

SPI - Interface des 70RX-S2 Empfangsmoduls

1 Systembeschreibung

Der neue Empfänger 70RX-S2 besitzt zusätzlich zur bewährten 8bit breiten Parallelschnittstelle eine neue 4bit breite SPI Schnittstelle. Dabei kann jeweils nur eine der beiden Betriebsarten benutzt werden, da sich die beiden Schnittstellen die Anschlüsse teilen. Die Beschaltung der 16-poligen Stiftleiste erfolgt nach dem nebenstehenden Schema. In der Betriebsart „Parallel“ wird die Bitkombination, die am Eingang D0..D7 ansteht („0-aktiv“) als Kanalnummer interpretiert (0...255). Der interne Mikrocontroller berechnet daraus die einzustellenden Parameter für den Synthesizer (bisherige Version).

Gleichzeitig ist an den Signalen D0-D3 eine SPI-Schnittstelle aktiv. Durch die erweiterte Parametrierung eröffnen sich einige zusätzliche Einsatzmöglichkeiten für das Empfangsmodul.

Wird über die Leitung D1-D3 das ASCII-Zeichen 'H' übertragen, schaltet das Modul auf seriellen Betrieb um und D0 wird als Ausgang aktiviert. Die serielle Betriebsart bleibt nun bis zum Neustart des Moduls erhalten. Über die serielle Schnittstelle kann nun die Frequenz des Empfängers eingestellt werden, Mute und RSSI ausgelesen werden und einige Parameter des Empfängers verändert werden.

Die serielle Betriebsart kann auch durch Setzen eines entsprechenden Parameters voreingestellt werden (siehe auch 2.1.6, in diesem Fall ist D0 sofort als serieller Datenausgang verfügbar und der 8bit Paralleleingang wird ignoriert). Ansonsten startet das Modul immer in der bisherigen Standardbetriebsart „parallel“ und die 8 Leitungen D0..D7 sind zunächst als Eingang voreingestellt.

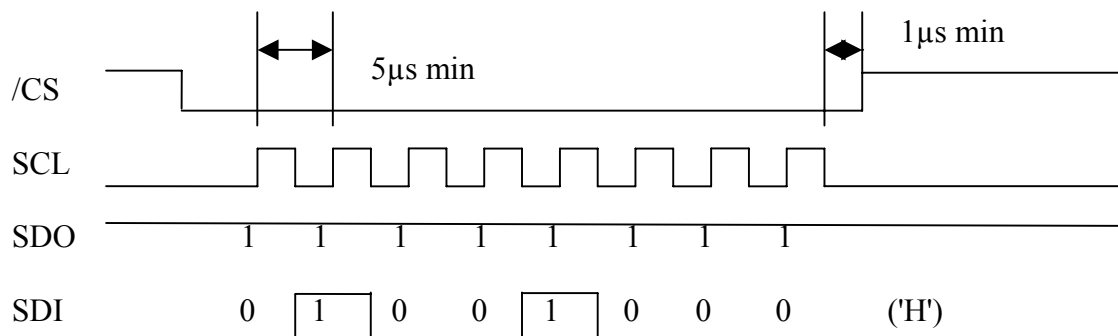
Die Parametrierung des Moduls ist grundsätzlich nur über die serielle Schnittstelle möglich.

Die Verbindungen zum Modul bestehen aus den Standardsignalen einer SPI-Schnittstelle

- /CS chip select (low aktiv)
- SCL serial clock (Datenübernahme mit steigender Flanke!)
- SDI data in (Modul)
- SDO data out (Modul)

Die einzelnen Zeichen müssen als ASCII-Zeichen übertragen werden. Jedes Byte wird mit einem /CS = "high" abgeschlossen (Interrupttrigget).

D0	-	SDO
D1	-	SCL
D2	-	SDI
D3	-	/CS
D4	-	
D5	-	
D6	-	
D7	-	
GND	-	
LD	-	
MOD	-	
Ub	-	
N.C.	-	
Audio	-	
RSSI	-	
Mute	-	



Zur Verdeutlichung der Kommunikation finden Sie nachfolgend einige Beispiele mit den Zeitverläufen. Dabei sind: D1= CLK; D2=SDI; D3=/CS ; D0= SDO

Im ersten Diagramm wird das Zeichen 'H' übertragen.

