

"Kollisionsvermeidung"

Ing. Mario Kienspergher (OE9MKV)

Beim Betrieb in der Betriebsart SSB kommt es manchmal vor, dass der bisher hörende Gesprächspartner bereits mit seiner Aussendung beginnt, obwohl der bisher sendende Gesprächspartner seine Aussendung noch gar nicht beendet, sondern nur eine kurze Gesprächspause (z. B. zum Luft holen oder Nachdenken) eingelegt hat – und schon ist der Sprachbrei angerührt. Doch dagegen gibt es wirksame Abhilfe in Form einer kleinen Schaltung zum Einsatz in Contests, bei Satellitenverbindungen, etc.: Ein Roger-Pieps auf Basis eines Mikrocontrollers.



Bei perfekter Betriebstechnik sollten eigentlich zu Beginn und am Ende einer jeden Aussendung das Rufzeichen der Gegenstation und das eigene Rufzeichen genannt werden ("Mikrofonübergabe"), wodurch die oben geschilderten Sprachverwirrungen gar nicht vorkommen dürften. Doch in der Praxis wird dies oft vernachlässigt - und zwar durchaus in Einklang mit den gesetzlichen Vorgaben, welche von "regelmäßigen" Rufzeichnennennungen "alle paar Minuten" sprechen.

Im DX-, Contest- und Satellitenbetrieb, wo es auf rasche Abwicklung ankommt, aber auch in (Orts-) "Runden" wird oft das Mikrofon in kurzen Abständen hin- und her übergeben, ohne dass jedesmal die beteiligten Rufzeichen genannt werden. Dann kommt es mitunter zum geschilderten Effekt, dass mehrere Stationen gleichzeitig senden. Hier gibt es seit langem eine praktische Lösung - den sogenannten "Roger-Pieps" oder "Roger-Beep". Dieser wird am Ende einer Aussendung eines Gesprächspartners automatisch ausgesendet und signalisiert dem Partner: "Jetzt bist du dran."

Übrigens: Auch auf FM-Relaisstationen ist dieser Pieps sehr oft zu hören, hier wird er allerdings von der Relaisstation selbst generiert, sobald am Empfänger des Relais kein Signal mehr anliegt. Bei FM-Betrieb ist der "Roger-Beep" im Allgemeinen nicht unbedingt erforderlich, da der hörende Gesprächspartner normalerweise am Abfallen des Trägers der Gegenstation eindeutig erkennen kann, dass diese nicht mehr sendet. Prinzipiell könnte er aber natürlich auch in FM verwendet werden.

Bisher ging der Autor immer davon aus, dass die Piepstöne, die in den Ton-Mitschnitten des Apollo-Mondlandeprogramms zu hören sind, ebenfalls Roger-Beeps wären. Erst kürzlich wurde er eines Besseren belehrt: Hierbei handelt es sich um "Quindar tones"¹, welche der Sendersteuerung bei entfernten Bodenstationen dienen. Das Kommunikationssystem bei den Apollo-Missionen war nämlich grundsätzlich voll-duplextauglich und hatte daher keiner solchen Signalisierung am Ende eines Durchgangs bedurft.

1 Siehe <http://de.wikipedia.org/wiki/Quindar-Töne>

Aufrüsten

Es soll sie ja noch geben - die OMs, die ihre Transceiver selbst bauen. Und ebenso soll es auch noch viele ältere (und auch manch neuere) kommerzielle Transceiver geben, in denen besagte Funktion nicht enthalten ist. Im Folgenden wird eine einfache Schaltung vorgestellt, die hier Abhilfe schafft - nach Meinung des Autors sogar auf ziemlich luxuriöse Weise, wie aus der Auflistung der Eigenschaften ersichtlich ist (→ Kasten 1).

