

Der Baken-Empfänger HB9AW

Entwicklungsbericht und Spezifikationen

Stand: 20.11.2015

Hans Zahnd, HB9CBU



Hardware

Für den Empfang mit automatischer Feldstärkeregistrierung der Bake HB9AW im 60m-Band ist ein spezieller Empfänger entwickelt worden. Durch die Auslegung für nur eine einzige Frequenz sind Massnahmen zum Einsatz gekommen, die bei breitbandigen Empfängern nicht möglich sind:

- Ein schmalbandiges Quarzfilter mit einer Bandbreite von 200Hz direkt am Empfängereingang.
- Eine Zwischenfrequenz im NF-Bereich von 800Hz

Wesentliche Teile der Signalverarbeitung sind in einen Mikrokontroller verlagert worden (SDR-Konzept). Dadurch konnte der Hardware-Aufwand wesentlich verringert werden.

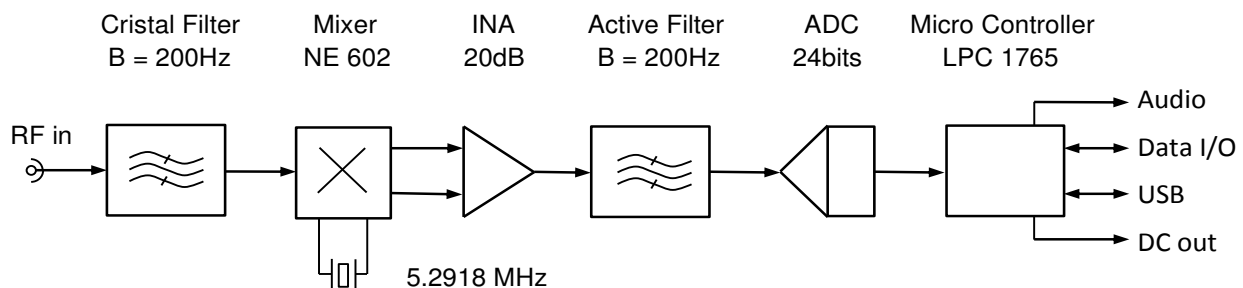


Fig. 1: HW-Blockschema

Das sehr schmalbandige Quarzfilter erlaubt eine hohe Unterdrückung von benachbarten Störsignalen und ermöglicht eine Dämpfung der Spiegelfrequenz ($f_0 + 1.6\text{kHz}$) von 55dB.

Die Verstärkung des Analogteils ist so bemessen, dass der AD-Wandler durch ein Eingangssignal von -40dBm ($S_9 + 33\text{dB}$) nicht übersteuert wird. Der messbare Übertragungsbereich liegt damit bei $>85\text{dB}$.

Das Empfangssignal steht nach der AGC-Regelung zur Überwachung zur Verfügung für den Anschluss eines Kopfhörers oder Lautsprechers. Der Schwellwert der AGC und die Lautstärke sind in je 3 Stufen konfigurierbar.

Der gemessene Empfangspegel wird im Abstand von 100ms als dBm-Wert über eine serielle Schnittstelle (RS422) ausgegeben. Über dieselbe Schnittstelle können Konfigurations-Befehle zum Empfänger gesendet werden.

Über eine weitere Schnittstelle kann ein dB-lineares DC-Signal zu Registrierzwecken abgegriffen werden (10mV/dB).

Die Speisung kann lokal oder über das Kabel der seriellen Schnittstelle vom Host (Raspberry-Pi) aus erfolgen. Die Speisespannung muss zwischen 8 und 12V liegen.

Die Hardware ist auf einer Leiterplatte 70 x 100mm in SMD-Technologie ausgeführt:

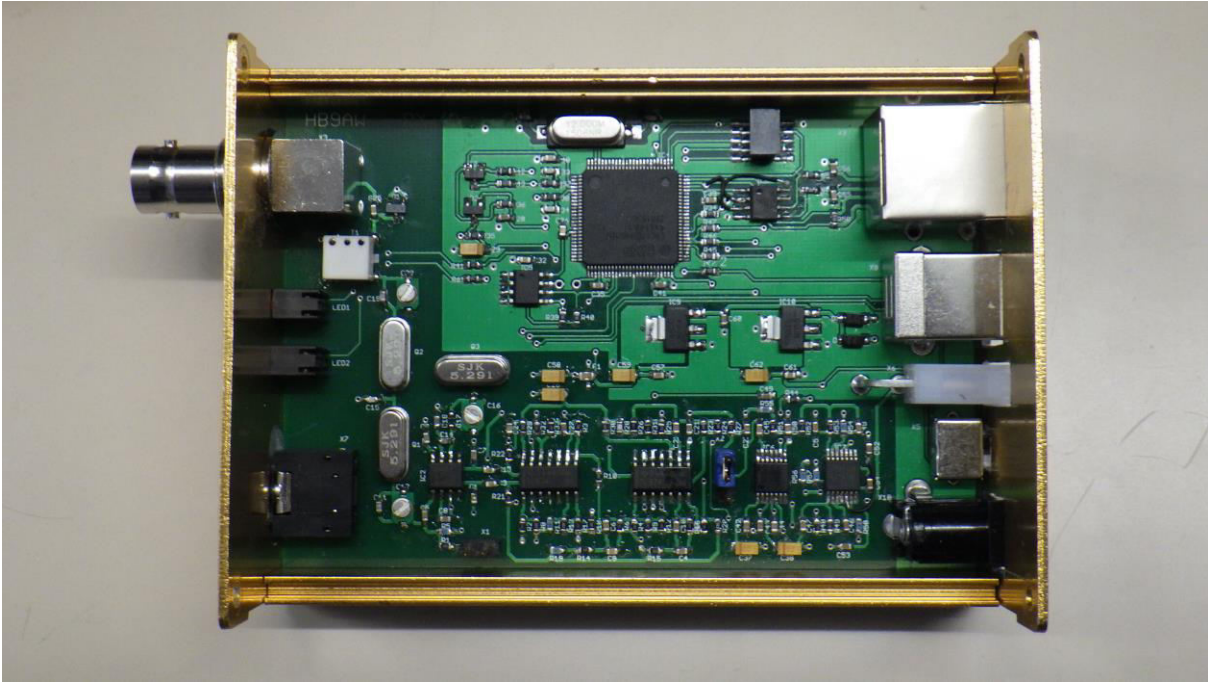


Fig. 2: Ansicht des Empfängers

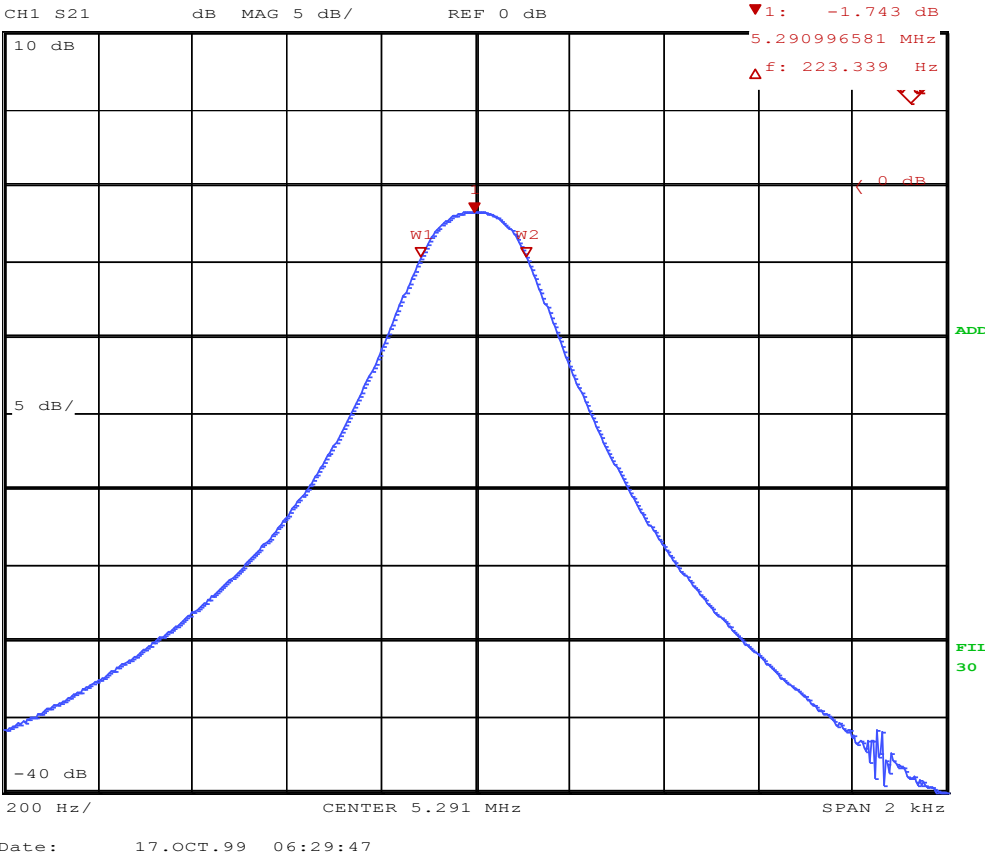


Fig. 3: Quarzfilter: die 3dB Bandbreite beträgt 232Hz, die 20dB Bandbreite 768Hz.

Software

Für die Signalverarbeitung wird ein Mikrokontroller LPC1765 eingesetzt. Dieser Kontroller weist ein gutes Preis/Leistungs-Verhältnis auf, ist mit der 32 Bit Arm3-Architektur genügend leistungsfähig und hat die erforderlichen Schnittstellen.

