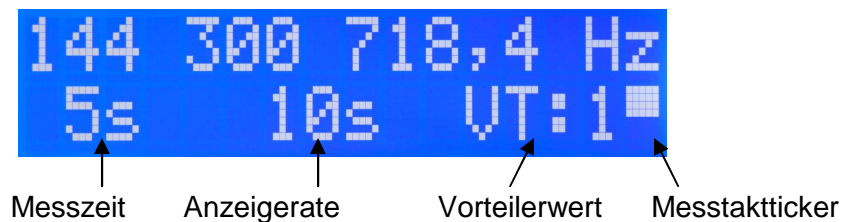


Bedienungsanleitung des Reziprokzählers

Messbetrieb

Nach dem Einschalten des Reziprokzählers landet man immer im Messbetrieb, d.h. der Zähler führt fortwährend Frequenzmessungen der Messfrequenz f_x durch und verwendet dabei die Messparameter (Messzeit, Anzeigerate...), die bei der letzten Benutzung verwendet wurden. Diese Eigenschaft ist recht praktisch, weil bei einer Langzeitmessung, die durch einen Netzausfall unterbrochen wurde, die Messung nach der Wiederkehr der Betriebsspannung ohne Eingriff des Bedieners fortgesetzt wird.

Auf dem Display sind im Messbetrieb sämtliche Messparameter auf einen Blick sichtbar:



Obwohl sich der vorgestellte Reziprokzähler durch eine maximale Stellenanzahl von 10 Stellen auszeichnet, gibt es zahlreiche Messaufgaben, bei denen eine deutlich geringere Stellenanzahl wünschenswert ist, weil z.B. die zu messende Frequenz instabil ist oder die letzten Stellen aus anderen Gründen nicht relevant sind. In solchen Fällen kann man einfach im Messbetrieb durch Drücken der \leftarrow Taste die angezeigte Stellenzahl um eins verkleinern oder umgekehrt, durch Drücken der Taste \rightarrow wieder vergrößern. Das funktioniert bis zu einer minimalen Stellenanzahl von vier. Die veränderte Stellenzahl wird nicht gespeichert. Das heißt, nach dem Wiedereinschalten des Geräts wird stets die vorherige Stellenanzahl dargestellt.

Beim Verringern der angezeigten Stellenanzahl wird übrigens die nicht mehr erforderliche Stelle nicht einfach abgeschnitten, sondern es wird sauber gerundet! Die maximal mögliche Stellenzahl beträgt 10, wenn die erste Stelle der dargestellten Frequenz eine Ziffer zwischen 1 und 4 ist und wenn sie größer ist, werden maximal 9 Stellen dargestellt. Mehr zum Thema maximale Stellenanzahl ist in der Beschreibung des Menüpunkts **Stellenanzahl (4)** zu finden.

Beim Lesen von vielstelligen Frequenzwerten gibt es das Problem, dass man nicht auf Anhieb z.B. die Einerkilohertzstelle findet und dauernd mit dem Abzählen der Stellen beschäftigt ist. Deshalb wurden bei diesem Projekt die Ziffern vom Messergebnis konsequent in Dreierblöcke mit einem dazwischen liegendem Trennzeichen angeordnet. Siehe hierzu den Menüpunkt **Optische Darstellung (7)**.

Ändert sich bei aufeinanderfolgenden Messungen keine einzige Ziffer im Messergebnis, hat man oft den Eindruck, der Zähler sei „eingeschlafen“. Um dies zu vermeiden, wird in der unteren Zeile ganz rechts ein Messtaktticker dargestellt, der im Takt der Messfolge sein Aussehen ändert.

Am Erscheinungsbild des Messtakttickers kann man auch erkennen, ob man sich im seriellen Ausgabemodus oder im Betrieb mit externer Startauslösung befindet. Details sind in den Abschnitten **Serielle Ausgabe (6)** und **Externer Start durch TTL-Impuls(10)** zu finden.

Die weitere Bedienung des Zählers erfolgt intuitiv, wenn man sich das folgende Bedienschema vergegenwärtigt:

Messbetrieb												
↓	Maß- einheit	Mess- zeit	Anzeige- rate	Stellen- anzahl	Vorteiler- wahl	Serielle Ausgabe	Opt. Darstellung	Synchroni- sation 10MHz ext.	Referenz- frequenz	Ext. Start +5V	Service funktion	Software- Info

Um vom Messbetrieb in einen Menüpunkt zu gelangen, muss man nach unten gehen, d.h. die Taste ↓ drücken. Dies kann man zu jedem beliebigen Zeitpunkt tun. Die Reaktion erfolgt prompt, auch wenn man sich z.B. in einem 10 Sekunden dauernden Messzyklus befindet. Die Eintrittsstelle ist der Menüeintrag **Maßeinheit**. Um z.B. von dort zum Menüpunkt **Messzeit** zu gelangen, ist einmal die Taste → zu drücken. Will man hier eine Veränderung der aktuell eingestellten Messzeit vornehmen, muss man tiefer gehen, folglich ist die Taste ↓ zu betätigen.

