

## Einstellen der Regelcharakteristik und Anpassung an den verwendeten OCXO :

### Vorbereiten des Oszillators:

#### Allgemeines:

Grundsätzlich kann jeder Oszillator der eine elektronische Nachstimmmöglichkeit hat an das CRO-Board (CROB) angeschlossen werden. Jedoch durch das Mess- und Nachregelverfahren bedingt, sollte der Oszillator aber eine ausreichende Eigenstabilität aufweisen (OCXO) und die Nachregelspannung direkt zwischen 0.4 und 4.8 Volt liegen. Angestrebt werden sollte ein geringer Frequenzhub bei großer Spannungsänderung. Allerdings soll natürlich der zu erwartende eigene Frequenzhub aus Alterung oder aus thermischen Einflüssen über die Regelspannung abgedeckt werden können. Mit externer Hardware sind natürlich andere Spannungswerte nutzbar.

Der Pegel des Signals (Fx) des Oszillatorausgangs der zum CROB geht muss ausreichend groß sein. Am besten man misst mit einem geeigneten Oszilloskop am Ausgang des letzten Vorverstärkers auf dem CROB ob in etwa TTL-Pegel vorliegt.

Bevor der Oszillator an das Messwerk angeschlossen wird, sollte er ausreichend lange eingelaufen und thermisch eingeschwungen sein. Dies kann mehrere Stunden bis einige Tage oder Wochen dauern. Das CROB versucht dann auf das Signal zu synchronisieren. Dies wird erst dann gelingen, wenn die Frequenz sich ausreichend stabilisiert hat und die Ist-Frequenz nahe genug bei der Sollfrequenz liegt. Es empfiehlt sich den Oszillator und den Analogteil des CROs zusammen zu versorgen und wenn möglich niemals ausschalten.

#### **Erstmaliger Anschluss:**

Vorausgesetzt wird hier, dass die Einstellungen die die Referenz betreffen bereits getätigt sind und dass ein Referenzsignal (1PPS oder VSYNC) vorhanden ist.

Nun muss zunächst die **Sollfrequenz** des Oszillators im Setup des CROB eingetragen werden. Als nächstes hat sich bewährt, die Einstellung **p\_factor** auf den Wert 100 oder größer zu stellen. Dies erlaubt eine Synchronisierung auch von momentan nicht so genau justierten oder etwas mehr „laufenden“ Oszillatoren. Jetzt müsste normalerweise die Synchronisierung gelingen (ggf. einige Synchronisierungsversuche abwarten).

Wenn der Oszillator eingeschwungen ist und der Pegel stimmt, kann er an das CROB angeschlossen werden. Beim erstmaligem Anschluss ist es erforderlich, mit einem Frequenzzähler die Sollfrequenz möglichst genau (ausreichend sind +- einige Hz) einzustellen.

Das CROB sollte dann zunächst beim Verfügbarkeitstest von **Fx** und **1PPS** oder **VSNYC** jeweils **ok** angezeigt werden. Die Synchronisierung wird zu diesem Zeitpunkt jedoch noch nicht gelingen.

Wenn die V24 Verbindung zum PC besteht, sollte nach Aufruf der **On-Line Analyse**, die Ergebnisse des Phasenmesswerks sichtbar werden. Dazu beim CROB die Funktion **100 sec loop on** auswählen (CRO supported coarse adjustment). Man sollte sich vergewissern, dass 2.5V vom **Analog Teil** geliefert werden wenn er angeschlossen ist, oder dass stabile und saubere 2.5V auf sonstige Weise erzeugt am Nachstimmeingang des Oszillators anliegen. Beim PC-Programm **Display Timeframe** auf 900 stellen und die Auflösung von **absDiff** und **dDiff** solange vergrößern oder verkleinern bis ein sinnvolles ablesen der Ergebnisse möglich ist. Nun sollte bei **absDiff** eine Art Sägezahn sichtbar sein und bei **dDiff** eine „verrauschte“ horizontale Linie.

Am Trimm-Kondensator des Oszillators sollte jetzt solange in die entsprechende Richtung gedreht werden, bis der Sägezahn so flach wie möglich wird. Als Hilfe kann man bei **dDiff** eine Verschiebung der horizontalen Linie feststellen. Sie sollte so nahe wie möglich bei der Null-Linie liegen.

Hat man dies geschafft und bleibt dieser Zustand für einige Zeit stabil, kann man den Wert von **p-factor** verkleinern und die Prozedur erneut beginnen. Das beste Ergebnis wird erreicht, wenn der Wert von **p-factor** 1 ist. Schafft man das nicht, was normalerweise bei Selbstbauten der Fall ist, sollte man versuchen wenigstens auf einen Wert unter 50 zu kommen. Weiter unter spielt der Wert von **p\_factor** nochmals eine Rolle und muss dort ggf. nochmals verändert werden.

#### **Hinweise:**

Bei **p\_factor** 1 und kleinen Auflösungswerten von **absDiff** und **dDiff**, ist die Einstellung am Kondensator sehr diffizil.