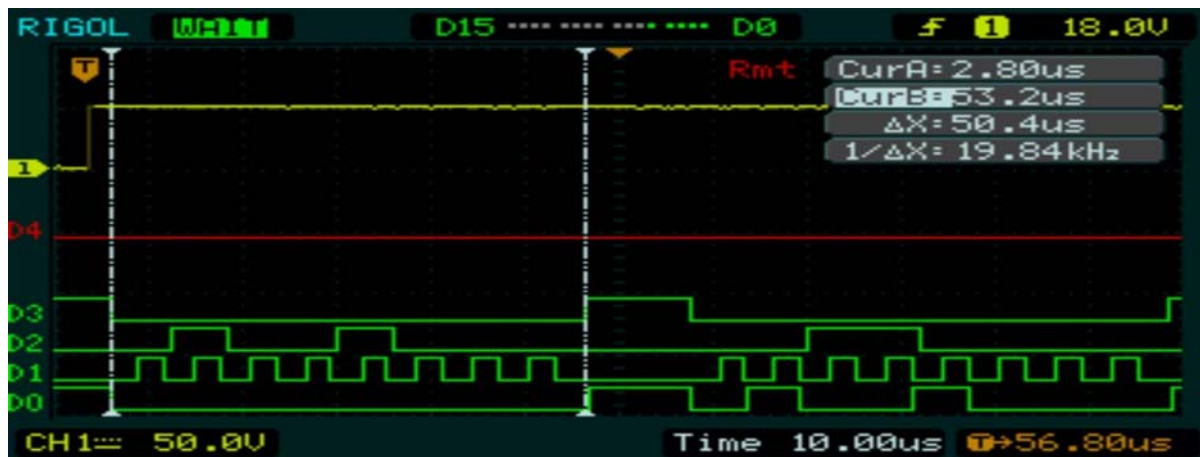


Abbildung 1

Im nächsten Diagramm wird die Zeichenfolge „H01“ mit Abschlusszeichen 0 gesendet. Zwischen den beiden Zeitmarkierungen ist das Zeichen '0' = 0x30 danach '1' = 0x31. Das Signal D0 zeigt zwischen den beiden Markierungen das Zeichen 'H' danach folgt das Zeichen 'R' (read)

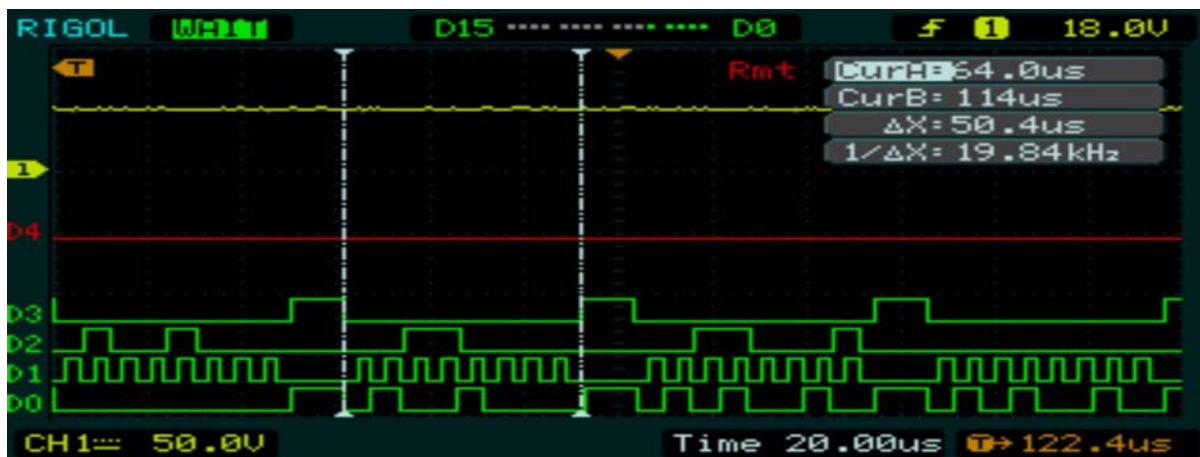


Abbildung 2

Beim Pollen der SPI -Schnittstelle mit '0xFF' (D2) wird mit '0xFF' auf der Leitung (D0) geantwortet, wenn die nötige Information noch nicht vorliegt.