Zur weiteren Vereinfachung der Bedienung befinden sich in jedem Displayfeld, das man erreicht, Pfeilsymbole, die über mögliche Alternativen Auskunft geben. Hat man einen Messparameter geändert (oder auch nicht), wird man die Messung fortsetzen wollen. Dazu muss man im Schema nach oben. Folglich ist die Taste ↑ zu drücken.

Bei den meisten Menüfeldern gibt es zwei Möglichkeiten die vorgenommene Änderung wirksam werden zu lassen:

- Verlässt man mit der ↑ Taste das Menü wirkt die Einstellung nur für die aktuelle Sitzung. Nach dem Neueinschalten des Reziprozählers ist die vorherige Einstellung wieder wirksam.
- Benutzt man dagegen die Entertaste, wird die getroffene Einstellung im EEPROM des Controllers gespeichert, bevor man das Menü in Richtung nach oben verlässt.

Ob die zweite Möglichkeit im Menü verfügbar ist, erkennt man an einem „E“, das dann in der unteren rechten Ecke des Displays zu sehen ist.

Der Weg nach oben in den Messbetrieb erfolgt meist mit einem einzigen Druck auf die ↑ oder Enter-Taste. Nur in Fällen in denen erfahrungsgemäß weitere Einträge im Menü bearbeitet werden, geht es Schritt für Schritt nach oben!

Maßeinheit (1)

In diesem Menü kann zwischen den Maßeinheiten Hz, kHz, MHz und GHz gewählt werden. Ein blinkendes Rechteck markiert den gewählten Eintrag.

```

GHz  MHz  kHz  Hz
                □  ↑E
  
```

Entsprechend der Wahl erscheint in der Ziffernfolge das Komma an der richtigen Position. Die gewählte Einstellung gilt ebenso für die serielle Übertragung von Messergebnissen über die USB-Schnittstelle.

Messzeit (2)

Möglich sind Messzeiten von:

16 ms, 160 ms, 300 ms, 500 ms, 1 s, 2 s, 5 s und 10 Sekunden.

Anzeigerate (3)

Die Anzeigerate bestimmt den zeitlichen Abstand der Ergebnisdarstellung auf dem Display. Wählbar sind **500 ms, 1 s, 2 s, 5 s, 10 s** oder **20 Sekunden**.

Ist die gewählte Messzeit größer als die Anzeigerate, bestimmt die Messzeit den Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Ergebnisdarstellungen.

Im **seriellen Befehlsmode** bestimmen die über USB eintreffenden Messbefehle den zeitlichen Abstand der Messungen sowie die Messdauer.

Stellenanzahl (4)

In diesem Menü kann die Anzahl der maximal darstellbaren Stellen auf dem Display auf eine sinnvolle Zahl eingeschränkt werden.

Hintergrund ist die Tatsache, dass bei einem Reziprokszähler nur der fx-Kanal ein fehlerfreies Zählergebnis liefert. Das Zählergebnis vom Referenzkanal (fr) ist, wie bei einem Frequenzzähler der ersten Generation auch, um einen Zählimpuls unsicher. Je nach der zufälligen Lage der Zählimpulse im Zeitfenster ergibt sich ein Zählerstand am Ende der Zählzeit, der statistisch um einen Impuls nach oben oder unten schwankt.

Daraus folgt ein Quantifizierungsfehler, der sich mit der Anzahl der insgesamt gemessenen Referenzimpulse ändert. Der relative Fehler wird kleiner, wenn die Anzahl der gezählten Referenzimpulse wächst. Da die wirksame Referenzfrequenz bei diesem Zähler immer 400 MHz beträgt (Taktfrequenz 200 MHz), ist es für die Messgenauigkeit völlig bedeutungslos, ob die zu bestimmende Frequenz 10 Hz oder 10 MHz beträgt! Wichtig ist nur der am Ende der Messung erreichte Zählerstand des Referenzzählers und damit die verwendete Messzeit:

Messzeit [s]	Quantisierungsfehler	Gültige Stellen	Mode „Korrekt“
0,016	$1,6 \cdot 10^{-7}$	6...7	6/7
0,16	$1,6 \cdot 10^{-8}$	7...8	7/8
0,3	$8,3 \cdot 10^{-9}$	7...8	7/8
0,5	$5 \cdot 10^{-9}$	8...9	8/9
1	$2,5 \cdot 10^{-9}$	8...9	8/9
2	$1,25 \cdot 10^{-9}$	8...9	8/9
5	$5 \cdot 10^{-10}$	9...10	9/10
10	$2,5 \cdot 10^{-10}$	9...10	9/10



Wählt man im Menü *Stellenanzahl* den Eintrag „Korrekt“ aus, wird in Abhängigkeit von der ausgewählten Messzeit eine maximale Stellenanzahl in der Software verwendet, wie sie in der Tabelle in der rechten Spalte aufgeführt ist.

