

Frequenznormal 2  
SW-Version 2.07  
HW-Version 2.00

Andreas Lindenau DL4JAL

19. Januar 2018

### **Zusammenfassung**

Ich habe das Frequenznormal noch einmal überarbeitet und einen moderneren PIC18F45K22 eingesetzt. Dieser PIC besitzt auch ein Gate-Control für den Timer 1. Es gibt nur eine SW-Version und keine verschiedenen Varianten. Alle Anpassungen werden im SETUP gemacht. Die RS232-Baudrate vom GPS kann auch im SETUP eingestellt werden. Weiterhin habe ich die PWM erweitert um 2 Bit (gesamt 10 Bit), so dass die Spannungsreglung noch feiner regelt. Auch die Regelrichtung wird im SETUP festgelegt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Hardware</b>	<b>3</b>
1.1	Die ICs auf der Leiterplatte	3
1.1.1	4013D	3
1.1.2	LMC6482	3
1.1.3	PIC18F45K22	3
1.1.4	LTC1485	4
1.1.5	MC3487	4
1.2	Funktionsbeschreibung	4
1.3	Steckerbelegung	5
1.3.1	J1, 1PPS	5
1.3.2	J2, GPS-RX	5
1.3.3	J3, SV	5
1.3.4	J4, OCXO	5
1.3.5	J5, LED	6
1.3.6	J6, Programmer	6
1.3.7	J7, OCXO (Frequenz Input)	6
1.3.8	J8..J15, Ausgänge disziplinierte Frequenz	6
1.3.9	SV1, Brücken Anpassung Regelspannung	6
1.3.10	X1, Brücken Anpassung Regelspannung	7
<b>2</b>	<b>Software</b>	<b>8</b>
2.1	Power ON	8
2.1.1	Funktion, Initialisieren 4013	8
2.1.2	Funktion, Überwachen der GPS-RX Datensätze	8
2.1.3	Funktion, Überwachen des OCXO-Monitors	8
2.2	Messschleife und Disziplinierung des OCXO	9
2.2.1	Start des Messzyklusses	9
2.2.2	Das Ende des Messzyklusses	9
2.2.3	Auswertung der Messung	9
2.3	Tastenfunktionen	10
2.3.1	1=PWM	11
2.3.2	2=GPSsatz	11
2.3.3	3=Info	11
2.3.4	4=SETUP	12
2.3.4.1	SET RS232	12
2.3.4.2	SET OCXOmonitor	12
2.3.4.3	SET Uvco direct.	12
2.3.4.4	SET OCXO Frequ.	13

2.3.4.5 SET GPS Info . . . . .	13
<b>3 Schlusswort</b>	<b>14</b>

# Kapitel 1

## Hardware

Alle Komponenten zur Steuerung des Frequenznormales befindet sich auf einer Leiterplatte. Die Stromversorgung mit der Spannungsstabilisierung habe ich dieses Mal nicht mit auf die Leiterplatte implementiert. Die Tasten und LEDs sind mit enthalten, aber ich habe 2 Steckerbuchsen mit vorgesehen, so dass die LP an der Trennlinie abgesägt werden kann und separat im Abstand an die Frontplatte montiert werden kann.

### 1.1 Die ICs auf der Leiterplatte

#### 1.1.1 4013D

Vom 4013D wird nur eine Hälfte benutzt. Der Flip-Flop des 4013D hat eine besondere Funktion. Mit ihm wird die Gate-Freigabe des Timer 1 im PIC18F45K22 mit dem GPS „1PPS“ Signals realisiert. Jede L/H Flanke am „CLK“ des 4013D übernimmt den Pegel vom „D“ Eingang zum „Q“ Ausgang und gibt den „Timer 1“ im PIC18F45K22 frei oder sperrt diesen.