- Art des Roger-Beeps wählbar zwischen einfachem Piepston sowie den CW-Zeichen "K", "R" und "?";
- Anschluss für einen "Wabblen" ("Paddles") zum Geben von CW oder zum Abstimmen von Sendern;
- PTT-Eingang "active low";
- PTT-Ausgang "active low" mit "open collector";
- CW-Tasten-Ausgang zum Anschluss an den Transceiver;
- Stromaufnahme im Ruhezustand: **2 mA**
(der PIC benötigt nur 1 μA , den Rest "verbrät" der Spannungsgregler);
- Stromaufnahme im Betrieb: je nach Betriebszustand **10 mA - 30 mA**;
- Geschwindigkeit der CW-Zeichen in 8 Schritten einstellbar;
- 1750 Hz-Rufton-Generator bei Drücken von PTT_in + DIT ("Ruf I");
- 2135 Hz-Rufton-Generator beim Drücken von PTT_in + DAH ("Ruf II");
- optionale Erzeugung von Quindar-Tönen am Anfang und Ende der Sendung;
- Aussendung von Selcall-Tönen (Selektivruf) am Sendungsbeginn nach ZVEI/CCIR/EEA-Standard oder von Melodien in C-DUR.

Kasten 1: Grundlegende Eigenschaften der Schaltung.

Die Aufgabe der Schaltung ist eigentlich einfach: Das PTT-Signal vom Mikrofon zum Transceiver wird unterbrochen und der Schaltung zugeführt; diese muss dieses zugeführte PTT-Signal in Folge überwachen. Wird die PTT-Taste gedrückt, muss die Schaltung dem Transceiver das PTT-Signal liefern, damit dieser auf Sendung geht. Wird die Mikrofontaste losgelassen, so muss die Schaltung einen kurzen "Pieps" generieren und auf die Mikrofonleitung geben. Nach Abschluss des Pieps schaltet sie das PTT-Signal für den Transceiver ab.

Durch die Verwendung eines Mikrocontrollers können der Aufwand für die Schaltung klein gehalten und einige nette Zusatzfunktionen implementiert werden. Das hier vorgestellte Projekt verwendet in der vorliegenden weiterentwickelten Version 3.0 einen PIC16F628A² von Microchip, welcher einfach zu programmieren, klein und dennoch leistungsfähig ist.

² Datenblatt des 16F628A: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044F.pdf>

Innere Werte

Das Projekt verwendet in der Version 3.0 wieder den XT-Oszillator des 16F628A, welcher mit einem externen 4 MHz-Quarz läuft. Der PIC wird in den "Schlafmodus" geschickt, wenn kein Signal an einem der drei Eingänge anliegt, wodurch er lediglich 1 µA Ruhestrom benötigt. Dabei wird der Oszillator abgeschaltet, sodass auch keine Störungen durch die Schaltung beim Empfang zu erwarten sind. Die Lösung mit Quarzoszillator wurde gewählt, da für die (neu hinzugekommene) Erzeugung von speziellen Tönen mit genau definierter Frequenz der interne RC-Oszillator zu instabil und ungenau wäre.

Die Schaltung kann nun neben einem Roger-Pieps auch Selektivruftöne nach verschiedenen Standards und Quindar-Töne erzeugen. Die Funktionen lassen sich – soweit sinnvoll – auch kombinieren. Dabei wird folgende Reihenfolge eingehalten:

- Nach dem Aufwachen aus dem Schlafmodus wird nach einer Karrenzeit von 50 ms zuerst überprüft, ob eines der Paddles "**DIT_in**" (JP2, Pin 3) bzw. "**DAH_in**" (JP2, Pin 1) oder der Eingang "**PTT_in**" (JP2, Pin 5) auf Masse gezogen wurde. Wird keines der Signale erkannt, muss es sich um eine unbekannte Störung handeln und der PIC wieder in den Schlafmodus geschickt.
- Die Stellung der Jumper an JP4 wird abgefragt und daraus die gewünschte Geschwindigkeit für die CW-Zeichen ermittelt. Die Geschwindigkeit der Selektivruf- und der Quindar-Töne wird davon nicht beeinflusst, diese sind laut den jeweiligen Standards fix einprogrammiert. Siehe dazu auch Tabelle 3 ("Geschwindigkeits-Auswahl").
- Falls eines der Paddles betätigt wurde, wird in den "Wabblers-Modus" gewechselt, siehe dazu weiter unten.
- Wurde "**PTT_in**" betätigt, wird "**PTT_out**" aktiviert und damit der angeschlossene Sender hochgetastet. Wird "**PTT_in**" nicht als aktiv erkannt, wird der PIC in den Schlafmodus zurückgeschickt.
- Jetzt wird überprüft, ob der Jumper "**QT_sel**" (JP3, Pin 1-2) gesteckt ist. Falls ja wird der erste, einleitende Quindar-Ton mit 2525 Hz und 250 ms Dauer auf Ausgang "**AUD_out**" (JP1, Pin 4) ausgegeben.
- Im Anschluss wird Jumper "**SELC_sel**" (JP3, Pin 3-4) abgefragt. Ist er gesteckt, wird nach einer Verzögerung von 100 ms eine im Programmspeicher abgelegte und damit vorprogrammierte Selektivruf-Sequenz³ auf "**AUD_out**" ausgegeben.
- Solange jetzt "**PTT_in**" aktiviert bleibt, läuft der PIC in einer Schleife und wartet darauf, dass "**PTT_in**" wieder losgelassen wird, also auf "high" wechselt. Wird innerhalb dieser Schleife erkannt, dass "**DIT_in**" aktiviert, also auf Masse gezogen wird, wird solange ein 1750 Hz⁴ Rufton auf "**AUD_out**" ausgegeben, bis entweder "**DIT_in**" oder "**PTT_in**" (oder beide) losgelassen werden. Entsprechend wird beim Aktivieren von "**DAH_in**" ein Rufton mit 2135 Hz⁵ erzeugt.

3 Details siehe z. B. unter <http://de.wikipedia.org/wiki/5-Ton-Folge>

4 Der Tonruf mit 1750 Hz ist in alten Selektivrufanlagen als Sammelruf bzw. "Ruf I" definiert. Er dient ebenfalls dazu, Amateurfunk-Repeater in Europa aufzutasten.

5 Der Tonruf mit 2135 Hz ist in alten Selektivrufanlagen als Sammelruf bzw. "Ruf II" definiert. Im Amateurfunk hat er nach Wissen des Autors keine bestimmte Funktion.

- Nach dem Loslassen von "PTT_in" wird überprüft, ob Jumper "RGR_sel" (JP3, Pin 5-6) gesteckt ist. Falls ja wird abgefragt, welcher vordefinierte Roger-Pieps gesendet werden soll. Siehe dazu Tabelle 2 ("Roger-Beep-Auswahl").
- Schließlich wird bei gestecktem Jumper "QT_sel" der zweite, abschließende Quindar-Ton mit 2475 Hz und 250 ms Dauer auf Ausgang "AUD_out" ausgegeben.
- Nach weiteren 50 ms Verzögerung ("TX-tail") wird der Ausgang "PTT_out" deaktiviert und damit der Sender wieder auf Empfang geschaltet. Der PIC wandert dann wieder zurück in den Schlafmodus.

Der gewünschte Roger-Pieps wird dem PIC ebenfalls über die Steckleiste JP3 mitgeteilt. Der jeweils gesteckte Jumper legt den entsprechenden Eingang des PIC-Port B auf Masse und entscheidet dadurch über das am Ende der Aussendung übermittelte Zeichen (→ Tabelle 2).

JP3 Pins			Funktions-Auswahl
5-6	3-4	1-2	(x = "don't care")
0	x	x	keinen Roger-Beep senden
1	x	x	Roger-Beep ausgeben
x	0	x	keine Selcall-Töne erzeugen
x	1	x	Selcall-Töne ausgeben
x	x	0	keine Quindar-Töne senden
x	x	1	Quindar-Töne erzeugen

Tabelle 1: Funktions-Auswahl

JP3 Pins		Roger-Beep-Auswahl
7-8	9-10	
0	0	einfacher "Pieps"
0	1	"K" (dah-di-dah)
1	0	"?" (di-di-dah-dah-di-dit)
1	1	"R" (di-dah-dit)

Tabelle 2: Roger-Beep-Auswahl

JP4 Pins			Geschwindigkeit in
5-6	3-4	1-2	Buchstaben pro Minute
0	0	0	65 BPM
0	0	1	75 BPM
0	1	0	85 BPM
0	1	1	95 BPM
1	0	0	105 BPM
1	0	1	115 BPM
1	1	0	125 BPM
1	1	1	135 BPM