Alle Messungen, die mit dem Reziprokszähler durchgeführt werden, können ohne Bedenken mit der Einstellung „Korrekt“ vorgenommen werden. Anderenfalls (Einstellung „Maximal“) hat man zwar 9 oder 10 Stellen, von denen aber einige nur hin und her zappeln und keine wirkliche Aussagekraft besitzen!

Außerdem ist mit Sicherheit die verlässliche Stellenanzahl in der Praxis noch geringer, als in der Tabelle unter „Korrekt“ angegeben, weil die Eigenschaften des Referenzoszillators dort nicht berücksichtigt worden sind.

Also: Ist „Korrekt“ ausgewählt, kann im Messbetrieb nach wie vor die dargestellte Stellenanzahl mit den Tasten ← und → verkleinert und vergrößert werden, aber nicht auf Werte die der Tabelle widersprechen.

Vorteilerwahl (5)

Zwei der markantesten Vorteile des Reziprozählerprinzips kommen beim Gebrauch von schnellen Vorteilern zum Tragen:

- Durch die Fähigkeit, rechnen zu können, ist es ein Leichtes, selbst „krumme“ Vorteilerwerte wie 256:1, in die ohnehin durchzuführenden Berechnungen mit einzubeziehen und die korrekte Messfrequenz direkt aufs Display zu schreiben.
- Die bei Zähler der 1. Generation oft notwendige Messzeiterhöhung bei Verwendung großer Vorteilerwerte (z.B. bei einem Vorteiler 1000:1 auf das Tausendfache) erübrigt sich komplett!

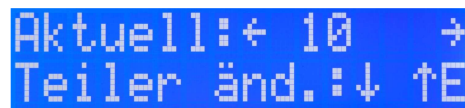
Es können fünf Vorteiler auf Teilverhältnisse voreingestellt werden, die zwischen 1 und 9999 liegen.

In der Software sind bei Auslieferung die Teiler 10, 100, 1000, 9999 und 16 bereits eingestellt. Aber das muss nicht so bleiben!

Wenn bisher mit keinem Vorteiler (also Vorteiler =1) gearbeitet wurde, sieht man folgendes Display, wenn man beim Eintrag „Vorteilerwahl“ die ↓ Taste drückt:



Das bedeutet, dass im Moment das Vorteilerverhältnis 1 ist, d.h. es ist kein Vorteiler aktiviert. Der Pfeil oben rechts fordert dazu auf, die entsprechende Pfeiltaste zu betätigen. Tut man das, erscheint:



Das ist der erste Vorteiler, der im Auslieferungszustand der Software auf ein Teilverhältnis von 10 eingestellt ist. Nun hat man drei Möglichkeiten: Entweder geht man zum nächsten Vorteiler (→ Taste), man verändert das Teilverhältnis von diesem Teiler auf den Wert, der wirklich benötigt wird oder aber man möchte mit dem Teiler von 10 arbeiten, dann bestätigt man mit der Entertaste oder benutzt die Taste ↑, um das Menü zu verlassen.

Die zweite Zeile sagt, dass zum Ändern die ↓ Taste gedrückt werden soll. Tut man das, erscheint:



Der Doppelpfeil ist über die Tasten ← und → verschiebbar und kennzeichnet die Stelle, die bearbeitet wird. Mit den Tasten ↓ und ↑ kann man nun jede beliebige Ziffer anstelle der „1“ auswählen. An der ganz linken Ziffer (wie in diesem Fall) aber keine „0“!

Angenommen, es ist ein Vorteiler von 105 einzustellen. Wie gewinnt man eine neue, ganz rechts gelegene Stelle. Ganz einfach: Mit der → Taste bewegt man den Doppelpfeil zwei Positionen nach rechts und drückt anschließend die ↑ Taste. Jetzt wird „100“ dargestellt. Fünf weitere Tastendrücke der ↑ Taste befördern die „5“ ins Display. Die „105“ ist komplett! Zum Speichern des neuen Teilers drückt man die Entertaste (E), eine andere Möglichkeit gibt es nicht. (Macht auch keinen Sinn, weil man den neuen Teiler wahrscheinlich auch am nächsten Tag wieder verwenden möchte.)

