

Vorwort

Bauen Sie eine komplette Amateurfunk-Relaisstellen-Ablaufsteuerung inklusive dem Hardware-Aufbau, seiner Vorlagen und der programmierbaren Software. Ihre von Ihnen entwickelte Software muss nicht für jedermann zur Verfügung stehen. Es wäre jedoch wünschenswert. Das Einstellen der Parameter der Amateurfunk-Relaisstellen-Ablaufsteuerung sollte für den jeweiligen Relaisstellen-Verantwortlichen mit einem GUI möglich sein.

Sollten mehrere Konstruktionen eintreffen, so entscheidet ein Team von drei lizenzierten Amateurfunk-Relaisstellen-Verantwortlichen, wem das Preisgeld von 500 €, das von René Füllmann, DL2XP, für dieses Konstruktion zur Verfügung gestellt wird, zusteht. Hierbei ist jede Form eines Rechtswegs ausgeschlossen, denn es handelt sich um eine rein ideelle und nicht kommerzielle Subvention im Sinne des Amateurfunkdienstes. Die Konstruktion darf kein Nachbau einer fremden schon bestehenden Steuerung sein.

Der Einsendeschluss hierfür ist der 31. März 2016.

Die nachfolgende Steuerungsbeschreibung ist nicht bindend, sollte jedoch was Sprach- Ein- und Ausgabe anbelangt eingehalten werden. Ihre Einsendungen senden Sie bitte an DL2XP@DARC.DE

1.0 Grundsätzliches

Die Universelle-Amateurfunkdienst-FM-Relaisfunkstellen-Ablaufsteuerung (**UAFRA**) sollte so beschaffen sein, dass sie möglichst wenige Verbindungen zu den mit ihr verwendeten Empfängern und Sendern benötigt. Für die Empfänger-Eingänge der Steuerung ist dies der jeweilige Demodulator-Ausgang, für die Sender die Sender-PTT (Push To Talk, d. h. Senderaktivierung) und Modulation.

Wenn hier von mehreren Transceivern geschrieben wird, so ist damit an einen Link-Transceiver und / oder einen Steuer-Transceiver für die Steuersequenzen der UAFRA gedacht.

Die NF sollte jeweils über hochwertige Tonfrequenz-Trafos ($K_{ges} < 0,3 \%$) geführt werden, die PTT ebenfalls galvanisch die Steuerung vom Senderzweig trennen.

1.1 NF-Aufbereitung nach der Demodulation

Die komplette NF-Aufbereitung nach der Demodulation sollte auf der oder den Leiterplatten der UAFRA erfolgen mit Verzerrungsgraden nicht größer als 0,1 % kges, weil sehr gute Funkenpfänger, allerdings meist vor der NF-Endstufe, schon ein SINAD-Signal von 50 dB abgeben können, was einem Gesamtklirrfaktor von 0,3 % entspricht. Dies allerdings ist ein Kunststück, denn die unterschiedlichsten Frequenzhübe werden von den Benutzern praktiziert. Signale mit sehr unterschiedlichen Wiedergabe-Amplituden werden daher von Relaisstellen wiedergegeben. Im Mobilverkehr – hier muss es laut und hell sein, weil das Fahrzeug selbst genügend tiefe Umweltfrequenzen erzeugt, ist ein möglichst ausgeglichener Lautstärkepegel unerlässlich. Das bedeutet, dass das NF-Signal geregelt werden muss. Demodulations- und spätere Modulationskennlinien wie FM nach PM und PM nach FM sollten bei der NF-Aufbereitung berücksichtigt und wahlweise auch fernprogrammierbar sein.

1.2 Rauschsperr(e)n

Um von den diversen Rauschsperrschaltungen der Empfänger unabhängig zu sein, ist eine Rausch-Auswerter-Schaltung erforderlich. Ob das Signal-Rauschverhältnis gemessen und beurteilt wird oder ob das Rauschen verstärkt und jeweils einem oder zwei selektiven Rauschverstärkern mit Gleichrichtern und Schaltstufen zugeführt wird die ihrerseits die NF sperren, bleibt dem jeweiligen Entwickler selbst überlassen. Berücksichtigt sollte allerdings die Tatsache werden, dass der Amateurfunkdienst sich aufgrund von Frequenzknappheit in Richtung kleinerem Kanal-Raster – 6,25 kHz – bewegt, was zwangsläufig die obere Grenzfrequenz des Rauschsperr-Schaltungsdesigns beschneidet.