0 = Jumper-Pins offen
1 = Jumper-Pins geschlossen

Tabelle 3: Geschwindigkeits-Auswahl

Es fällt auf, dass neben einem gewöhnlichen "Pieps" auch ganze CW-Zeichen bzw. sogar Zeichenketten ausgesendet werden können. Diese sind im Quellcode voreingestellt und lassen sich daher durch Codeänderung und Neu-Übersetzung beliebig austauschen und/oder erweitern. Der Autor hat versucht, eine sinnvolle Vorauswahl einzuprogrammieren, wobei "?" und "R" eher der kurzen Bestätigung bzw. Anfrage als der dauernden Verwendung als Roger-Beep dienen. Für CW-ungeübte oder in den Fällen, in denen keine CW-Taste am Gerät angeschlossen ist, sind diese Funktionen sehr praktisch. Die Frequenz des generierten Audiosignals liegt übrigens bei ca. 1,6 kHz.

Ebenso kann die Geschwindigkeit der ausgesendeten Zeichen in acht Stufen eingestellt werden; dies erfolgt durch das Stecken der jeweiligen Jumper auf Steckleiste JP4 (→ Tabelle 3), welche die entsprechenden Eingänge des PIC-Port A auf Masse ziehen. Die angebotenen Geschwindigkeiten dürften die meisten Bedürfnisse erfüllen.

Wird Pin "**DIT_in**" (JP2, Pin 3) auf Masse gezogen, legt die Schaltung nach dem Aufwachen des PIC den Ausgang "**PTT_out**" auf Masse und gibt auf "**KEY_out**" und "**AUD_out**" solange Punkte ("dits") aus, wie dieser Pin auf Masse gehalten wird. Wenn analog dazu Pin "**DAH_in**" (JP2, Pin 1) auf Masse gezogen wird, werden Striche ("dahs") ausgegeben. Diese Funktionen können z. B. zum gefahrlosen Abstimmen von Sendern bzw. Endstufen⁸ oder kombiniert als sehr einfacher "Wabblen" verwendet werden. Dabei wird die sogenannte "squeeze"-Technik unterstützt: Werden beide Eingänge auf Masse gehalten, werden abwechselnd Punkte und Striche erzeugt.

Auf der Steckleiste JP1 sind die Ausgänge zum Anschluss an einen Transceiver herausgeführt: "**PTT_out**" (JP1, Pin 3) dient dem Hochtasten des Transceivers. Wenn gesendet werden soll, liegt dieser Ausgang auf Masse, ansonsten ist er offen. Die Schaltstufe aus R2/Q2 kann maximal 100 mA schalten und sollte für alle gängigen Transceiver ausreichend sein. Im Zweifelsfalle sollte das Handbuch des Transceivers zu Rate gezogen werden um festzustellen, ob dies als PTT-Steuerstrom ausreicht und gegebenenfalls die Transistoren durch Typen mit höherem Kollektorstrom ersetzt werden.⁹ Verlangt der Transceiver eine positive Schaltspannung zum Hochtasten des Senders, muss zusätzlich eine Schaltstufe mit einem PNP-Transistor nachgeschaltet werden.

Der Anschluss "**KEY_out**" (JP1, Pin 2) ermöglicht den Anschluss des CW-Tasten-Eingangs des Transceivers. Damit wird beim Benutzen der Paddles das CW-Signal des Senders gesteuert. Das für "**PTT_out**" Gesagte (max. Schaltstrom, etc.) gilt sinngemäß.

An den Mikrofoneingang des Transceivers wird der Ausgang "**AUD_out**" (JP1, Pin 4) angeschlossen, damit der Roger-Beep und die CW-Signale in Fonie (SBB, FM) ausgesendet werden können. R3, C3 und R10 formen dabei aus dem rechteckigen Ausgangssignal des PICs ein halbwegs sinusförmiges, C3 dient zusätzlich der Entkopplung des Gleichspannungsanteils. Mit R10 lässt sich außerdem der Audiopegel an die Mikrofonempfindlichkeit des Transceivers anpassen.

Die Konfiguration der Schaltung kann – entsprechend den Angaben aus Tabelle 1 bis 3 – z. B. per "Jumper"-Stecker direkt auf den Pfostenleisten erfolgen. Soll der Roger-Pieps von außen konfigurierbar sein, können diese Anschlüsse natürlich auch per Pfostenstecker abgegriffen und auf Bedienelemente (z. B. Schalter) gelegt werden.

