jeder Fernlenkanlage mit Pulslängenmodulation (PPM) verwendet, denn es steht nur ein Hochfrequenz-Übertragungskanal zur Verfügung, der durch seine Sendefrequenz (Kanal-Nr. des Quarzpaars) charakterisiert ist. Alle Informationen über die Stellungen aller Servos am Empfänger werden zeitlich nacheinander übertragen. Die Informationen werden im Sender in Impulslängen variabler Dauer kodiert, nacheinander übertragen und im Empfänger wieder dekodiert, d.h. der Reihe nach wieder auf die einzelnen Servo-Kanäle aufgeteilt. Damit der Empfänger weiß, welchem Servo-Kanal ein vom Sender empfangener Impuls zuzuordnen ist, muss der Empfänger die empfangenen Impulse mitzählen. Den 1. empfangenen Impuls ordnet er dem 1. Servo-Kanal zu, den 2. Impuls dem 2. Servo-Kanal, usw. Die Stellung des Servos ergibt sich aus der Länge des empfangenen Impulses. Üblich sind Impulslängen zwischen 1 ms und 2 ms Dauer ($1 \text{ ms} = 1 \text{ Millisekunde} = 1/1000 \text{ s}$). Die Wiederholfrequenz für alle Servo-Kanäle beträgt ca. 50 Hz, jeder Servo bekommt also ca. 20 mal pro s eine neue Information über die aktuelle Sollstellung.

Damit der Empfänger mit dem Zählen richtig beginnen kann, sendet der Sender am Anfang jedes Übertragungszyklus ein Synchronisationssignal. Dieses Signal wird, wie alle anderen Impulse auch, über den HF-Kanal übertragen und unterscheidet sich von den Impulsen mit der Steuerinformation für die Servos nur durch eine charakteristische Länge von z.B. 6 ms. Bei Empfang eines 6 ms langen Impulses setzt der Empfänger seinen internen Servo-Kanalzähler zurück und wartet nun auf den Empfang der Steuerinformation des 1. Servo-Kanals. Das Synchronisations-Signal wird keinem Servo-Kanal zugeordnet, sondern dient ausschließlich der richtigen Zählung im Empfänger.

3.2 Doppeltes Zeit-Multiplex-Verfahren

Die Multiswitch-Bausteine verwenden nun das gleiche Zeit-Multiplex-Verfahren, allerdings bezogen auf einen einzigen Servo-Kanal. Einer der Servo-Kanäle wird nun gemultiplext und als Übertragungs-Kanal verwendet. Somit werden auf diesem Servo-Kanal nun nicht, wie sonst, alle 20 ms die Steuerungsinformationen für einen Servo übertra-

gen, sondern es wird ein charakteristischer Synchronisationsimpuls erzeugt, gefolgt von n Ein/Aus Informationen für die n Schaltkanäle. Dabei wurde folgende Zuordnung getroffen:

Signal	Impulslänge
SYNC	2,0 ms
AUS	1,5 ms
EIN	1,0 ms

Die Ein/Aus Informationen können nur ca. alle 20 ms, gegeben durch das Zeit-Multiplex-Verfahren des Senders, übertragen werden. Für den 16-Kanal Multiswitch müssen 17 Impulse übertragen werden, ein Sync-Impuls und 16 Schaltinformationen. Die Wiederholzeit liegt damit bei $17 \cdot 20 \text{ ms} = 340 \text{ ms} \approx 1/3 \text{ s}$. Solange dauert es maximal, bis eine Änderung einer Schalterstellung am Sender eine entsprechende Reaktion auf Empfängerseite zeigt.