Es erscheint:



Nun gibt es zwei Optionen, das Menü in Richtung Messbetrieb zu verlassen:

Verwendet man die Taste ↑, arbeitet man ab jetzt mit einem Vorteiler von 105. Aber beim nächsten Einschalten des Reziprokzählers ist wieder der Vorteiler wirksam, der im EEPROM abgelegt ist! Drückt man dagegen die Entertaste wird auch beim nächsten Einschalten des Reziprokzählers im Display als wirksamer Vorteiler „105“ angezeigt, weil eine Abspeicherung im EEPROM erfolgt ist.

Auf diese Weise lassen sich maximal fünf verschiedene Vorteilerwerte einrichten, aus denen dann der jeweils erforderliche schnell ausgewählt werden kann.

Serielle Ausgabe (6)

Ein hochauflösender Frequenzzähler wird oft dazu benutzt, das Langzeitverhalten von Oszillatoren zu untersuchen. Eine Aufzeichnung der Messwerte ist dazu unbedingt notwendig. Der Reziprokzähler kann seine Messergebnisse deshalb über den USB-Bus ausgeben. Dabei sind zwei Betriebsmodi möglich:

- Die Ausgabe der Messergebnisse erfolgt genau so, wie es die Parameter Messzeit und Anzeigerate vorgeben. Möchte man diese Option wählen, ist der blinkende Cursor auf „**Messtakt**“ zu stellen.
- Eine Messung wird nur per seriellen Befehl vom PC aus gestartet. Zuvor kann ebenfalls vom PC aus, eine der acht Messzeiten ausgewählt werden. Dazu ist die Auswahl „**Befehl**“ vor zu nehmen.

Dieses Auswahlfenster erscheint als Erstes, wenn man beim Eintrag „Serielle Ausgabe“ die ↓ Taste drückt:

```
Messtakt  Befehl
          □ ↑↓
```

Aber Achtung, bevor der ausgewählte Eintrag wirksam wird, muss der serielle Betrieb noch insgesamt gestartet werden. Das geschieht im Fenster darunter (↓ Taste):

```
Ser.: Stop Start
Info↓  □      ↑E
```

In bekannter Weise kann man den blinkenden Cursor mit den Tasten ← → hin und her schieben und dann entweder mit der ↑ Taste oder mit der Entertaste bestätigen. Im letzten Fall wirkt diese Auswahl über das Ausschalten des Reziprokzählers hinaus.

In der unteren Zeile gibt es noch den Hinweis zu einer Info, die über die ↓ Taste zu erreichen ist:

```
Ser.Parameter:
38,4kBaud 8N1 ↑
```

Damit ist klar, was man am PC einstellen muss: 8 Datenbits, 1 Stoppbit und 38,4 Kilobaud! Mit der ↑ Taste kommt man wieder zum vorigen Menü und kann nun den seriellen Ausgabemodus aktivieren.

Hinweise zum Messtakt-Mode: Obwohl das Verhalten der Displayanzeige, die natürlich weiter in Betrieb bleibt, nahezu identisch zum normalen Messbetrieb ist, gibt es doch einen Unterschied: Bleiben während einer Aufzeichnung, die ja über Stunden dauern kann, Messimpulse aus, erscheint die entsprechende Fehlermeldung nicht augenblicklich auf dem

Display, sondern erst zu dem Zeitpunkt, an dem der nächste Messwert erscheinen würde. Da dieses Verhalten im normalen Messbetrieb äußerst störend wäre, wird bei serieller Ausgabe in beiden Modi der Messtaktticker zusätzlich blinkend dargestellt! Dadurch soll vermieden werden, dass der Bediener im seriellen Mode verbleibt, wenn er eigentlich die serielle Ausgabe gar nicht mehr nutzt.

Weil der Zeitfehler der Anzeigeraten im Bereich von 1 s bis 20 s geringer als 0,1 % ist, kann man auch bei langen Messreihen ausreichend genau eine Zuordnung zwischen der Messwertnummer und dem Zeitpunkt der Messung herstellen.

Folgende Fehlertexte werden zum PC gesendet, wenn ein Fehler auftritt (beide Modi):

„Kein Signal“ Das Signal war 65 ms nach dem versuchten Start einer Messung noch nicht da.

„Kein Sig.amE.“ Das Signal war zwar am Anfang vorhanden, ist dann aber ausgefallen.

„Netzausfall“ Diese Meldung erscheint nach einem Ausfall der Betriebsspannung vor dem ersten Messergebnis, nachdem die Betriebsspannung wieder gekommen ist und automatisch (d.h. ohne Bedienereingriff) weitergemessen wird.