1.3 Eimerkettenschaltung

Um das Nachrauschen beim Schließen der Rauschsperr(e) zu vermeiden, sollte das NF-Signal zwischengespeichert werden, ähnlich wie z. B. beim Grundig FK-105. Natürlich lassen sich beim Mobilfading mit Signalminima von 3,0-dB-Signalrauschverhältnis, sogenannte akustische Rauschfahnen nicht vermeiden. Doch hier muss die Rauschsperr(e) geöffnet bleiben, weil das Signal ja wieder ansteigen könnte. Sollte das Signal, weil es sich kontinuierlich aus der Reichweite des Umsetzers entfernt, 6,0 dB Signal-Rauschverhältnis nicht mehr nach einer gewissen Zeit erreichen, muss die Rauschsperr(e) schließen.

Das Aufteilen in eine statische Rauschsperr(e) in Eimerketten-Technik sowie einer dynamischen für schwache Signale wäre ebenfalls eine Alternative.

Das externe Ein- und Ausschalten der Rauschsperre im Grenzbereich mit z. B. 2135 Hz durch den Benutzer entspricht nicht mehr der heutigen Betriebstechnik.

1.4 Rufton-und Steuerfrequenz(en)-Auswerter

Der 1750-Hz-Rufton oder ein DTMF, z. B. DTMF 1 öffnet das Relais. Seine Hörbarkeit wird, sowie auch sämtliche anderen Steuerfrequenzen, auf der Ausgabe unterdrückt, sofern das nicht, wie bei CTCSS, vom Relaisverantwortlichen gewünscht wird, wenn digitale und analoge Modulation wechselseitig auf der gleichen Ausgabefrequenz ausgesendet werden.

Die UAFRA hat ihn selbstverständlich, den CTCSS-Dekoder und natürlich auch einen DTMF-Auswerter. Hier ist möglichst von fertigen Exemplaren wegen immer wieder auftretenden Lieferengpässen abzusehen. 3,0 dB Signal-Rauschverhältnis sollten für Ruf- und Steuertonauswerter realisierbar sein.

Zum Steuern der UAFRA-Betriebsparameter sollte der Eingang für einen zweiten Transceiver vorgesehen sein, der auch die jeweiligen Quittungs- und Bestätigungstöne – das kann auch in digitaler Sprache geschehen – aussendet.

1.5 Sprach-Erkennung

So wie das Erkennen eines Fingerprints heute State of art ist, so wenig elegant ist die Praxis, Betriebsabläufe mit Steuerfrequenzen und dazu auch noch für sämtliche anderen Beteiligten hörbar, über Amateurfunk-Relaisstellen zu senden. Selbst von der UAFRA in der Senderausgabe unterdrückte Steuersequenzen, schwingen immer am Anfang kurz an, was zwar den Effekt der ausgestrahlten Dauersequenz mit meist vollem Hub mindert, jedoch nicht völlig unterbindet.

Sie wollen mit Echolink im Funkbereich einer der Amateurfunk-Relaisstellen Berlins nach Ergoldsbach bei Landshut sprechen, dann sagen Sie ein einziges Wort: „Echolink.“ Und die freundliche Relaisstimme des Berliner Relais antwortet: „Bitte sprechen Sie die Nodenummer.“ Und Sie sagen: „Neun, sechs, eins, drei, fünf.“ Und die Berliner Relaisstimme antwortet: „Die Verbindung wird aufgebaut.“ Kurz danach meldet sich Deutschlands erste Relaisstelle auf einem Großwindrad in Ergoldsbach bei Landshut. Die Verbindung schließen Sie mit: „Ende Echolink.“ Und wenn man Sie nicht verstanden hat, wird Ihnen die freundliche Stimme antworten: „Ich konnte Sie leider nicht verstehen.“

Natürlich muss es nicht nur eine Stimme geben. Es lassen sich verschiedene Sprecherstimmen ins Leben rufen. Auch Relaisstellen-Betriebsparameter können angesagt werden. Und Statistiken können ausgegeben werden, z. B. wie viel Mal innerhalb von 12 Stunden die Relaisstelle aufgetastet wurde.