Ist die Steigung des Sägezahns nicht konstant (keine Gerade) läuft der Oszillator (noch), oder er ist nicht sehr geeignet für die Nachregelung.

#### **Aufnahme der Regelkennlinie:**

Die Nachführung von Oszillatoren mit Hilfe des CROB basiert auf der groben Kenntnis der Regelkennlinie. Nach einem festen zeitlichen Ablauf, wird nun die Regelkennlinie aufgenommen. Im Setup Menü muss dazu „**characteristic get**“ ausgewählt werden. Bei der Aufnahme der Charakteristik wird nun der gesamte Regelspannungsbereich von 0.3V bis 4.8V in 0.1 V Schritten komplett durchfahren und die zugehörige Frequenz gemessen. D.h. eigentlich wird die absolute Differenz der Phasencounterwerte bei entsprechender Spannung ermittelt. Die so gewonnenen Daten sind Stützwerte bei der Berechnung des Nachstellwertes des D/A-Wandlers und werden im EEPROM gespeichert. Daraus wird auch die Lage der Regelkennlinie ermittelt, ob positiv oder negativ.

Die gesamte Aufnahme dauert ca. 1.5 Stunden. Dabei sollte die HW nicht gestört werden, da sonst auf falschen oder ungenauen Werten aufgesetzt wird. Auch sollten möglichst keine Fehler in den beiden Fehlerzählern während dieser Zeit auftreten. Erst nach Beendigung der Wertermittlung erfolgt die Abspeicherung der Tabelle. Wird vorher abgebrochen, bleibt die alte Tabelle erhalten.

Ist die Aufnahme der Regelkennlinie abgeschlossen, ist der CRO betriebsbereit.

Nach jeder Änderung am Trimmer des Oszillators muss unbedingt eine Neuaufnahme der Kennlinie gemacht werden. Nach mehrmonatiger Laufzeit ist dies ebenso geraten.

### **Allgemein:**

Es gibt grundsätzlich zwei start-up Sequenzen nach dem Reset der Hardware. Entweder die Regelschleife war nicht geschlossen beim Abschalten (A) oder sie war geschlossen (B).

A: Regelschleife war nicht geschlossen. (Betriebsart Messgerät).

Die Hardware geht wieder in die Betriebsart Messgerät. Das bedeutet, dass die Regelschleife offen ist und der DAC auf 2.5V gestellt wird. Die Hardware versucht sofort auf GPS oder TV zu synchronisieren. Betrieb wie jetzt auch. Per Tasteneingabe kommt man in den Mode zur Anpassung des Oszillators.

B: Regelschleife war geschlossen. (Betriebsart Regelschleife).

Die Hardware geht wieder in die Betriebsart Regelschleife. Das bedeutet, dass die Regelschleife zunächst offen ist und der letzte DAC Stellwert in den DAC programmiert wird. Nach einer vorgegebenen Wartezeit wird die Regelschleife geschlossen. Per Tasteneingabe kann man in den Mode Messgerät wechseln.

---

---

## **Verwendung als Messgerät:**

Ohne Analogteil ist der Digitalteil des CROs bereits funktionsfähig und kann so als präzises Messgerät benutzt werden. Er erlaubt exakte, dokumentierbare Aussagen über die Qualität von Oszillatoren. Es können z.B. Bewertungen über Langzeitdrift, über das Einschaltverhalten über den Temperaturgang, über Auswirkungen auf die Sollfrequenz bei mechanischen Belastungen wie Erschütterung und beim Schließen des Gehäuses, gemacht werden. Ebenso ist natürlich auch ein exakter Frequenzabgleich mit optischer Kontrolle möglich. Dazu ist die gewünschte Referenzquelle auszuwählen und anzuschließen. Alle nötigen Einstellungen wie z.B. gewünschte Sollfrequenz etc. sind zu tätigen. Eingaben die die Regelung betreffen, haben keinerlei Wirkung. Die Regelschleife muss per Setup geöffnet werden. Das Messobjekt wird dann ganz normal mit dem Digitalteil des CROs verbunden und das entsprechende PC-Programm aufgerufen.

## **Synchronisierung von Normalfrequenz-Oszillatoren und Oszillatoren für Baken und stationärer LO's:**

Hauptanwendungsgebiet des CRO ist jedoch im Normalfall nicht die Verwendung als Messgerät, sondern die Regelung von Oszillatoren. In der Praxis bieten sich eigentlich für Funkamateure zwei Anwendungsgebiete an. Einmal die Erzeugung von hochgenauen Referenzfrequenzen zum Anschluss an Frequenzzähler, zum Anderen die Nachregelungen von Local Oscillatoren (LOs) für Baken und stationäre Transceiver im GHz Bereich. Darüber hinaus gibt es einige spezielle Anwendungsgebiete bei denen es auf extrem genaue Einhaltung und Wiederkehr von Frequenzen ankommt oder bei denen eine genaue Zeitinformation über einen längeren Zeitraum benötigt wird. In jedem Fall kommen für alle Anwendung nur ofenstabilisierte Oszillatoren (OCXOs) in Frage, die eine ausreichende Eigenstabilität aufweisen. ( siehe auch Abschnitt xxx ).