Hinweise zum Befehlsmode: Im Befehlsmode wird eine Messung nur dann ausgelöst, wenn ein entsprechender Befehl über die USB-Schnittstelle zum Zähler gesendet worden ist. Dabei entspricht die seriell ausgegebene Stellenanzahl der, die aktuell am Display verwendet wird.

Optisch ist dieser Mode außer durch den blinkenden Messtaktticker durch die fehlende Anzeige einer Anzeigerate zu erkennen. Um die Funktion dieser Betriebsart vom Sender der Messbefehle her testen zu können, wird beim Senden eines ‚t‘ (oder ‚T‘) als Antwort der Text: „**Test OK**“ vom Reziprokzähler gesendet!

Eine Messung mit der aktuell eingestellten Stellenanzahl wird ausgelöst, indem ein ‚S‘ (oder ‚s‘, wie „Start“) gesendet wird. Nach dem Ablauf der aktuell eingestellten Messzeit sendet der Reziprokzähler die Ziffernfolge des Messergebnisses, gefolgt von einem Semikolon und dem String der ausgewählten Maßeinheit und einem abschließendem New-Line-Zeichen.

Die für die Messung verwendete Messzeit lässt sich per seriellen Befehl ändern. Dazu muss lediglich vor dem Startbefehl ein Befehl in der Art „z5“ (z wie **Zeit**) gesendet werden. Wobei die Ziffer folgende Bedeutung hat:

Messzeit	16ms	160 ms	300 ms	500 ms	1 s	2 s	5 s	10 s
Ziffer	0	1	2	3	4	5	6	7

Auch hier ist ein Kleinbuchstabe unmittelbar gefolgt von der entsprechenden Ziffer zulässig. Nachdem die Messung mit dem Startbefehl ausgelöst worden ist, erfolgt auch im Display die Darstellung der neuen Messzeit.

Um z.B. auf eine Messzeit von 10 Sekunden zu wechseln und die Messung sofort zu starten, ist die Zeichenfolge: „z7s“ zu senden.

Weitere Messungen mit der Selben Messzeit erfordern keine erneute Eingabe der Messzeit! Die Formatierung der Ziffernfolge in Dreierblöcke, wie auf dem Display verwendet, erfolgt bei der seriellen Ausgabe nicht. Die vom einen Terminalprogramm gelieferte Textdatei könnte dann zumindest nicht ins EXCEL importiert werden.

Als Dezimaltrennzeichen wird, wie in Deutschland üblich, das Komma verwendet.

Beispiel einer Messreihe mit zeitweiligen Signalausfall:

```
99999899,7;Hz
99999899,8;Hz
99999899,8;Hz
```


99999899,8;Hz
 Kein Sig.amE.
 Kein Signal;
 Kein Signal;
 99999899,8;Hz
 99999899,9;Hz

Optische Darstellung (7)

In diesem Menü kann das Trennzeichen gewählt werden, das die Dreierziffernblöcke im Display optisch voneinander trennt.

Möglich sind ein Leerzeichen, ein Unterstrich oder ein Punkt:

144 300 718,4 Hz
 5s 10s UT:1■

144_300_718,5 Hz
 5s 10s UT:1■

144.300.719,0 Hz
 5s 10s UT:1■

Die gewählte Einstellung beeinflusst die serielle Ausgabe über die USB-Schnittstelle nicht. Dort gibt es keine Zwischenräume zwischen den Dreierblöcken, weil, wie oben gesagt, das die meisten Tabellenkalkulationsprogramme nicht verarbeiten können.

Synchronisation 10 MHz extern (8)

Hinter diesem Eintrag im Hauptmenü verbirgt sich die Möglichkeit, die Synchronisation des 200-MHz-Quarzoszillators durch eine hochgenaue externe Referenzfrequenz von 10 MHz ein- oder auszuschalten.

Es reicht nämlich nicht aus, den Stecker, der das externe 10-MHz-Signal zum Reziprozähler bringt, einfach rauszuziehen, wenn man nicht mehr so präzise messen will! In diesem Fall bleibt der Analogumschalter (ADG1219) in Richtung zum OPV durchgeschaltet und der VXO-Steuereingang erhält eine undefinierte Spannung! Stattdessen muss der Spindel-trimmer (10 kΩ) an den EFC-Steuereingang gelegt werden. Und das geschieht nur, wenn der Cursor wie im folgenden Bild auf „Aus“ gestellt wird:

Syn: Aus Ein
 □ → ↑E

Es kann sein, dass es nicht möglich ist, den Cursor von „Aus“ nach „Ein“ zu schieben. In diesem Fall hat man eine nicht synchronisierbare Referenzfrequenz angegeben. Mehr dazu im folgenden Abschnitt.