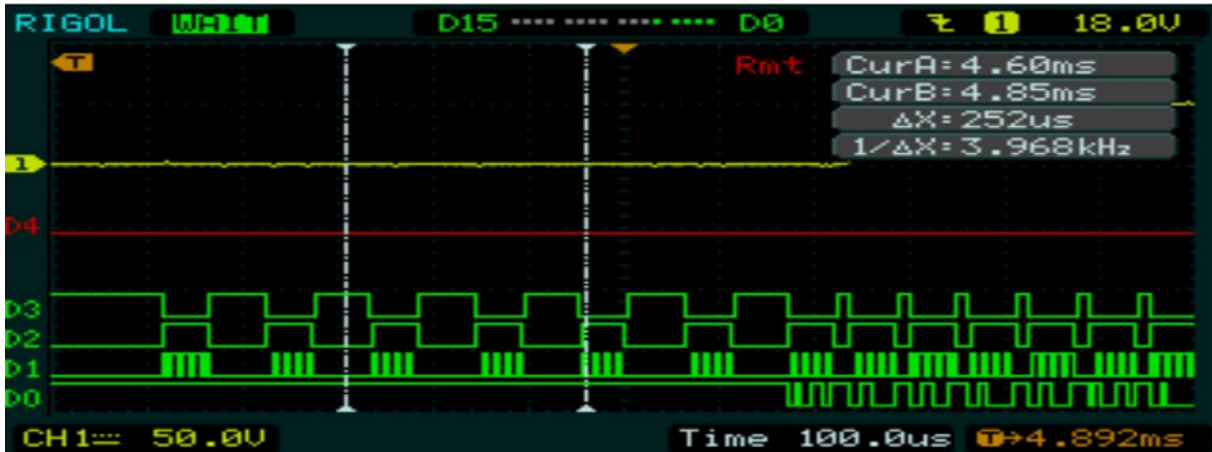


Abbildung 3

Mit der Information zwischen den beiden Markierungen beginnt die Übertragung der Antwort: 0x4D = 'M' gefolgt von 0x30 = '0' und 0x31 = '1' („M01...“)