#### 1.1.2 LMC6482

Der Operationsverstärker LMC6482 ist für die Erzeugung der Regelspannung des OCXO verantwortlich. Mit den 2 Kombinationen  $1 \text{ MOhm} / 10\mu\text{F}$  wird eine entsprechend lange Regelzeitkonstante erreicht. Die Regelspannungsänderung sollte etwa gleitend auf 10 bis 15 Sekunden gestreckt erfolgen. Am PIN3 wird das PWM-Signal vom PIC18F45K22 eingespeist und mit dem Faktor 1 Verstärkt. Anschließend wird die Spannung je nach Brückenstellung entweder noch einmal mit dem Faktor 1 multipliziert (OCXO mit 5V max. Regelspannung) oder Faktor 1,6 (OCXO mit 8V max. Regelspannung).

#### 1.1.3 PIC18F45K22

Das ist der Mikrokontroller mit seinen ganzen Funktionen.

### 1.1.4 LTC1485

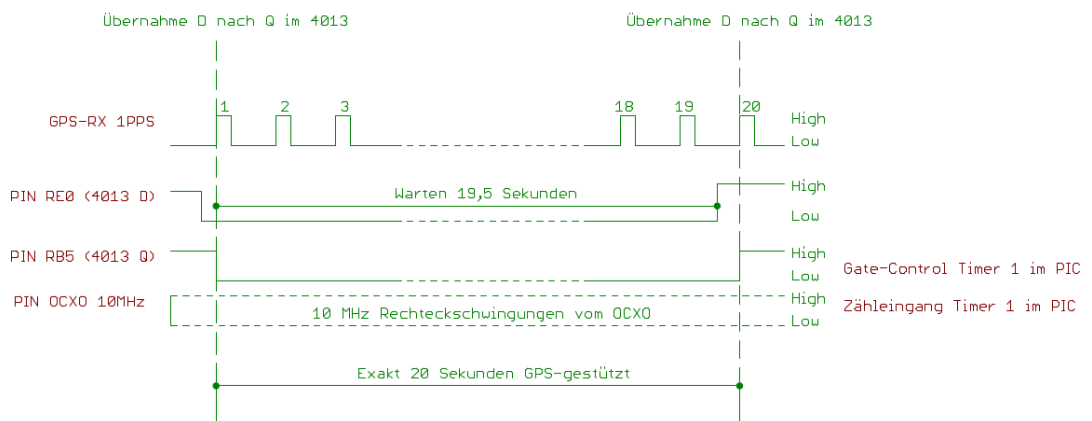
Dieser IC macht aus der Sinusschwingung ein Rechtecksignal. Das Rechtecksignal wird verteilt zum MC3487 und zum PIC18F45K22, Zähleringang des Timer 1 PIN „RC0“. Der Ausgang am LTC1485 sollte kontrolliert werden ob ein etwa symmetrisches Rechtecksignal entsteht. Das ist die Voraussetzung für eine korrekte Zählung der Frequenz im PIC18F45K22.

### 1.1.5 MC3487

Dieser IC verteilt das 10MHz Signal auf viele Ausgänge. Der MC3487 besitzt eine Freigabe, so dass der PIC18F45K22 das Ausgangssignal erst frei gibt, wenn die Frequenz fast genau stimmt. Da geschieht mit dem PIN „RE1“ vom PIC18F45K22. Die Freigabe ist verknüpft mit der LED „Frequenzfreigabe am 10MHz Ausgang“, Vorzugsfarbe „grün“.

## 1.2 Funktionsbeschreibung

Die Grundidee zu diesem Frequenznormal habe ich der italienischen Zeitschrift „radio electronica“ Heft 10/2011 entnommen. „IK00TG Pietro Tancioni“ beschreibt die FLL (Frequenz Locked Loop) mit einer PIC von Microchip per GPS-1PPS Takt. Diese Idee habe ich aufgegriffen und noch etwas verbessert. Die OCXO Frequenz wird mit dem sehr genauen 1PPS Sekundentaktsignal des GPS Empfängers nach geregelt. Mit dem 4013 Flipflop und dem 1PPS Signal vom GPS wird exakt 20 Sekunden lang die OCXO Frequenz mit dem PIC18F45K22 gezählt. Das „Gate-Control-PIN“ wird für die Öffnung der Torzeit (20 Sekunden) benutzt. Wie das genau funktioniert sehen wir im Diagramm.