Optimale Ergebnisse sind mit Oszillatoren zu erzielen, die wie der HP Quarzofen-Oszillator HP10811 oder HP10544, von Haus aus eine sehr gute Eigenstabilität bezüglich Temperatur und mechanischer Einflüsse haben. Dazu kommt noch, dass der elektrische Abstimmbereich des Oszillators optimal an den Abstimmbereich des CROs angepasst ist. Diese Ergebnisse sind mit Selbstbauten nicht zu erreichen. Diese sind im Normalfall trotz Ofen wesentlich temperaturempfindlicher und haben eine höhere Eigendynamik von den Bauteileigenschaften her. Deswegen haben sie auch meistens einen relativ großen Abstimmbereich über die Abstimmspannung. Dies führt aber unweigerlich zu einer Verschlechterung der Systemeigenschaften, da der normale Dynamikbereich des CROs wesentlich früher erreicht wird. Abhilfe schaffen zwei Möglichkeiten.

Die erste Möglichkeit ist die Vergrößerung des Bereichs der Abstimmspannung durch eine externe Beschaltung. Dies wurde aber nicht weiterverfolgt, da in diesem Fall hohe Anforderungen an die Stromversorgung und die thermischen Eigenschaften der zusätzlichen Bauteile nötig sind. Hier kann noch experimentiert werden.

Die zweite Möglichkeit hingegen wird vom CRO voll unterstützt und ist für viele Anwendungen durchaus akzeptabel, obwohl dabei ein Verschlechterung der Ergebnisse hingenommen werden muss.

Diese Möglichkeit ist sehr flexibel und erlaubt einen vom Anwender wählbaren, kontinuierlichen Übergang von bester zu weniger guter Regelqualität. Sie basiert einfach darauf, dass das Ergebnis der Phasenmessung durch einen Faktor (Präzisionsfaktor, auch p\_factor genannt) geteilt wird. Der Faktor kann zwischen 1 und 1000 liegen und ist vom Anwender je nach Oszillator in Schritten frei wählen kann. Die so ermittelten Werte des Phasenzählers werden dann ganz normal weiterverarbeitet. Das nun errechnete Messergebnis ist dann aber um den Faktor p\_factor schlechter. Das bedeutet die errechnete Genauigkeit muss mit p\_factor multipliziert werden muß. Z.B. ist die tatsächliche Genauigkeit bei p\_factor 100 , 5\*exp-8 wenn 5\*exp-10 angezeigt wird.

Ein weiterer Wermutstropfen ist die Tatsache, dass nicht beliebige Frequenz (auf 1 Hz bezogen) kontrolliert werden kann. Durch die Verwendung eines Vorteilers und durch interne Verarbeitung sind die nachregelbaren Frequenzen wie folgt zu ermitteln:

Die Formel ist:

$$f_x = \frac{(F_{input} + X)}{2 * X}$$

$f_x$  = real locked frequency  
 $F_{input}$  = CRO frequency input  
 $X$  = see table below

Table:

-----		
< 20MHz: X = 1 . Offset max 1Hz.		
Example:	Finput=16.000057 MHz	-> fx=16.000058 MHz
	Finput=10.000001 MHz	-> fx=10.000002 MHz
	Finput=10.000000 MHz	-> fx=10.000000 MHz
	Finput= 9.999999 MHz	-> fx=10.000000 MHz
	Finput= 9.999998 MHz	-> fx= 9.999998 MHz
20MHz < 40MHz: X = 2 . Offset max 2Hz.		
Example:	Finput=35.123458 MHz	-> fx=35.123460 MHz
	Finput=35.123457 MHz	-> fx=35.123456 MHz
	Finput=25.000000 MHz	-> fx=25.000000 MHz
40MHz < 80MHz: X = 4 . Offset max 4Hz.		
Example:	Finput=70.123459 MHz	-> fx=70.123456 MHz
	Finput=60.525000 MHz	-> fx=60.525000 MHz
> 80MHz: X = 8 . Offset max 8Hz.		
Example:	Finput=108.009896 MHz	-> fx=108.009904 MHz
	Finput=108.009895 MHz	-> fx=108.009888 MHz
	Finput=123.444640 MHz	-> fx=123.444640 MHz
-----		

Bitte beachten, daß die tatsächliche Frequenz von fx in das CRO-Online Analyse Tool eingetragen werden muss.

## **Diagnosefunktionen: (noch nicht verfügbar)**

Weiter Stichworte:

Allgemeine erste Inbetriebnahme:

Zum ersten Programmieren der EPLDS CPU herausziehen.

Wenn beim Einschalten nichts auf der LCD Anzeige zu sehen ist,  
erst mal den Kontrastregler nachstellen.

Ohne LCD dauert es etwa 10 Sekunden bis der CRO Daten von der  
Seriellen Schnittstelle lesen kann.

---