Referenzfrequenz (9)

Hier wird eigentlich nur der genaue Wert der Referenzfrequenz eingetragen, der bei der Berechnung der Messfrequenz verwendet wird und meist genau 200 MHz betragen wird. (Dass durch die Auswertung der Phase die mathematisch wirksame Referenzfrequenz noch verdoppelt wird, also 400 MHz beträgt, ist hier nicht gemeint.)

Um aber dem Nachbauer die Möglichkeit zu geben auch stark von 200 MHz abweichende Referenzfrequenzen verwenden zu können, ist es möglich, jeden beliebigen Frequenzwert einzugeben. Allerdings gibt es dann zunächst keine Möglichkeit, eine Synchronisation mit einer von außen eingespeisten hochpräzisen Frequenz (z.B. 10 MHz) zu erreichen! Wer darauf keinen Wert legt, dem ist damit geholfen.

Trotzdem ist es mit dem verwendeten PLL-Baustein ADF4111 möglich ein breites Spektrum von möglichen Referenzfrequenzen an eine externe, hochgenaue Frequenz von 10 MHz (oder auch 5 MHz) anzubinden. Alle nur denkbaren Frequenzkombinationen bereits auf „Verdacht“ zu programmieren wäre aber zu aufwendig.

Wer einen auf 100 MHz schwingenden, ofenstabilisierten Quarzoszillator, der mit einer Steuerspannung um einige 100 Hz abstimbar ist, selber baut und diesen für dieses Projekt verwenden will, hat folgendes Problem:

Wenn man den dafür notwendigen Quarz z.B. bei Andy Fleischer bestellt, ist die Standardauslieferungstoleranz 20 ppm. Das bedeutet, dass z.B. ein 100 MHz Quarz um ± 2 kHz von der Zielfrequenz abliegen darf! Nicht immer ist es möglich, durch entsprechende Ziehelemente die Frequenz auf glatt 200 MHz zu bringen!

Möchte man den Quarzoszillator auf einer Temperatur von 50 °C oder 60 °C halten, was unbedingt zu empfehlen ist, wird es noch schwieriger, eine Frequenz von glatt 200 MHz zu erreichen, weil man den Umkehrpunkt der Frequenz/Temperaturkurve treffen muss. Was also tun, wenn der Oszillator trotzdem durch 10 MHz synchronisiert werden soll?

Außer auf der glatten Frequenz von 200 MHz ist ein Einrasten mit dem PLL-Schaltkreis ADF4111 auf allen umliegenden Frequenzen mit einer Ablage von Vielfachen von 625 Hz möglich! Diese Erkenntnis entschärft das Selbstbauprojekt *100 MHz OCXO* ganz beträchtlich.

Deshalb ist es im Menü *Referenzfrequenz* möglich, eine synchronisierbare Frequenz in der Umgebung von 200 MHz aus einer Liste von 41 Einträgen auszuwählen.

Bedienung:

Betritt man das Menü zum ersten Mal, sieht man folgendes Fenster:

```
Aktuell:  änd.:↓
200,000 000 MHz↑
```

Am Ende der oberen Zeile gibt es den Hinweis, dass zum Ändern die ↓ Taste zu drücken ist:

```
1-250MHz  200MHz
      □      ↗↑↓
```

Jetzt hat man die Möglichkeit, eine beliebige Frequenz im Bereich von 1 MHz bis 250 MHz auszuwählen (nicht synchronisationsfähig) oder eine dicht bei 200 MHz gelegene synchronisationsfähige auszuwählen, dann muss man den blinkenden Cursor nach rechts verschieben und anschließend die ↓-Taste drücken:

```
Offs:  0*625Hz↑↓
200,000 000 MHzE
```

Das Fenster sagt aus, dass im Moment ein Offset von 0 * 625 Hz ausgewählt ist. Zu diesem Offset gehört die in der unteren Zeile angezeigte Referenzfrequenz. Mit der ↑-Taste kann man den Offset in 20 Schritten erhöhen und mit der ↓-Taste in 20 Stufen absenken. Das gibt die Möglichkeit, eine synchron-fähige Referenzfrequenz im Bereich von 200 MHz $\pm 12,5$ kHz auszuwählen.


Hat man seine Wahl getroffen, bleibt als einzige Möglichkeit das Menü zu verlassen, das Betätigen der Entertaste. Dadurch wird der Frequenzwert auf alle Fälle erst mal im EEPROM gespeichert und das folgende Fenster erscheint:

```
Aktuell:S änd.:↓
200,000 000 MHz↑
```

Das ist das gleiche Bild wie oben beim Eintritt ins Menü, nur dass jetzt in der Mitte der oberen Zeile zusätzlich ein „S“ angezeigt wird. Das sagt aus, dass eine **synchron-fähige** Frequenz ausgewählt wurde. Im Menü **Synchronisation 10 MHz extern** ist es von jetzt an

möglich, die Synchronisation einzuschalten. Mit einem Tastendruck auf die ↑ Taste verlässt man das Menü und gelangt in den Messbetrieb.

