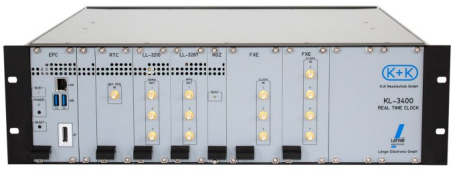
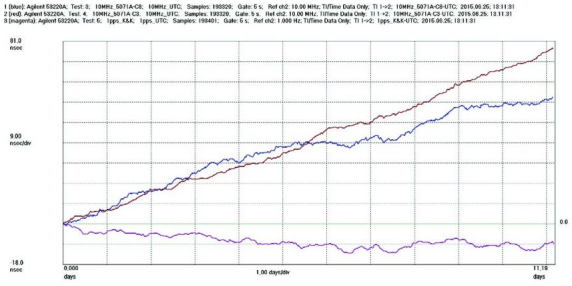
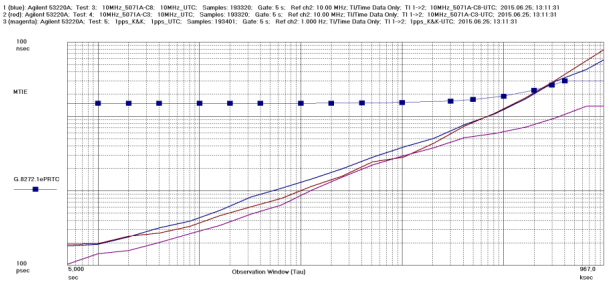
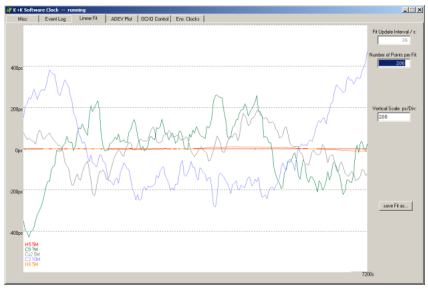
KL-3400 Real Time Ensemble Clock









Die KL-3400 Real Time Ensemble Clock erzeugt aus den bis zu fünfzehn hochgenauen Zeiteingängen ein 1PPS oder 10MHz Signal, das genauer und stabiler ist, als der beste der Eingänge.

Rating: Not Rated Yet
Ask a question about this product

ManufacturerLange-Electronic GmbH

Description

Die erste KL-3400 wurde entwickelt und konstruiert von der K + K Messtechnik GmbH in Kooperation mit Lange-Electronic mit Unterstützung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Braunschweig und mit finanzieller Unterstützung des Bundeswirtschaftsministeriums.

Es wurde tatsächlich eine so genannte "Echtzeituhr" aufgebaut, dh ein Gerät, das die Ausgangssignale verschiedener stabiler Uhren und optional eines 1PPS-Zeitsignals vergleicht, und daraus ein optimiertes 1-PPS Ausgangssignal oder eine 10MHz Ausgangsfrequenz erzeugt.

Datenblätter

Software-gesteuerte sehr präzise Uhr

Zweck der Uhr

ist, ein stabiles Taktsignal bereitzustellen, bezogen auf

- die kurzfristige Frequenzstabilität des eingebauten OCXO
- die mittelfristige Frequenzstabilität eines Satzes von Atomuhren
- die Langzeit-Timing-Genauigkeit eines GNSS-Timing-Empfängers
- Jeder beitragende Takt kann zwei Zeitkonstanten und zwei Gewichtungen haben, die die gewichtete mittlere Zeit des Ensembles bilden

Die Real Time Clock wird ihr stabiles Phasetracking fortsetzen, auch wenn eines, oder sogar mehrere der Eingangsuhrensignale ausfallen.

Im Vergleich zu den ersten KL-3400 Uhren besitzt die neue Version KL-3400-2 zwei völlig voneinander unabhängige Berechnungsmöglichkeiten.

Dies kann verwendet werden, um mit 2 verschiedenen Steuerungsarten zu arbeiten, um herauszufinden, welcher Modus für welche Uhr besser geeignet ist.

Sie können die verschiedenen Modi auswählen, um herauszufinden, welche Lenkungsberechnung besser passt.

Vorteile der Software-Uhr:

- Verbesserte Stabilität gegenüber einer einzelnen Atomuhr durch Ensemble-Mittelwertbildung eines Satzes von bis zu 15 Uhren
- Automatische Steuerung durch UTC (GPS) oder andere GNSS-Systeme oder durch ein anderes stabiles 1pps-Signal
- Zusätzliche Phasen- und / oder Frequenzsteuerung auf Benutzer Command
- Kontinuierliche Konsistenzprüfung zwischen den Atomuhren
- Robustheit gegen Uhrenausfälle
- Einfache Uhrenwartung ohne Unterbrechung des Software-Clock-Ausgangssignals.

Komponenten

Bis zu 15 externe Uhren können angeschlossen werden.