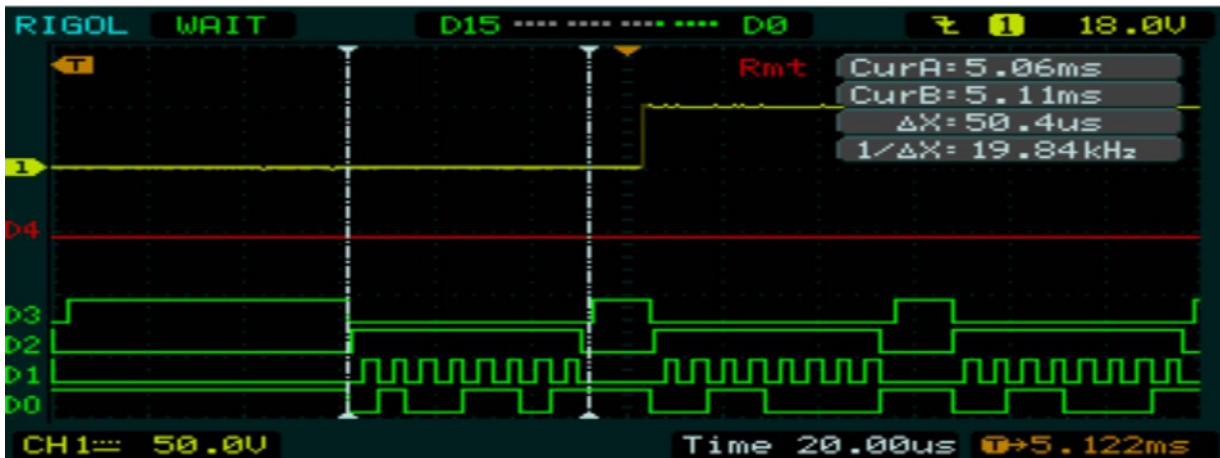


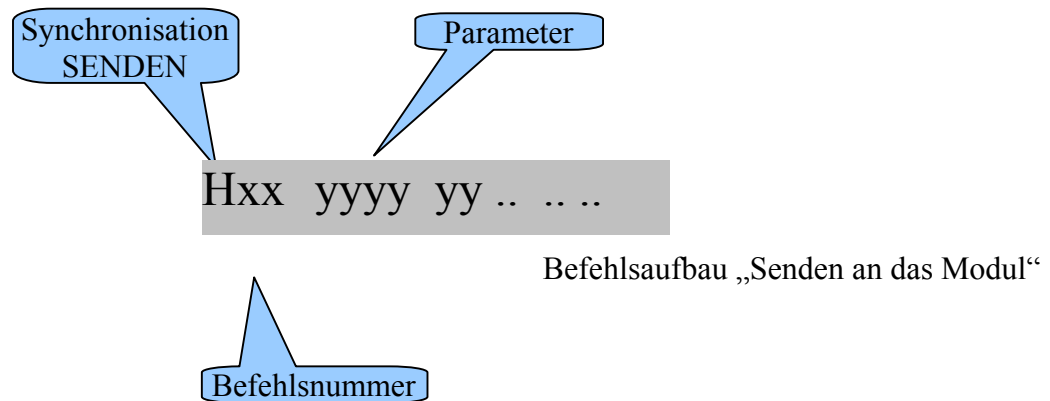
Abbildung 4

Bei der Übertragung des ersten Zeichens ist der SPI - Ausgang u.U. noch nicht aktiviert (Start im Parallel-Mode). In diesem Fall ist das erste empfangene Zeichen '0xFF'!

Bitte unbedingt beachten: Die Kommunikation sollte sich immer auf das Nötigste beschränken. Wenn keine Einstellung am Modul vorgenommen wird oder keine Abfrage getätigt wird, sollen insbesondere die Signale SCL und SDI in Ruhe sein. Jede Flanke eines Rechtecksignals kann sonst zu Störungen im empfangenen Signal führen.

2 Befehlsaufbau

Bei der Übertragung wird ein „Befehls String“ gesendet, der mit 0H abgeschlossen sein muss. Der Befehlsaufbau beginnt immer mit dem Buchstaben 'H' gefolgt von Leerzeichen (Blank) und HEX- Zeichen. Wird am Ende der Übertragung das Zeichen 0Hex gelesen, wird die Befehlsdekodierung ausgelöst. Der Eingangspuffer beträgt maximal 30 Zeichen. Bei Überschreiten dieser Zeichenanzahl wird die Datenaufnahme abgebrochen. Es werden einzelne Werte oder ganze Datenblöcke übertragen (befehlsabhängig). Die Befehlsnummer (xx) MUSS MIT 2 HEXZEICHEN übergeben werden.



Der Befehlsaufbau beim Empfang entspricht dem Befehlsaufbau beim Senden, jedoch ist das Synchronisationszeichen bei fehlerfreier Ausführung ein 'M' und bei fehlerhafter Ausführung ein 'E' (Error) gefolgt von einem Fehlercode!

Bei der Ausführung eines Befehl gibt es 4 Zustände:

- Datenaufnahme bis zum Abschlusszeichen (Stringende=0)
- Befehl dekodieren (Wartezeit Master)
- Befehl ausführen (Wartezeit Master)
- Antwort abfragen (mit 0xFF)

Wird ein Zeichen bei einem Auftrag übertragen, so wird 'R' im SPI- Senderegister quittiert bis das Abschlusszeichen eintrifft (das letzte vom Master gesendete Zeichen). Danach kann ein „Pause“ eingelegt werden. Die CPU des Funkmoduls bearbeitet den Befehl und bereitet die Antwort im Datenpuffer vor.

Danach wird vom Master das Ergebnis durch senden von 0xFF abgefragt. Liegt die Antwort noch nicht vor, so wird 0xFF zurückgegeben. Ist eine Antwort verfügbar, beginnt die

Zeichenfolge mit 'M' (Message) oder 'E' (Error). Die folgenden Daten (Trennzeichen BLANK (0x20) und HEX-Zeichen) beinhalten die Antwort des Funkmoduls („Slave“) und werden von dem Endezeichen (0x00) beendet. Erkennt der „Master“ dieses Abschlusszeichen (0x00) so quittiert dieser sofort mit 0x00 (Synchronisation)!