Durch die Zählzeit von 20 Sekunden entspricht die Abweichung von  $\pm 1$  des Zählergebnisses genau  $\pm 0,05$  Hz. Der hier geschilderte Ablauf wiederholt sich ständig und die PWM im PIC18F45K22 regelt die OCXO-Frequenz auf genau 10 000 000,00 Hz nach. Werden im GPS-RX genügend Satelliten empfangen ist der 1PPS Sekundenimpuls sehr genau und die Frequenznachreglung funktioniert exakt.

## 1.3 Steckerbelegung

### 1.3.1 J1, 1PPS

Normalerweise wird hier ein 1 Sekunden-Taktsignal. Ich verwende das Signal invertiert vom J2 Stecker. Ich hatte diese Buchse für andere Sekundentakte gedacht. Meine Idee war ursprünglich ein Sekundentakt aus einem DCF-RX. Diese Idee habe ich aber wieder verworfen.

1. GND
2. 1PPS vom GPS-RX

### 1.3.2 J2, GPS-RX

Achtung dieser Stecker ist neu für 5V ausgelegt. Angeschlossen wird das GPS-Modul „QLG1 GPS Receiver kit“ von QRP Labs.

1. +5V Stromversorgung
2. GND
3. RS232 TX vom GPS
4. 1PPS vom GPS
5. frei

### 1.3.3 J3, SV

Stecker für die Stromversorgung vom Netzteil.

1. +12V
2. +5V
3. GND

### 1.3.4 J4, OCXO

Stecker für den OCXO von Isotemp „OCXO134-10“. Mit den Brückensteckern „SV1“ und „X1“ kann man die OCXO-Typen mit der Regelspannung anpassen.

1. +12V
2. GND
3. VCO Regelspannung 0..8V
4. +8V vom OCXO. Stabilisierte Spannung 8V, Betriebsspannung für den Operationsverstärker.
5. Oven Monitor. Ausgang 0..5V

### **1.3.5 J5, LED**

An diesem Stecker werden 3 LEDs angeschlossen.

1. frei
2. LED leuchtet bei „Frequenzfreigabe am 10MHz Ausgang“. Vorzugsfarbe „grün“.
3. LED leuchtet bei „FLL-Reglung OFF“. Zu große Frequenzabweichung. Vorzugsfarbe „rot“.
4. LED leuchtet nach „Power ON“. Vorzugsfarbe „grün“.
5. GND

### **1.3.6 J6, Programmer**

An diesem Stecker wird der PIC per ICSP programmiert. Wer nicht per ICSP programmiert, kann diesen Stecker auch weg lassen.

1. MCLR
2. RB7/PGD
3. GND
4. RB6/PGC
5. +5V

### **1.3.7 J7, OCXO (Frequenz Input)**

An diesem Stecker wird die OCXO-Frequenz eingespeist.

1. Frequenz vom OCXO
2. GND

### **1.3.8 J8..J15, Ausgänge disziplinierte Frequenz**

8 Ausgänge der disziplinierten Frequenz für verschieden Verbraucher.

1. Frequenz Rechtecksignal
2. GND

### **1.3.9 SV1, Brücken Anpassung Regelspannung**

Durch Brücken kann man das Maximum der Regelspannung anpassen. Je nach dem welcher OCXO zum Einsatz kommt. Dazu ist auch noch die Brücke X1 zu beachten.

1. 5Volt
2. Betriebsspannung Operationsverstärker
3. 8Volt



### **1.3.10 X1, Brücken Anpassung Regelspannung**

Wird diese Brücke gesteckt ist auch die Betriebsspannung des Operationsverstärkers auf 8V einzustellen. Die Regelspannung vom PIC18F45K22 0..5V erhöht sich linear auf 0..8V.

# Kapitel 2

## Software

Die Software im PIC18F45K22 wurde wieder von mir in Assembler geschrieben.

### 2.1 Power ON

Nach dem Einschalten der Baugruppe wird zuerst der PIC18F45K22 initialisiert. Die LED-grün „Power ON“ beginnt zu leuchten. Anschließend das LCD-Display und die ersten Texte erscheinen im Display.