Wenn man im zweiten Fenster eine Frequenz im Bereich von 1-250 MHz auswählt, gelangt man zu folgendem Fenster:



Fr=200000000 Hz
↓ → E

Hier ist es möglich, eine beliebige Referenzfrequenz einzustellen, die aber dann nicht synchron-fähig ist, selbst wenn es genau 200 MHz sind, wie hier im Beispiel!

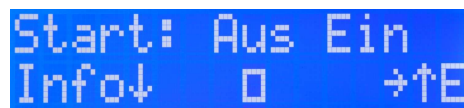
Die Bedienung ist einfach: Mit den Tasten ← und → wählt man die zu ändernde Stelle aus und mit den Tasten ↑↓ stellt man die gewünschte Ziffer ein. Dezimalstellen ausschalten kann man nur ganz rechts, indem man „unter“ die Ziffer 0 geht.

Auch dieses Menü kann man nur (unter Abspeicherung der Werte im EEPROM) mit der Entertaste verlassen. Auch jetzt gelangt man zur abschließenden Kontrolle der Referenzfrequenz in das Eintrittsfenster. Nur ist jetzt kein „S“ zu sehen!

Externer Start durch TTL-Impuls (10)

Mitunter ist es nötig, eine Frequenz zu messen, deren Signal nur kurzzeitig (< 1 s) auftritt. Voraussetzung für eine solche Messung ist, dass ein TTL-Impuls verfügbar ist, dessen Hochflanke den Beginn des Mess-Burst kennzeichnet.

Der TTL-Impuls mit einem Pegel von 5 Volt wird an der entsprechenden Eingangsbuchse des Reziprozählers angeschlossen und anschließend die Messung im Menü gestartet:



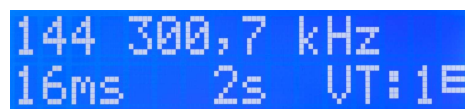
Start: Aus Ein
Info↓ 0 →↑E

Dem Hinweis in der zweiten Zeile kann man durch Drücken der Pfeiltaste nach unten nachgehen:



TTL-high-Impuls,
Dauer min.40µs!↑

Wenn man sich in dieser Betriebsart des Zählers befindet, ändert sich das Aussehen des Messtaktickers. Er sieht dann aus wie ein (hüpfendes) „E“ (Extern):



144 300,7 kHz
16ms 2s UT:1E

Im Beispiel ist die Messzeit 16 ms und die Anzeigerate 2s. Die Stellenzahl ist auf „Korrekt“ eingestellt. Man beachte, dass trotz der geringen Messzeit noch 7 Stellen verfügbar sind! Die Anzeigerate von zwei Sekunden bedeutet, dass nach einer Darstellzeit von 2 s auf den nächsten ankommenden Triggerimpuls reagiert wird.

Servicefunktion (11)

Mit Hilfe dieser Funktionen ist es möglich, die Funktionsweise der Hardware des Zählerteils zu prüfen und evt. Bauteil- oder Lötfehler zu erkennen. Natürlich ist es sehr hilfreich, wenn man zur Fehlersuche auf ein geeignetes Oszilloskop zurückgreifen kann.

Jetzt funktioniert nichts mehr automatisch. Alles muss manuell ausgelöst werden.

Es ist damit möglich:

- Einen **100 ms** dauernden Reset-Impuls für die beiden Zähler per Tastendruck zu erzeugen.
- Das arm-Signal für eine Zeit von **1 Sekunde** zu setzen, um damit die Funktion des Synchronisierers zu testen.
- Den Zählerstand der Hardware-Zähler vom fx- und fr-Zähler auszulesen und auf dem Display darzustellen.

Der fx-Hardware-Zähler besteht aus einem Binärteiler (der nicht ausgelesen wird –IC5A) und aus 12 Binärzählern mit einem Zählumfang von 4095. Beim fr-Zähler sind es 13 Binärzähler mit einem Zählumfang von 8191. Werden mehr Impulse hineingeschickt, laufen die Zähler über und fangen von vorn an zu zählen.

Die beiden Binärzähler im fq-Zweig des fr-Zählers werden im Servicemode vom Mikrorechner nicht ausgelesen, können aber z.B. mit einem Oszilloskop beobachtet werden.