Zwei unabhängige Zeitberechnungen sind möglich:

- Der untere Teil der Real Time Clock mit OCXO B und NSZ B arbeitet mit dem voreingestellten Programm
- Der obere Teil (OCXO A und NSZ A) kann vom Anwender programmiert werden.

Zeitintervallzähler

Der Zeitintervallzähler (TIC) misst die Zeit von der ansteigenden Flanke eines Startimpulses bis zur ansteigenden Flanke eines Stopppulses.Die Zeitskala ist durch ein 10 MHz-Referenztaktsignal definiert.
Die numerische Auflösung des TIC beträgt 50 ps (1 / 2000stel einer Referenztaktperiode), die Genauigkeit ist ungefähr. 150ps.
Das Messergebnis wird seriell an einen Mikroprozessor übertragen.
Der FXE-Mikroprozessor akzeptiert die TIC-Daten und leitet sie an den internen Computer weiter.

Software Clock

- Enthält einen 5 oder 10 MHz OCXO mit hoher Stabilität und eine (24bit) DAC mit hoher Auflösung für die Frequenzabstimmung
- einen 10MHz Oszillator, der auf 5MHz phasenverriegelt ist
- einen rücksetzbaren 1PPS-Divider
- optional einen 100 MHz Oszillator, der mit 5 oder 10 MHz phasenverriegelt ist
- Garantierte "strict monotonicity" und eine vernünftige Linearität sind in einem geschlossenen Phase Locked Loop von entscheidender Bedeutung
- Der high resolution DAC wird unter Verwendung eines hochwertigen monotonen 16-Bit-DAC aufgebaut, der mit einer Rate von 1 kHz mit einer Folge von 16-Bit-Words aktualisiert wird, deren Mittelwert den zu konvertierenden 24-Bit-Wert darstellt.
- Die erzeugte Frequenz ist die exakte Mittenfrequenz des gesamten Uhren-Ensembles und damit besser als jede einzelne beitragende Uhr
- Das Filtern des Ergebnisses mit einer Zeitkonstante von etwa 100 ms reduziert zusätzlich das Rauschen der OCXO Tuning-Voltage
- erzeugt ein Rechteckwellen-Ausgangssignal, um eine exakt definierte Phasenzeit für die Phasenverriegelung sicherzustellen
- Ein zweistufiger Filter extrahiert ein Sinuswellensignal, das auf die anderen Elemente des Boards verteilt wird.

Synchrone Phase Meter Boards

Bis zu 4 Mehrkanal-Synchronous-Phase-Meter-Boards werden verkettet um gleichzeitige Phasenmessungen durchzuführen.

Von 4 bis 16 Uhren:

- das 10MHz Clock Signal von der SWC-Karte (Kanal 0) und
- bis zu 15 externe Atomuhren (Kanäle 1..15).

Ein (optionaler) Scrambler ist verfügbar, um höchste Leistung sicherzustellen - er reduziert Fehler, die durch die relative Phase zwischen den Kanaleingängen und dem 10 MHz Referenzsignal zurückzuführen sind, auf weniger als 10ps.

Key Features FXE:

Interne Messrate: 1 kHz
Unsicherheit der Rohmessung: 15 ps
Bericht der Phasendifferenzmittelwerte: alle 100 ms
Unsicherheit der berichteten Phasenunterschiede: 1,5 ps
Numerische Auflösung der berichteten Phasenunterschiede: 30 fs

FHR, das "Dual-Mixer" Frontend für die FXR Phase Meter

FHR ist ein „Dual Mixer“ Frontend für das FXE-Phase-Meter, mit dem die Phasenauflösung um den Faktor 20 verbessert wird, was zu einem Rauschpegel von 4E-14 @ 1s führt.

Wie FXE bietet jede FHR-Karte 4 Kanäle, von denen jeder die 500-kHz-Subharmonik eines 10-MHz-Oszillators auf die Schwebungsfrequenz zwischen dem nominalen 10-MHz-HF-Eingangssignal und einem 9,5-MHz-Lokaloszillator sperrt, der allen Kanälen gemeinsam ist.

Dieses gemeinsame LO-Signal wird von einer DDS-Karte aus dem 10-MHz-FXE-Referenztakt erzeugt. Durch Ändern der lokalen Oszillatorfrequenz, um die ZF-Frequenz von 500 kHz aufrechtzuerhalten, kann FHR leicht an andere HF-Eingangsfrequenzen angepasst werden, z. 100 MHz.

Ein Standard-FXE-Phase-Meter wird dann verwendet, um die 10-MHz-Oszillatorfrequenzen zu zählen, wobei eine Periode (100 ns) nur 5 ns des FHR-Eingangssignals entspricht. Dementsprechend entspricht die Auflösung von 12,2 ps des Standard-FXE einer Auflösung von 0,6 ps des FXE in Kombination mit dem FHR-Frontend

Im FXE-Phasendifferenzmodus zwischen Kanälen heben sich die Schwankungen des gemeinsamen LO auf und ermöglichen so einen Phasenvergleich von sehr hoher Qualität zwischen hochstabilen Uhren wie H-Masers, selbst wenn nur mäßige Anforderungen an die Stabilität des gemeinsamen lokalen Oszillators gestellt werden.