Haste Töne

Mit der Version 3.0 kann die Schaltung wie bereits erwähnt nun auch Selektivruf-Tonfolgen aussenden. Es werden derzeit die Standards ZVEI-1, ZVEI-2, ZVEI-3, CCIR und EIA unterstützt. Außerdem können die Töne der C-Dur-Tonleiter als "Quasi-Standard" verwendet werden; dies ist aber nur spaßeshalber implementiert und eignet sich nicht wirklich für großartige musikalische Werke.

Das Programm übernimmt die frequenzgenaue Erzeugung der Töne mit definierter Länge laut Standard. Die Töne und Längenangaben der einzelnen Standards wurden aus Bedienungsanleitungen von Geräten der Firma "Funktronic"¹⁰ entnommen, da bei anderen Quellen im Internet teilweise widersprüchliche Angaben zu finden sind¹¹. Die Töne werden ohne Pause dazwischen generiert, ganz so wie in den Standards vorgesehen.

8 Durch das schnelle Tasten des Senders wird nur ein kleiner Teil der Leistung abgegeben, sodass eventuelle Fehlabtimmungen nicht direkt zur Beschädigung führen.

9 Der BC337 ist z. B. pin-kompatibel und ist für Kollektorströme bis 800 mA ausgelegt.

10 Verwendet wurde das "Major 5"-Handbuch, siehe <http://www.funktronic.de/seiten/download.htm> .

11 Die Angaben der deutschen Wikipedia scheinen zumindest in ein paar Punkten falsch zu sein.

Die Selektivruf-Tonfolge ist gleichzeitig die einzige Einstellung, die schon beim Programmieren festgelegt werden muss und nur durch Neuprogrammierung geändert werden kann. Sie liegt im Speicher ab Adresse 0x300, direkt hinter der Zeichenfolge "[TOSEND]". Dabei gibt das Zeichen auf Adresse 0x300 an, welcher Selektivruf-Standard verwendet werden soll (→ Tabelle 4).

Inhalt 0x300	Selektivruf-Standard
"Z" = 0x5A	ZVEI-1
"V" = 0x56	ZVEI-2
"I" = 0x49	ZVEI-3
"C" = 0x43	CCIR
"E" = 0x45	EIA
"D" = 0x44	C-DUR-TONLEITER

Tabelle 4: Auswahl des Selektivruf-Standard

Ab Adresse 0x301 liegt dann die Zeichenfolge in ASCII-Zeichen kodiert. Es können die Zeichen 0-9 und A-F¹² programmiert werden, welche vom PIC in die entsprechende Frequenz des jeweiligen Standards umgesetzt werden. Abgeschlossen werden muss die Zeichenfolge mit einem NUL-Byte (0x00). Es dürfen maximal 253 Töne programmiert werden, da sonst ein Segment-Überlauf auf Adresse 0x400 erfolgt und der PIC abstürzt!

Etwaige Sonderfunktionen wie Wiederholungszeichen etc. berücksichtigt das Programm natürlich nicht, dies muss beim Eingeben der Zeichenfolge selbst beachtet werden.

Beispiele:

- Es soll am Beginn jeder Aussendung die Zeichenfolge "12345" im Standard ZVEI-1 ausgesendet werden. Die ab 0x300 abgelegte Zeichenfolge muss also **Z12345** lauten und sie muss mit einem NUL-Byte abgeschlossen sein:

```
0x300:      5A 31 32 33 34 35 00 00      Z12345..
0x308:      00 ...                          . ...
```

- Nun soll die Zeichenfolge "23345" im CCIR-Standard programmiert werden. Da zweimal die "3" direkt aufeinander folgt, muss hier die zweite "3" durch das entsprechende Wiederholungszeichen des Standards ersetzt werden, welches bei CCIR als "E" definiert ist. Die Zeichenfolge im Speicher muss also **C23E45** sein:

```
0x300:      43 32 33 45 34 35 00 00      C23E45..
0x308:      00 ...                          . ...
```

- Wenn Noten aus der C-Dur-Tonleiter gespielt werden sollen, gilt folgende Umsetzungstabelle:

Zeichen	A	B	C	D	E	F	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Note	a	h	c'	d'	e'	f'	g'	a'	h'	c''	d''	e''	f''	g''	h''

Das Zeichen "0" gibt keinen Ton aus (Pause). Ein Ton hat eine Länge von 125 ms.