Die einzelnen Dateneinträge können bis zu 32Bit (4Byte) lang sein und sind mit einem Blank-Zeichen getrennt. Die Datenwandlung ((HEX)ASCII--> Wert) ist recht einfach. Nach dem Synchronisationszeichen 'M' (normale Antwort) oder 'E' (Fehler) werden die nachfolgenden Hex- Zeichen bis zum (jeweils nächsten) Trennzeichen gewandelt und dem wert[0],wert[1],wert[2]... zugeordnet.

In dem wert[0] steht der quittierte Befehlscode. Ab wert[1] sind die gewünschten Daten zu finden. Das Lesen / Schreiben von einzelnen Werten ist der Normalfall! In der nachfolgenden Beschreibung der einzelnen Befehle wird dies nochmals erklärt.

2.1 Befehlscodes

Wie in 1.2. beschrieben werden Strings vom Master an das Modul übertragen. Diese Daten können z.B. mit folgender Anweisung (in 'C') erzeugt werden:

```

sprintf(txt,"H%02X %lX",cmd,wert);
sende_SPI(txt);

```

Zur Beachtung : ALLE ZEICHEN SIND ASCII-ZEICHEN !!!!!

2.1.1 GET_STATUS (01) Status des Moduls abfragen

Aktion: Es wird das RSSI-Signal (Feldstärke am Antenneneingang) in 10mV Einheiten und die aktuelle Arbeitspunkteinstellung des Frontends zurückgegeben. Die Arbeitspunkteinstellung des Frontends ändert sich nur, wenn die Vorstufenregelung im Setup auch freigegeben wurde (siehe 2.1.7).

Beispiel: Sendestring: „H01“
 Antwort: „M01 2F 1B“
 wert[0] = 01 Befehlscode
 wert[1] = 2F RSSI-Signal (hier 2Fh = 47, d.h. Feldstärke = 47*10mV = 470mV)
 wert[2] = 1B Arbeitspunkt des Vorverstärker (hier 1Bh = 27)

2.1.2 GET_INFO (02) Modulinformationen lesen

Aktion: Modultyp, Softwareversion und Quarzfrequenz werden zurückgegeben.

Beispiel: Sendestring: „H02“
 Antwort: „M02 02 6E C35000“

wert[0] = 02 Befehlscode
wert[1] = 02 Modultyp
wert[2] = 6E Softwareversion (6E = 110, also Softwareversion 1.10)
wert[3] = C35000 Quarzfrequenz in Hz (hier 12800000Hz = 12,8MHz)

2.1.3 GET_CHANNEL (03) Kanalnummer lesen

Aktion: Es wird der aktuell eingestellte Kanal des Moduls zurückgegeben.

Beispiel: Sendestring: „H03“
 Antwort: „M03 85“

wert[0] = 03 Befehlscode
wert[1] = 85 Kanalnummer (85h = 133, Kanal 133 ist eingestellt)

2.1.4 SET_CHANNEL (04) Kanalnummer einstellen

Aktion: Umschalten des Moduls auf einen anderen Kanal.

Beispiel: Sendestring: „H04 61“
 Antwort: „M04 61“

wert[0] = 04 Befehlscode
wert[1] = 61 Kanalnummer (61h = 97, Kanal 97 wird bestätigt)

2.1.5 SET_MUTE (05) Mute-Schwelle definieren

Aktion: Die Mute-Schaltsschwelle wird neu definiert. Damit lässt sich festlegen, ab welchem Empfangspegel ein Empfang vom Modul angezeigt wird (ab Werk wurde dafür ein SINAD Wert von 20dB eingemessen). Die Bewertung erfolgt anhand des RSSI-Werts. Die Eingabe erfolgt in 10mV Einheiten.

Sonderfälle: Wird der Wert 0h übergeben, wird der aktuelle RSSI Wert übernommen, 255h übernimmt wieder die Werkseinstellung.