#### 2.1.1 Funktion, Initialisieren 4013

Wie schon im Kapitel „Funktionsbeschreibung“ erläutert, hat der CMOS-IC 4013 eine ganz wichtige Funktion. Damit der Ausgang „Q“ des 4013 anfangs den richtigen Pegel hat, wird mit den Impulsen vom „1PPS“ des GPS-RX der 4013 richtig eingestellt, initialisiert. Nicht jeder GPS-RX gibt sofort die „1PPS“ Impulse aus. Deshalb kann es passieren, dass an dieser Stelle erst einmal der PIC18F45K22 auf die ersten „1PPS“ Impulse warten muss. Das kann je nach GPS-RX eine Weile dauern. Es erscheint im Display „Init Flip-Flop“, „Warten auf 1PPS!“. Diese Funktion wird auf alle Fälle ausgeführt.

#### 2.1.2 Funktion, Überwachen der GPS-RX Datensätze

Ist im „SETUP“ die RS232 aktiviert, wird als nächster Schritt ständig der Datensatz „GSA“ vom PIC ausgelesen. In diesem Datensatz steht die Qualität des Satellitenempfanges als „Fix“, „2D“ und „3D“. Manche GPS-RX geben erst ab „3D“ den Datensatz „GGA“ aus. Es wird also so lange gewartet bis die Qualität „3D“ beträgt und der „GGA“ Datensatz ausgewertet werden kann.

#### 2.1.3 Funktion, Überwachen des OCXO-Monitors

Ist im „SETUP“ die Funktion OCXO-Monitor aktiv, wartet hier die Software so lange bis der Thermostat im OCXO ausreichend gut funktioniert. Besitzt der OCXO einen Monitorausgang, steigt die Spannung bei korrekter Thermostat-Funktion an und die Software ist bereit für die erste Messung. Die **Puls-Weiten-Modulation** wird auf den Wert 512 eingestellt, als Startwert.

## 2.2 Messschleife und Disziplinierung des OCXO

Die Messschleife wird endlos ausgeführt und Gliedert sich in folgende Abschnitte. Ein Impulsdigramm dazu ist im Kapitel 1.2 auf Seite 4 zu sehen.

### 2.2.1 Start des Messzyklusses

Ist die RS232 aktiv wird als erstes in Messzyklus der GPS-RX abgefragt und die Empfangsqualität ermittelt und abgespeichert. Die Messzeit für die Frequenz des OCXO beträgt 20 Sekunden. Die Messzeit wird gestartet mit der L/H Flanke des „1PPS“ Impulses des GPS-RX. Der „1PPS“ ist mit „CLK“ des 4013 verbunden. Jede L/H Flanke an „CLK“ übernimmt den Pegel vom Eingang „D“ nach Ausgang „Q“ und invertiert zum Ausgang „/Q“. Gestartet wird indem der „D“ Eingang des „4013“ auf LOW gelegt wird. Die nächste L/H Flanke des „1PPS! Impulses übernimmt den LOW-Pegel am Pin „D,, und gibt an „Q,, vom „4013,, den LOW-Pegel aus. „Q,, ist verbunden mit dem PIN RB5 des PIC18F45K22. RB5 ist das „Gate Control-PIN,, vom Timer 1. Sobald „Gate Control,, auf LOW ist beginnt der Timmer 1 am Eingang „RC0,, die Schwingungen des OCXO zu zählen.

### 2.2.2 Das Ende des Messzyklusses

Intern im PIC18F45K22 warten wir mit einem Timer bis 19,5 Sekunden vergangen sind. In dieser Warteschleife werden auf dem Display neben der Sekundenangabe zusätzliche Infos ausgegeben. Ist das BIT für die Infoausgabe im SETUP gesetzt werden nacheinander der Locator, die Höhe über NN und die genaue Qualität des Satellitenempfanges DDOP ausgegeben. Zum Schluss erscheint wieder der Wert der PWM. Sind 19,5 Sekunden vergangen, legen wir an „D,, des 4013 den Pegel HIGH. Mit der nächsten L/H Flanke des „1PPS“ Impulses des GPS-RX wird der HIGH-Pegel an „Q“ ausgegeben. Das „Gate Control“ wird HIGH und Timer 1 ist gesperrt. Die Zeit zwischen den beiden L/H Flanken des „1PPS“ beträgt genau 20 Sekunden (GPS genau). Also mit vielen Stellen nach dem Komma.