12 Das Zeichen "F" ist in den meisten Standards nicht definiert und erzeugt daher meist keinen Ton.

Finale

Der Assembler-Quellcode der aktuellen Version 3.0 steht leider nicht zur freien Verfügung, das HEX-File kann aber von <http://www.oe9mkv.net/> heruntergeladen werden. Für eigene Experimente steht dem interessierten Amateur ferner die Vorgängerversion 2.0.628.1750¹³ offen, die auch in der Zeitschrift "Funkamateureur"¹⁴ veröffentlicht wurde. Dieser Code wurde soweit kommentiert, dass Änderungen wie z. B. die Anpassung an andere PIC-Typen leicht selbst durchgeführt werden können.

Fertige Schaltungen oder Bausätze sind - zumindest derzeit - beim Autor nicht erhältlich; auf Anfrage kann aber Unterstützung beim Programmieren der PICs angeboten werden.

Viel Spaß beim Nachbau und beim Betrieb des "Roger-Beeps"!

Feldkirch, im Juli 2010
Ing. Mario Kienspergher, OE9MKV
oe9mkv@oe9mkv.net

Bildnachweise

Titelbild: Rodney Wehr¹⁵
Abbildungen 1 - 4: selbst erstellt

Urheberrecht, Haftungsausschluss

Copyright © 2002, 2010 - alle Rechte vorbehalten.

Der Nachbau und Einsatz zum persönlichen Gebrauch für Amateur(funk)zwecke ist ausdrücklich gestattet. Der Nachbau zum kommerziellen Einsatz ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Autors erlaubt.

Alle Angaben wurden ohne Rücksicht auf die Patentlage nur zu Amateurzwecken gemacht; sie wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einhaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Der Autor sich deshalb gezwungen darauf hinzuweisen, dass weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte oder falsche Angaben zurückgehen, übernommen werden kann. Für die Mitteilung eventueller Fehler ist der Autor jederzeit dankbar.

Gerichtsstand ist Feldkirch.



Abbildung 2: Aufgebauter Prototyp des Roger-Beeps, noch ohne integrierter Anpassung des Ausgangspegels. Die Pullup-Widerstände sind auf der Unterseite in SMD ausgeführt, da die Platine noch vom Vorgänger übernommen wurde.

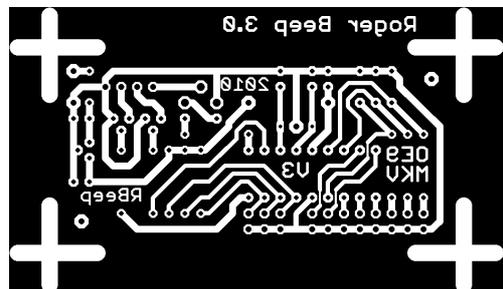


Abbildung 3: Layout des Projekts; eine 300dpi-Version findet sich auf der Homepage des Autors zum Download.

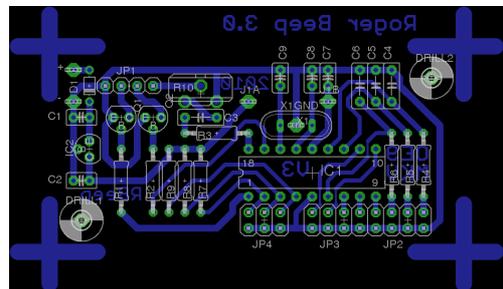


Abbildung 4: Bestückungsplan

¹³ Diese Version kann von <http://www.oe9mkv.net/> heruntergeladen werden.

¹⁴ Artikel "Roger-Pieps mit Rafinessen", Ausgabe 4/2010 des "Funkamateureur" (<http://www.funkamateureur.de/>)

¹⁵ http://ffden-2.phys.uaf.edu/211_fall2002.web.dir/Rodney_Wehr/webpages/physicsandcarcollisions.htm