Beispiel: Sendestring: „H04 61“ (Schwelle bei 97*10mV=970mV setzen)
 Antwort: „M04 61“

wert[0] = 05 Befehlscode
wert[1] = 61 neue Schaltschwelle für Mute bestätigt

2.1.8 SET_START_CH (08) Legt den Startkanal im SPI- Betrieb fest

Aktion: Es wird der Kanal festgelegt, mit dem das Modul beim Anlegen der Betriebsspannung startet. Zusätzlich muss das SPI-Flag aktiviert sein (siehe 2.1.6). Damit lässt sich das Modul auch ohne Beschaltung der 8bit Parallelschnittstelle auf einen beliebigen Startkanal festlegen. Das Modul lässt sich dann wie ein Einkanalmodul benutzen.

Beispiel: Sendestring: „H08 67“ (67H = 103, Kanal 103 wird Startkanal)
 Antwort: „M08 67“
 wert[0] = 08 Befehlscode
 wert[1] = 67 Bestätigung des Startkanals

2.1.9 SET_MAX_CH (09) Setzen der Kanalbegrenzung

Aktion: Mit dem Setzen dieses Flags wird der höchstmögliche Kanal des Moduls festgelegt. Alle eingehenden Kanalnummern werden überprüft und bei Überschreitung des Limits auf den festgelegten Wert begrenzt! Der Wert kann 2Byte betragen!

Beispiel: Sendestring: „H09 78“ (78H = 120, Limit wird auf 120 gesetzt)
 Antwort: „M09 78“
 wert[0] = 09 Befehlscode
 wert[1] = 78 Bestätigung des höchsten Kanals (Begrenzung)

2.1.10 RESET_MODUL (10) Neustart des Moduls

Aktion: Mit diesem Befehl wird das Funkmodul neu gestartet. (es erfolgt keine Antwort!)

Beispiel: Sendestring: „H0A“

2.2 Fehlercodes

Wird die Antwort mit einem Zeichen 'E' anstelle von 'M' eingeleitet, so wurde der Befehl nicht ausgeführt.

Der Grund ist eine fehlerhafte Befehlsnummer

Die nicht ausgeführte/akzeptierte Befehlsnummer wird nach dem Zeichen 'E' ausgegeben.

Beispiel: Sendestring: H13 20
 Antwortbeispiel: E13 20 (dieser Befehl existiert nicht)

3 Anhang

3.1 Befehlsübersicht

Befehl	Code	Funktion
GET_STATUS	01	RSSI und Vorstufenregelung
GET_INFO	02	Modultyp(16bit), Softwareversion(16bit), Quarzfrequenz (32bit) des Moduls
GET_CHANNEL	03	Kanal lesen
SET_CHANNEL	04	Kanal setzen
SET_MUTE	05	Mute Schwelle definieren (0= RSSI - Übernahme;255=Defaultwert)
SET_SPIFLAG	06	Setzen des SPI – Start -Flag
SET_V_DISABLE	07	Sperre der Vorstufenregelung
SET_START_CH	08	Festlegung des Startkanals im EEPROM
SET_MAX_CH	09	Festlegung des obersten Kanals
RESET_MODUL	10	Neustart des Moduls

Tabelle 1: Befehlsübersicht des Funkmoduls

3.2 Ausführungszeiten der Befehle

Befehl	Senden	Bearbeitung	Empfangen	Summe
GET_STATUS	250µs	5,2ms	650µs	
GET_INFO	250µs	5,4ms	1,1ms	
GET_CHANNEL	250µs	5,25ms	580µs	
SET_CHANNEL	480µs	5,3ms	420µs	
SET_MUTE	460µs	8,7ms	420µs	
SET_SPIFLAG	420µs	12,3ms	600µs	
SET_V_DISABLE	380µs	12,3ms	580µs	
SET_START_CH	440µs	12,2ms	470µs	
SET_MAX_CH	460µs	12,3ms	470µs	
RESET_MODUL				

Tabelle 2: Ausführungszeiten der Befehle

3.3 Flagdefinitionen

Bezeichnung	Bit	Funktion
SPI_FLAG	0	Betriebsart bei Start des Moduls
VORSTUFE_FLAG	1	Sperre Vorstufenregelung
TX_PWR_ON	2	Startet mit voller Sendeleistung (TX-Module)
POTI_VORSTUFE	14	Poti Vorstufe vorhanden (RX-Module)
POTI_TCXO	15	Poti TCXO vorhanden

Tabelle 3: Flagdefinitionen Modulparameter