### 2.2.3 Auswertung der Messung

Sind die Register ausgelesen muss sich bei genau 20 Sekunden Messzeit und einer Frequenz von 10MHz genau der Betrag 200 000 000 ergeben. Weicht das Zählergebnis ab, stimmt die OCXO-Frequenz nicht. Mit der PWM wird die VFC-Spannung am OCXO verändert. Ist die Qualität des GPS-Empfanges gut genug, „3D“ Satelittenauswertung, beginnt die Auswertung der FLL. Ohne „3D“ wird die FLL übersprungen und die PWM bleibt so. Die FLL (Frequenc Locked Loop) arbeitet nach folgende Regeln:

**Abweichung +/- grösser 5 Hz** Die FLL wird übersprungen. Die LED „FLL OFF“ leuchtet. Es erfolgt keine Nachreglung der VFC-Spannung am OCXO. Erst wenn die Abweichung kleiner +/- 5 Hz beginnt die FLL zu regeln. Die LED „FLL OFF“ verlischt.

**Abweichung +/- grösser 0,5 Hz** Die LED „FLL OFF“ verlischt. Die PWM wird um +/- 18 Punkte verändert. Je nach Regelrichtung. Regelrichtung

wird im SETUP festgelegt, je nach OCXO Datenblatt.

**Abweichung +/- grösser 0,25 Hz** Die LED „FLL OFF“ verlischt. Die PWM wird um +/- 5 Punkte verändert. Je nach Regelrichtung.

**Abweichung +/- grösser 0,15 Hz** Die LED „FLL OFF“ verlischt. Die PWM wird um +/- 2 Punkte verändert. Je nach Regelrichtung.

**Abweichung +/- kleiner 0,15 Hz** Die LED „FLL OFF“ verlischt. Die PWM wird um +/- 1 Punkte verändert. Je nach Regelrichtung.

**Abweichung gleich 0 Hz** Die LED „FLL OFF“ verlischt. Keine Veränderung der PWM. Ist dieser Zustand erreicht, wird die Frequenzangabe „Frequenzfreigabe am 10MHz Ausgang“ nie wieder gesperrt. „LED grün“ leuchtet immer. Im Display obere Zeile ist nach der Frequenzangabe in „Hz“ noch ein „\*“ zu sehen („10000000,00Hz\*“). Ist dieser Stern im Display bleibt die Frequenzangabe immer an, die „grüne LED“ leuchtet. Der OCXO bleibt in seiner Frequenz über lange Zeit stabil, auch ohne FLL. Die FLL schaltet ab, wenn der Satellitenempfang sehr schlecht wird oder die „1PPS“ Impulse aus setzen. Die LED „FLL OFF“ beginnt zu leuchten. Das Frequenznormal bleibt aber bei seiner stabilen Frequenz, auch wenn der Satellitenempfang sehr schlecht wird.

Weitere Regeln sind:

**Frequenzabweichung +/- kleiner gleich 1 Hz** Die Frequenzangabe wird frei gegeben. Die „LED grün“ leuchtet. Wurde eine Frequenzabweichung von 0Hz erreicht, bleibt die Frequenzangabe dauerhaft auf „EIN“. Im Display ist nach der Frequenzangabe ein Stern zu sehen. Beispiel: „10000000,00Hz\*“. Die „Frequenzfreigabe am 10MHz Ausgang“ ist dauerhaft EIN.

**Sat-Qualität ist nicht „3D“** Die PWM bleibt auf dem momentanen Wert stehen bis die Sat-Empfang wieder „3D“ ist. Die LED „FLL OFF“ beginnt zu leuchten.

Mit diesen Regeln entsteht eine sehr stabile Frequenznachregelung, FLL (Frequenz Locked Loop), auch wenn die LED „FLL OFF“, bei sehr schlechtem Satellitenempfang ab und zu zu leuchten beginnt.