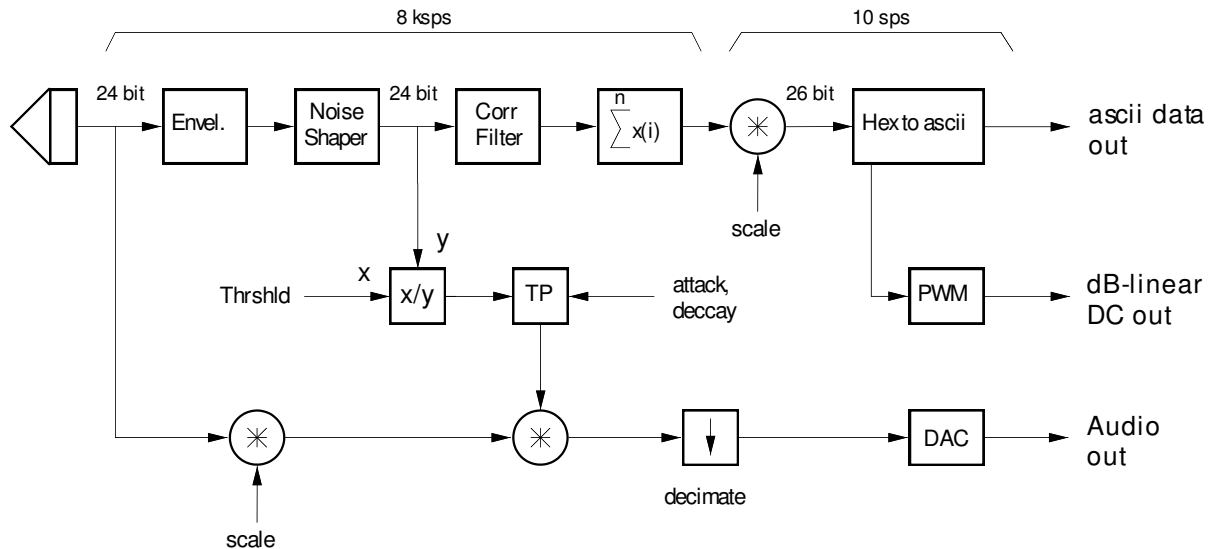


Fig. 4: Blockscheema der Signalverarbeitung

Der Block „Noise Shaper“ bewirkt eine wirksame Begrenzung von Störimpulsen, indem ein rapider Signalanstieg mit einer Rampe von 2dB/ms begrenzt wird. Der Nachteil, dass auch die Nutzsingale diesem Shaping unterworfen sind, ist vernachlässigbar, da nur die 5s langen Signale ausgewertet werden.