Man könnte sich z. B. mit einem schaltbarem Dämpfungsglied die Leistung für Versuche, der Amateurfunkdienst ist doch ein Versuchssender-Dienst, in 3,0-dB-Stufen, so wie es bei DB0ZU dem 2,0-m-Zugspitzrelais gehandhabt wird, schalten lassen – selbstverständlich mit zeitlicher Begrenzung und jeweils sprachlicher Ansage.

In meinen ersten „Gehversuchen“ verwende ich Voice Reader von Linguattec mit der Stimmer von Lara.

1.6 Signal-Erkennung

Irgendwann ist dieser unangenehme Störer nicht mehr der OM Waldheini, sondern er ist mit seinem tatsächlichen Rufzeichen über die Relaisstelle hörbar. Die Auswerteschaltung der UAFRA „kennt“ ihn, denn die meisten Sendesignale haben markante Eigenschaften, z. B. Phasenvergleichsfrequenz der PLL des oder der VCOs, z. B. magnetische Einstreuung ins Mikrofon des Benutzers oder ein Netzteilbrumm oder HF die ins Gerät einkoppelt. Auch Kratzen von Halbleiter-Übergängen der nicht fachgemäß montierten Antennenstecker – die lauschenden Ohren der EloKa-Spezialisten kennen ihre „Gegner“ ganz genau. Und eine intelligent konstruierte UAFRA ebenso.

2.0 Sender Modulationsaufbereitung

Eine Modulationsaufbereitung des Sendersignals ähnlich der in käuflich erwerbten Amateurfunk-Umsetzern ist wünschenswert. Allerdings muss der Sender-NF-Pfad der Steuerung eine kontinuierlich einstellbare weiche Begrenzung (Regelung) aufweisen, denn die Sender-Modulatorpfade mancher Funkgeräte, die auch für Umsetzersender verwendbar sein sollen, verfügen über keine ausreichenden Begrenzungseigenschaften, die den Maximalhub exakt begrenzen.

2.1 Programmierbarer Telegrafie-Rufzeichengeber

Das Rufzeichen der Relaisfunkstelle sollte für den Relaisverantwortlichen programmierbar sein und bis zu 40 Telegrafie-Zeichen (Buchstaben, Zahlen, Sonderzeichen) speichern können. Das Tonsignal sollte sinusförmig

und in der Amplitude einstellbar sein und von der übrigen Sender-Modulationsaufbereitung genügend entkoppelt sein.

2.2 Das programmierbare Roger-Signal

Bis zu sechs Buchstaben zuzüglich Pausen, z. B: ar pse k, sollten von 20 BpM bis 200 BpM im Sinustonfrequenzbereich von 400 Hz... 1000 Hz programmierbar sein. Vielleicht wird es auch beim „e“ oder „k“ bleiben.

Das Roger-Signal ist wichtig, wenn der „Eimerketten-Squelch“ zur Anwendung kommt, denn sonst kann mancher Benutzer nicht erkennen, ob die Gegenstelle eine Pause macht oder schon wieder auf Empfang ist.

2.3 Sprachansage des Rufzeichens oder programmierbare Sprachansage einer Relais-Gebrauchsanweisung

Das von DJ4JI erbaute sprechende Steinberg-Relais gab es schon in den 70-er Jahren. Damals mit einer langen Tonbandschleife mit Schaltstücken und verschiedenen Ansagen realisiert, war es nicht nur für mobile Durchreisende ein informativer Ohrenschaus.

Heute sind Sprachansagen in Relaisfunkstellen weit verbreitet, allerdings immer noch ohne künstliche Intelligenz. Entweder mit Telefon-Ansage-ICs oder der SVX-Link-Steuerung mit einem Raspberry-Pi bestückt, entwickeln Relaisfunkstellen immer mehr „sprachliches Eigenleben“.