Bedienung: Nachdem man durch Drücken der ↓ Taste vom Messbetrieb ins Hauptmenü gelangt ist, kommt man durch 10-maliges Drücken der → Taste zum Eintrag „Servicefunktion“. Jetzt betätigt man die ↓ Taste einmal und erhält im Fenster die Information zur Tastenbelegung im Servicemode:



```

←,→:Nx und      ↑
      Nr lesen!  ↓
  
```

Nämlich, dass durch Betätigung der Tasten ← oder → das einmalige Auslesen der Zählerstände Nx und Nr erfolgt. Ein weiterer Tastendruck auf die ↓ Taste gibt weitere Hinweise zur neuen Tastenbelegung in dieser Betriebsart:



```

↓:Reset 100ms ↑
E:arm-Sign.1s ↓
  
```

Die Taste ↓ löst einen Reset-Impuls von 100 ms Dauer aus und mit der Entertaste (E) kann ein arm-Signal für eine Zeit von einer Sekunde erzeugt werden, um damit einen Messzyklus zu starten.

Der beim regulären Betrieb des Reziprozählers verwendete Reset-Impuls hat eine Länge von wenigen Mikrosekunden. Damit auch mit einem Analog-Oszilloskop geringer Bandbreite das Vorhandensein dieses Impulses in der Schaltung zweifelsfrei nachgewiesen werden kann, wurde seine Dauer auf 100 ms verlängert.

Das eigentliche Anzeigefenster für die Servicefunktion erreicht man, wenn die ↓ Taste ein weiteres Mal gedrückt wird:



```

Nx=
Nr=      ↑
  
```

Es erscheint in der oberen Zeile der Messwert des Zählerstandes für f_x und darunter der für f_r , im Moment jedoch noch ohne Messwerte. Diese erscheinen erst, nachdem man ← oder → gedrückt hat:



```

Nx=3276
Nr=4588      ↑
  
```

Jedes erneute Drücken von \leftarrow (oder \rightarrow) bringt den Zählerstand im Moment des Tastendrucks aufs Display.

Setzt man jetzt beide Zähler durch Auslösen eines Reset-Impulses zurück (Taste \downarrow), verschwinden beide Messwerte vom Display. Die neuen Messwerte (zweimal Null, wenn die Hardware korrekt läuft) erscheinen erst, wenn eine der Tasten \leftarrow oder \rightarrow gedrückt worden ist.



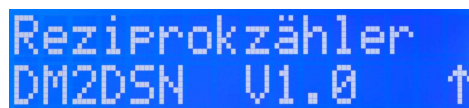
Genau so kann auch ein vollständiger Messzyklus über eine Dauer von einer Sekunde über die Entertaste gestartet werden.

Durch die Funktionsweise des Synchronisierers ist bedingt, dass es zu keiner Veränderung der Zählerstände kommt, wenn keine fx-Impulse am Eingang von IC6A (Synchronisierer) anliegen. Eine anliegende Folge von fr-Impulsen erhöht dann den Zählerstand des Referenzzählers nicht! Denn durch das arm-Signal wird eine Messung nur „angestoßen“, wirklich gestartet wird sie bei der ersten positiven fx-Flanke am Synchronisierer! Und was genauso wichtig ist: Eine Messung wird nicht beendet, wenn das arm-Signal nach einer Sekunde automatisch wieder auf Tiefpotential geht. Beendet wird sie erst, wenn die nächste positive Flanke vom fx-Signal am Synchronisierer angekommen ist!

Das führt zu einem Problem, wenn die fx-Impulse ausbleiben, **nachdem** der Synchronisierer eine Messung gestartet hat. Die Messung wird nie mehr beendet! Das kann man im Servicemode testen, wenn man blitzschnell die fx-Messfrequenz unterbricht, nachdem man die Entertaste gedrückt hat. Ein erstes Abrufen der gegenwärtigen Zählerstände liefert zwei Werte die größer als Null sind, das ist OK. Ruft man nun aber weitere Zählergebnisse auf, wird man feststellen, dass sich der fr-Zählerstand weiter verändert, während der fx-Zählerstand aber unverändert bleibt. Abhilfe bringt ein Reset, Taste \downarrow .

Wie bei allen anderen Displaydarstellungen auch, weist der ganz rechts nach oben zeigende Pfeil auf die Möglichkeit hin, den Servicemode zu verlassen.

Softwareinfo (12)



Erfahrungsgemäß ändert sich die Firmware schon kurz nach der „Fertigstellung“ das erste Mal, weil es Verbesserungen gibt oder Fehler entdeckt wurden. Deshalb muss jeder Nutzer selbst herausfinden können, welchen Softwarestand sein Gerät hat um bei Nachfragen richtig reagieren zu können.

Günter Zobel
DM2DSN

g.zobel@nexgo.de

Für Hinweise auf Fehler oder Unklarheiten bin ich dankbar!