Im Block „Corr Filter“ erfolgt eine Rauschminderung mit Hilfe der Autokorrelation. Dabei wird das Empfangssignal mit dem eigenen Wert, der um 8 Perioden zurückliegt, multipliziert:

$$Y(t) = s(t) * s(t + \tau) \quad \text{wobei } \tau = 8 * T \text{ beträgt}$$

Nach der Gleichrichtung und Mittelung erreicht Y ein Maximum, wenn ein periodisches Signal mit der Periode T anliegt (volle Korrelation) und ein Minimum, wenn Rauschen anliegt (geringe Korrelation).

Mit Hilfe dieser Verarbeitung kann das Rauschen um ca. 13dB reduziert werden. Dies erlaubt, die fünf Töne der Bake bei normalen Bedingungen bis hinunter zur Leistung von 10mW zu registrieren. Aus Fig. 5 ist die Wirksamkeit des Korrelationsfilters ersichtlich.

Im Block „Hex to ascii“ wird aus dem gemittelten, linearen Wert der Feldstärke mit Hilfe einer Tabelle direkt auf den logarithmischen dB-Wert im ascii Text umgesetzt. Dies erspart die Log-Berechnung und die Konversion nach ascii. Dieselbe Tabelle liefert auch gleich den Wert für die Ansteuerung des Pulsweiten-Modulators, der eine dB-lineare Spannung für eine analoge Registrierung liefert. Die Datenausgabe erfolgt in der Form:

```
-70.5
-71.0
...
```

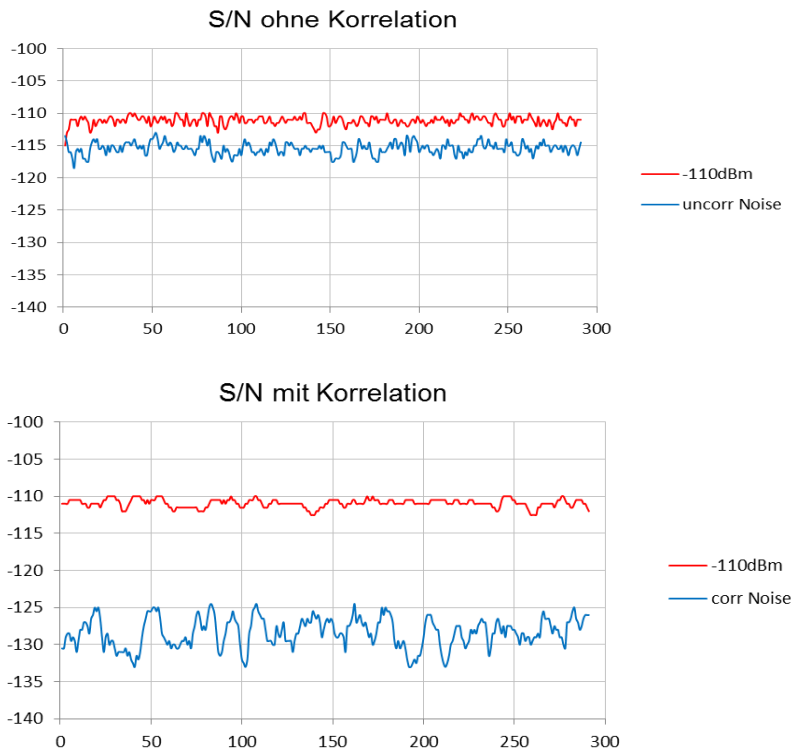


Fig. 5: Wirksamkeit des Korrelationsfilters

Konfiguration

Die Kommandos sind in der bekannten Set/Get-Struktur realisiert. Der Aufbau der Kommandos ist wie folgt:

- \$CA? bis \$CZ? für Abfragen von Konfigurations-Parametern (Get)
- \$XA? Bis \$XZ? für Abfragen von System-Parametern (Get)
der Rx antwortet mit CA=x (x = 0...9)
- \$CA=x bis \$CA=y für das Setzen von Parametern (Set) x,y = 0...9
der Rx bestätigt mit CA=x (x = 0...9)

Folgende Kommandos sind bereits implementiert:

- \$CA=0 Datenausgabe stoppen
- \$CA=1 Datenausgabe starten
- \$CA=2 automatische Ausgabe: wenn mit Sender synchronisiert, wird die Datenausgabe nach dem Rufzeichen gestartet und nach dem 10mW-Ton gestoppt.