## 2.3 Tastenfunktionen

Sobald eine Taste gedrückt wird ändert sich die LCD-Anzeige und es können verschiedene Funktionen ausgeführt werden.

**1=PWM** Verschiedene Funktionskontrollen der PWM können ausgeführt werden.

**2=GPSatz** Ansicht der Inhalte der beiden Datensätze „GSA“ und „GGA“.

**3=Info** Informationen, die aus den Datensätzen des GPS-RX gewonnen werden, werden angezeigt. Voraussetzung ist der Anschluss an die RS232 des GPS-RX.

**4=Setup** Zugang zum SETUP. Verschiedene Grundeinstellungen zur Baugruppe.

### 2.3.1 1=PWM

Damit die Frequenznachreglung am OCXO gut funktioniert sind Kontrollen der korrekten Arbeitsweise der PWM nötig. Wir müssen erst einmal so lange warten bis der OCXO sich auf die richtige Frequenz eingeschwungen hat. Das dauert etwa 30 Minuten mit meinem OCXO-Typ. Die Korrekte 1PPS Signale sind auch notwendig. Das sollte aber auch nach 30 Minuten Arbeitszeit des GPS-RX der Fall sein. Folgende Kontrollen sollten dann durchgeführt werden.

- 1=1023** Mit der Taste 1 wird die PWM auf den maximalen Wert eingestellt. Die Spannung steigt auf den maximalen Wert von 5 Volt am PIC und am Ausgang des OPV auf 8 Volt oder 5 Volt je nach gesteckter Brücke. Die Spannungen sind zu kontrollieren. Die Frequenz des OCXO sollte maximal 5 Hz von der Sollfrequenz abweichen. Je nach Regelrichtung + oder - 5 Hz.
- 2=0** Mit der Taste 2 wird die PWM auf den minimalen Wert eingestellt. Die Spannung sinkt auf fast 0 Volt. Auch hier die Spannung kontrollieren und die Frequenzabweichung maximal 5 Hz.
- 3=512** Mit der Taste 3 wird die PWM auf die Spannungsmitte eingestellt. Die Spannung bitte nachmessen. Die OCXO-Frequenz sollte etwa stimmen.
- 4=x** Die Taste 4 aktiviert wieder die normale FLL Funktion. Ist die „PWM-Kotrollfunktion“ aktiv, ist die PWM-Angabe im Display mit einem anschließenden „F“ bezeichnet, (z.B.: „PWM=512F“).

### 2.3.2 2=GPSsatz

- 1=GSA** Der Inhalt des Datensatzes wird angezeigt. Weiter scrollen mit Taste 1..3. Abbruch Taste 4.
- 2=GGA** Der Inhalt des Datensatzes wird angezeigt. Weiter scrollen mit Taste 1..3. Abbruch Taste 4.
- 4=Cancel** Funktion beenden.

### 2.3.3 3=Info

- Locator** Der Locator wird aus den Gradangaben berechnet (nur nördliche Breite und östliche Länge)
- Hoeh-NN** Die Höhenangabe über NN. An dieser Angabe kann man die Qualität des Sat-Empfanges einschätzen.
- Breitengrad** Breitengrad mit Kommastellen.
- Laengengrad** Laengengrad mit Kommastellen.
- Pos(DOP)** Wert der Qualität des Sat-Empfanges (Position).
- Hor(DOP)** Wert der Qualität des Sat-Empfanges (Horizontal).
- Ver(DOP)** Wert der Qualität des Sat-Empfanges (Vertikal).
- OCXOmon** Die Spannung am Monitorausgang des OCXO als ADC-Wert 0..1023.

### 2.3.4 4=SETUP

Mit der Taste 4 kommen wir in das SETUP.

**1=set** Ausführung der Funktion in Zeile 1 LCD-Display

**2=next** Nächste Funktion

**4=x** Beenden des SETUP

Folgende Funktionen sind vorhanden.