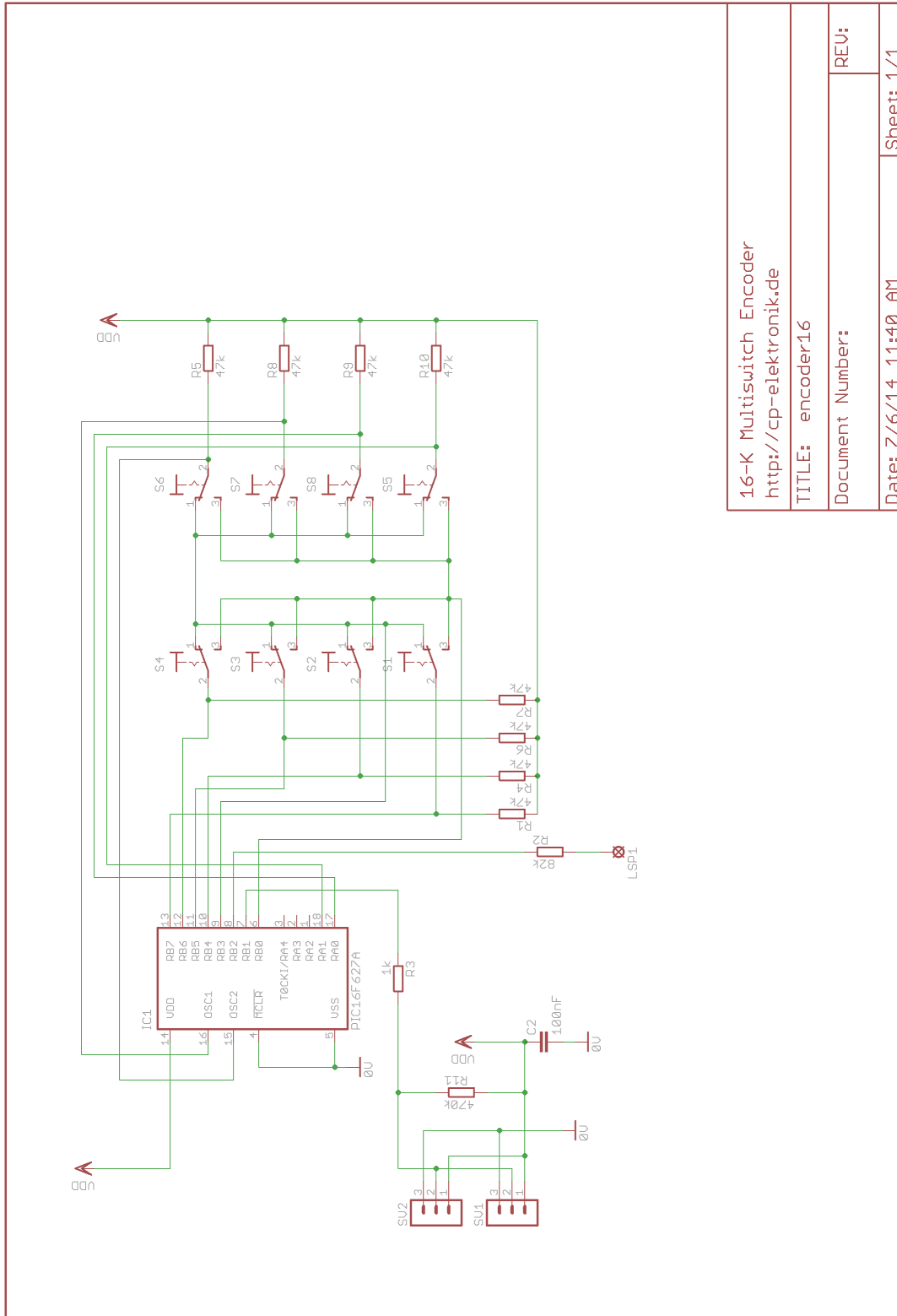
3.3 Funktionsweise des Encoders

Der Schaltplan des Encoders ist in Bild 4 zu sehen.

Der Encoder sorgt im Sender für die richtige Kodierung auf einem der Servo-Kanäle, indem er die n Schalterstellungen abfragt und den Sender anweist, ein Sync-Signal und die entsprechende Impulsfolge der Ein/Aus-Informationen zu übertragen. Dazu wird ein Port-Pin des PIC Mikrocontrollers verwendet und mit dem Geber-Eingang des entsprechenden Kanals im Sender verbunden. An diesem Geber-Eingang ist normalerweise ein Potentiometer (bei Proportional-Kanälen) oder ein einfacher Schalter (bei Schaltkanälen) angeschlossen. Abhängig von der Spannung an dem Geber-Eingang, die mit einem Poti oder Schalter geändert werden kann, erzeugt der Sender die gewünschte Impulslänge. Wie das Port-Pin des PIC mit dem Geber-Eingang verbunden werden muss, hängt natürlich stark vom verwendeten Fernsteuersender ab. Bei der robbe F14 wird der Ausgang des Controllers einfach mit einem Widerstand mit dem Geber-Eingang verbunden. Um ein Sync-Signal zu erzeugen, wird der I/O Port des PIC als Ausgang konfiguriert und ein H-Signal (logisch HIGH, +5 Volt) angelegt. Um ein EIN-Signal zu erzeugen, wird der Ausgang auf logisch L gelegt (0 Volt). Um die Mittelstellung eines Potis zu simulieren und eine Länge von 1,5 ms zu erzeugen, wird das Port-Pin des PIC als Ausgang konfiguriert und damit hochohmig geschaltet. Dies entspricht einem nicht angeschlossenen Poti bzw. einem Poti in Mittelstellung.

Damit der Encoder weiß, wann es Zeit ist, sein Geber Port-Pin neu zu setzen, benötigt er die Information, wann ein neuer Übertragungszyklus für die Servo-Kanäle beginnt. Dazu dient das im Sender generierte Synchronisations-Signal für die Zeitmultiplex-Übertragung. Wo und in welcher Form dieses Signal zu Verfügung steht hängt wieder stark vom Sendertyp ab.

Abbildung 4: Schaltplan Encoder



16-K Multiswitch Encoder http://cp-elektronik.de	
TITLE: encoder16	
Document Number:	REV:
Date: 7/6/14 11:40 AM	Sheet: 1/1

4 Feedback

Falls Sie Hinweise auf Fehler, Unklarheiten oder Verbesserungsvorschläge zu diesem Handbuch haben, schreiben Sie bitte eine E-Mail an info@cp-elektronik.de.