Hier sollten Sie als Entwickler keine Scheu haben gänzlich Neues zu entwickeln. Der Verfasser dieser Zeilen verwendet in seiner Versuchsanordnung Voice Reader von Linguatex.

3.0 Zeitabläufe der Steuerung

Was ist sinnvoll und was nicht? Alles kann nerven – zu langsame und zu schnelle Abläufe. Sämtliche Zeitabläufe müssen möglichst über den Steuereingang der UAFRA auch fernprogrammierbar sein.

3.1 Auftasten des Relais

Vor dem allerersten Auftasten befindet sich die Ablaufsteuerung im **Selektivmode**.

Der Benutzer möchte, bevor er das Relais benutzt, feststellen können, ob dieses in Betrieb ist. Dazu tastet er die Relaisstelle in Verbindung mit Tonsignalen auf. Diese können – programmierbar – auf der Ausgabe-, also der Senderseite – ja / nein – unterdrückt werden.

Das 1750-Hz-, ein CTCSS-, oder ein DTMF-Signal werden zusammen mit dem in der Steuerung gewonnenen - Rauschsperr-Signal verknüpft.

Jetzt tastet der Umsetzer noch nicht auf, sondern erst nach der programmierbaren **Erstauftast-Verzögerungszeit** von etwa 1,0 s nachdem der Squelch sich wieder geschlossen hat.

Dieses ist auch die Zeit, die die rufende Station zur Umschaltung von Sendung auf Empfang benötigt, um auch das Relaisignal mit dem kompletten Rufzeichen zu empfangen. Das ist einer der Gründe, warum Relais immer mehrfach nacheinander aufgetastet werden, weil dem Benutzer keine Zeit zur Umschaltung gelassen wird.

Nach wiederum etwa 1,0 s, der programmierbaren **Ansageverzögerungszeit**, wird entweder eine **Telefonieansage** deren Inhalt programmierbar ist, ein **langes** oder **kurzes CW-Call** oder erst die Telefonieansage und dann das Rufzeichen, also ganz nach persönlichem Geschmack, von der Relaisstelle gesendet. Auch das sollte programmierbar sein.

Danach bleibt der Träger für die Dauer der programmierbaren **Sender-Nachlaufzeit** stehen.

3.2...3.4 Die Sender-Nachlauf- die Squelch-Halte- und die Roger-Verzögerungszeit

Ist die **Sender-Nachlaufzeit** abgelaufen, fällt der Relaisender ab, und es startet die programmierbare **Squelch-(Rauschsperr-) Haltezeit**.

Innerhalb dieser Zeit bleibt die UAFRA **unselektiv**, d. h. ein Träger auf der Eingabefrequenz löst ein sofortiges Auftasten des Senders ohne **Erstauftast-Verzögerungszeit** aus. Und jetzt hört man auch das **Roger-Signal (2.2)**, das durch die jeweils sich schließende(n) Rauschsperr(e)n erzeugt wird.

Wann das **Roger-Signal** ausgelöst wird, bestimmt die programmierbare **Roger-Signal-Verzögerungszeit**.

Wird vor dem Ablauf der **Squelch-Haltezeit** der Sender erneut aktiviert, so wird die Squelch-Haltezeit auf Null gesetzt und erst wieder gestartet, sobald der Sender wieder abgefallen ist.

Nach Ablauf der **Squelch-Haltezeit** „sagt“ der Relaisender dem Benutzerkreis noch kurz mit einer schnellen Rufzeichenkennung oder z. B. dem Wort: „Unselektiv“ „Bescheid“, bevor die Steuerung wieder in den Selektivmode schaltet.

3.5 Die Sende-Maximalzeit

Auch die **Sende-Maximalzeit** sollte programmierbar sein. Die **Sende-Maximalzeit** wird immer bei Öffnen der Rauschsperrung mit Aktivieren des Senders im selektiven wie unselektiven Mode gestartet. Sie wird, wie auch die **Squelch-Haltezeit**, bei erneutem Öffnen der Rauschsperrung auf Null gesetzt und neu gestartet. Bei Erreichen der **Sende-Maximalzeit** wird die NF vom Empfänger gesperrt und das schnelle Rufzeichen ausgesendet. Danach fällt der Sender ab und die UAFRA befindet sich ab da wieder im selektiven Mode. Ein anderes Verfahren, das Sendersignal sofort nach Wegnahme des Signals auf der Eingabe wieder zu aktivieren ist zwar für die Benutzer komfortabler, doch es gibt noch eine andere Anwendung. Es könnte ja auch geschehen, dass sich auf der Eingabe ein unabsichtlich aktivierter Dauerträger befindet, der in der Amplitude nicht konstant ist und die untere Schaltgrenze des Rauschsperr-Auswerters hin und wieder erreicht.