**SET RS232** Einstellen der RS232. Verschiedene Baudraten oder Ausschalten.

**SET OCXOmonitor** EIN/AUS der Monitorfunktion.

**SET Uvco direct.** Regelrichtung der Spannung der PWM.

**SET OCXO Frequ.** Einstellung der OCXO-Frequenz, wenn sie von 10MHz abweicht.

**SET GPS Info** EIN/AUS der LCD-Infoanzeige während der Wartezeit der 20 Sekunden.

#### 2.3.4.1 SET RS232

Einstellen der RS232. Entweder „AUS“ oder die entsprechende Schnittstellengeschwindigkeit.

**OFF** RS232 AUS.

**4800Bd** RS232 4800 Baud. Das ist der Default.

**9600Bd** RS232 9600 Baud.

**19200Bd** RS232 19200 Baud.

#### 2.3.4.2 SET OCXOmonitor

Besitzt der OCXO einen so genannten Monitorausgang, kann das Thermostat überwacht werden. Nach „Power ON“ wartet dann die Software so lange, bis der Monitorausgang vom OCXO eine Spannung ausgibt, die signalisiert das die Solltemperatur erreicht wurde. Ich habe eine zwei verschiedenen OCXOs von „Isotemp“. Der eine gibt eine Spannung von etwa 800mV am Monitorausgang ab, wenn die Temperatur des Thermostates in etwa stimmt. Der andere OCXO einen digitalen Ausgang und schaltet von 0V auf 5V, wenn die Temperatur stimmt. Möchte man diese Überprüfung bei „Power ON“ nicht, kann man die OCXO-Monitorfunktion ausschalten. Ist der Monitor aktiv, wird bei einem ADC-Wert von größer 128 ADC die Messschleife verlassen und das Programm fortgesetzt.

#### 2.3.4.3 SET Uvco direct.

Dieser Punkt bestimmt die Regelrichtung der PWM am Punkt VFC oder Uvco des OCXO. Es gibt OCXOs, bei denen mit steigender Uvco Spannung die Frequenz sinkt. Dazu zählt ein Typ meiner OCXOs von Isotemp. Bei anderen OCXOs ist es anders. Mit steigender Spannung steigt auch die Frequenz an. Die Regelrichtung wird hier festgelegt. Die Regelrichtung lässt sich mit der Tastenfunktion „PWM“ ermitteln.

#### **2.3.4.4 SET OCXO Frequ.**

In dieser Softwareversion funktionieren nur OCXOs mit 10 MHz. Angedacht ist auch noch andere OCXO-Frequenzen in dieser Baugruppe einzusetzen. In diese Softwareversion funktionieren aber nur OCXOs mit 10MHz Frequenz.

#### **2.3.4.5 SET GPS Info**

In der Wartezeit der Messschleife von 20 Sekunden, kann man sich Infos vom GPS-RX an Stelle des PWM-Wertes anzeigen lassen. Diese Anzeigeinfo kann man hier EIN oder AUS schalten. Ist dieser Punkt aktiv wird an Stelle des PWM-Wertes angezeigt:

**ab Sekunde 20** der PWM-Wert.

**ab Sekunde 17** Der Locator.

**ab Sekunde 13** Die Höhe NN.

**ab Sekunde 9** Der PDOP-Wert.

**ab Sekunde 5** wieder der PWM-Wert.

Die Sekunden zählen rückwärts.

## Kapitel 3

# Schlusswort

Die Software arbeitet mit dem neuen PIC18F45K22 besser. Ich habe meine alte Hardware umgebaut und bin mit dem Frequenznormal sehr zufrieden. Jetzt habe ich ein zweites Frequenznormal mit der neuen Leiterplatte aufgebaut. Interessant ist, die beiden 10Mhz-Signale auf einem Zweikanal-Oszi anzuschauen und zu vergleichen. Ist der Satellitenempfang gut sind beide Signal über länger Zeit deckungsgleich und verändern sich kaum. Das ist für mich eine gute Kontrolle der korrekten Funktion des Frequenznormales. Ab und Zu brauche ich eine so genau Referenzfrequenz zum Kalibrieren.

**Dieses Projekt darf nicht kommerziell vermarktet oder genutzt werden. Alle Rechte liegen bei DL4JAL (Andreas Lindenau).** Ich wünsche viel Spaß beim Basteln.

vy 73 Andreas DL4JAL

✉ DL4JAL@t-online.de