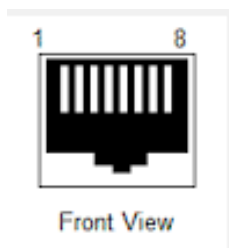
- \$CB=0 Korrelationsfilter aus
- \$CB=1 Korrelationsfilter ein

- \$CC=0 AGC-Schwelle = -110dBm
- \$CC=1 AGC-Schwelle = -100dBm
- \$CC=2 AGC-Schwelle = -90dBm

Schnittstellen

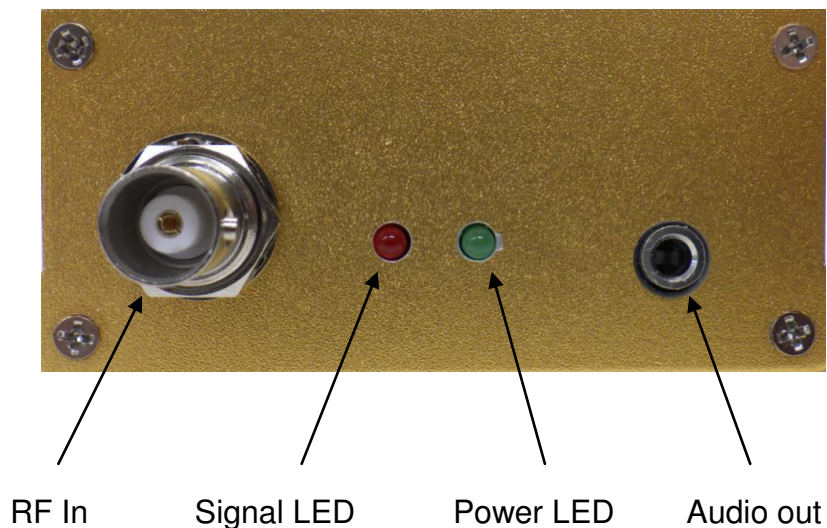
- RF In: Eingang 50Ω, BNC mit Feinschutz
- Audio: Audio-Ausgang zum Anschluss eines Kopfhörers oder Lautsprechers mit Stereo-Klinkenstecker 3.5mm
- Data: Buchse RJ45 für die serielle Kommunikation und Fernspeisung (asynchron, 19.2kbit/s, 8 Daten-Bits, 2 Stopp-Bits, no Parity)
- DC out: dB-linearer DC-Ausgang (10mV/dB)
- Power: lokale Speisung (alternativ zur Fernspeisung) 8...12V, <0.2A

Steckerbelegung der RJ-45-Buchse:



- Pin 1: Rx-Data+ (input)
- Pin 2: Rx-Data- (input)
- Pin 3: leer
- Pin 4: Tx-Data+ (output)
- Pin 5: Tx-Data- (output)
- Pin 6: leer
- Pin 7: Speisung +8...+12V
- Pin 8: GND

Bemerkung: input und output beziehen sich auf die lokale Schnittstelle



Spezifikationen

(provisorisch)

Frequenzbereich	5.291MHz \pm 50Hz	
Empfindlichkeit	-121dBm (0.2 μ V)	10dB S/N am Audio-Ausgang
Eigenrauschen	-133dBm (0.05 μ V)	Datenausgang, Korrelator aus
	< -140dBm	Datenausgang, Korrelator ein
Rauschmass	20dB	
Spiegelfrequenzdämpfung	55dB	fo + 1.6kHz
LO-Rückstrahlung	< 0.25nW	an Antennenbuchse gemessen
Bandbreite	200Hz	
AGC-Schwelle	-90 / -100 / -110dBm	einstellbar
NF-Signal	0.5V an 600 Ω 0.3V an 32 Ω 0.15V an 8 Ω	am Audio-Ausgang
Messgenauigkeit	\pm 2dB	im Bereich von -120...-40dBm
Linearität	\pm 1dB	im Bereich von -120...-40dBm
dB-linearer Ausgang	10mV/dB	0.2V bei -120dBm 1.0V bei -40dBm
Versorgungsspannung	8...12V DC	
Stromaufnahme	130mA	
Abmessungen	125 x 76 x 35mm	