3.6 Rufzeichen im Standbybetrieb

Statistiken werden an verschiedenen Orten erstellt, so auch vom Relaisverantwortlichen. Dieser Modus dient der Überwachung der Relaisstelle durch den Verantwortlichen.

3.7 Sprachzwischenspeicher

Der Sprachzwischenspeicher, auch Papagei genannt, dient den Benutzern dazu, ihre eigenen Aussendungen selbst zu kontrollieren. An ihn sind hohe Qualitätsanforderungen bezüglich der Übertragungsqualität zu stellen, weil sonst ein Beurteilen des ausgesendeten Signals nicht möglich ist.

Der reine „Papagei-Betrieb“ macht allerdings nur mit der **Sprach-Erkennung (1.2.3)** Sinn, weil sonst Tonsteuerfrequenzen im normalen Betriebsablauf benutzt werden müssten.

3.71 Ansage- oder Rufzeichen-Zwischenspeicher

Mehrere Funkteilnehmer unterhalten sich angeregt über die Relaisstelle. Alle zehn Minuten sollte deren Kennung gesendet werden. Hierfür bieten sich mehrere Verfahren an.

- 1.) Entweder wird das Rufzeichen mit geringerem als dem Sprachpegel gesendet – Nachteil: Das Rufzeichen ist nicht verständlich.
- 2.) Beide Signale werden mit gleichem Pegel gesendet – Nachteil: Nutzsignal und Rufzeichen sind nicht verständlich.
- 3.) Das Rufzeichen wird nach Loslassen der PTT vor dem Rogersignal gesendet – Nachteil: Wartet die nächste Station das Rogersignal nicht ab stellt sich der Fall zwei ein.
- 4.) Die Sprache wird für die Zeit der der Rufzeichenkennung zwischengespeichert – Nachteil: Der Funkteilnehmer der gesprochen hat, hört sich nach Loslassen der PTT selbst für die Dauer der eingestauten Kennung sprechen. Doch dieses ist wohl das eleganteste Verfahren.

4.0 Programmierbare Betriebsparameter der Steuerung

Erstauftast-Verzögerungszeit: 1,0 s...5,0 s

Ansageverzögerungszeit: 1,0 s...5,0 s

Telefonieansage: Auch fernprogrammierbare Texte wie Rufzeichen, Betriebsmenü, Betriebsparameter, OV-Durchsagen, Hinweise sowie Antworten bei entsprechender Spracheauswertung.

Langes oder kurzes CW-Call oder Telefonieansage: auch durcheinander im laufenden Betrieb sollten programmierbar sein.

Sender-Nachlaufzeit: 0,0 s...120 s, ist z. B. bei Messfahrten, bei denen die Reichweite bestimmt werden soll, sehr dienlich.

Squelch-(Rauschsperr-) Haltezeit: 2,0 s...60 min

Roger-Signal: Bis zu sechs Buchstaben zuzüglich Pausen, z. B.: ar pse k, sollten von 20 BpM bis 200 BpM im Sinustonfrequenzbereich von 400 Hz...1000 Hz programmierbar sein.

Roger-Signal-Verzögerungszeit: 0,5 s...1,5 s

Sende-Maximalzeit: 5,0 min oder bei Rundsprüchen auch länger.

Sprachzwischenspeicher: Er muss ausreichenden Speichervorrat aufweisen.

Fern-Abschalten der Relaisstelle: Die Relaisstelle sollte jederzeit auch per Funk (z. B. zweiter Empfänger) ab- und wieder einschaltbar sein.

Sämtliche Programmierungen müssen speicherresistent sein, d. h. auch nach Netzspannungsausfall erhalten bleiben.