FHR akzeptiert Eingangssignale mit ca. 2 ... 7 dBm Leistungspegel und nicht mehr als 1E-8 relativer Frequenzversatz von den nominalen 10 MHz.

Basics

Das frequenzverdoppelte OCXO-Signal mit 10 MHz wird intern an den Phasenmesser geliefert, sowohl als Referenzsignal als auch als Eingangssignal für dessen Kanal 0.

Die Eingänge zu den Kanälen 1 ... 15 sind mit Frontplattenanschlüssen verbunden, für Eingangsfrequenzen von 5 MHz oder 10 MHz (Phasenmessungen von 5 MHz Eingangssignalen werden von der Software automatisch verdoppelt, um sofort mit den Ergebnissen von 10 MHz Eingangssignalen vergleichbar zu sein).

Alle 100 ms meldet der FXE die Phasendifferenz jedes der Frequenzeingangskanäle an Kanal 0 (beispielsweise die Phasendifferenz zwischen jeder der Atomuhren und dem OCXO).

Im Einzelnen sind berichtete Phasendifferenzen der Durchschnitt von 100 Messungen, die in Intervallen von 1 ms vorgenommen wurden. Zusätzlich ist eine fortlaufend steigende 'Anzahl der Messungen' enthalten, die als Zeitstempel innerhalb der PC-Datenverarbeitung dient.

Software

Der OCXO wird durch Software gesteuert, so daß er eine glatte und stabile Zeitskala erzeugt, basierend auf der intrinsischen OCXO-Kurzzeit-Stabilität.

Um eine langfristige absolute Timing-Genauigkeit bereitzustellen, wird ein langsam variierender Zeitversatz, der sich aus den 1PPS-TIC-Messungen (mit einer Zeitkonstante von typischerweise mehreren Tagen) ergibt, zu dem gewichteten Mittel der Taktphasen-Offsets addiert. Ein manuell eingegebener Zeit- und / oder Frequenzoffset kann zu den TIC-Ergebnissen hinzugefügt werden, um Kabelverzögerungen usw. auszugleichen.

Es ist eine anfängliche "Lern" -Sitzung erforderlich, während der alle beitragenden Uhren in Ordnung sein müssen, damit die Software Clock richtig starten kann. Die Parameter für die linearen Anpassungen der Phasendifferenz jedes Takts zur Phase des OCXO gegenüber der Zeit werden jetzt erstmalig festgelegt. Tatsächlich wird während dieser anfänglichen Lernsitzung die zukünftige Phase und Frequenz der Software-Clock-Zeit festgelegt.

Wenn eine der Uhren einen auffälligen Phasensprung oder eine ungewöhnliche Frequenzänderung aufweist, werden ihre Anpassungsparameter nicht länger aktualisiert, sondern stattdessen eingefroren. Der Phase Control Loop verwendet dann nicht mehr die tatsächlichen (fehlerhaften) gemessenen Phasendifferenzdaten dieser Uhr, sondern ersetzt sie stattdessen durch den aus den eingefrorenen linearen Anpassungsparametern geschätzten Wert.

Die Zeitentwicklung wird also weiterhin der gleichen Phasenspur folgen wie vor dem Fehler, die von der Software Clock realisierte Zeitskala wird ohne Änderung der Phase oder Frequenz fortgesetzt.

Die fehlerhafte Taktphase wird weiterhin gegen die OCXO-Phase gemessen und die Daten werden weiterhin auf Phasenschritte und auf Allan-Abweichung überprüft. Wenn nach einer angemessenen Beobachtungszeit keine weiteren Anomalien beobachtet wurden, wird die Uhr wieder als "gesund" betrachtet und ein neuer Startsatz von linearen Anpassungsparametern wird bestimmt.

Uhren Management

Die Verwaltung der Uhren wird durch die Kombination von drei Attributen bestimmt: Mode, Status und Health.

MODE verwendet einen der drei Werte: **include**, **monitor** oder **ignore**.
STATUS ist entweder **known**, **learning** oder **initial**
HEALTH hat immer drei Werte: **good**, **dubious** oder **faulty**.

MODE

'include' bedeutet, dass die Uhr zum Ensemble-Durchschnitt beiträgt - entweder (wenn sie als gesund angesehen wird) mit ihren neuesten Messergebnissen oder auf andere Weise mit Daten, die aus der Anpassung geschätzt wurden.

'monitor' beschreibt den Modus, in dem die Messungen einer Uhr kontinuierlich ausgewertet werden, um Fehler zu überprüfen und die Anpassung in regelmäßigen Abständen zu aktualisieren. Diese Uhr trägt jedoch nicht zur Ensemble-Zeit bei und hat daher keinen Einfluss auf die OCXO-Steuerung.

'ignore' bedeutet, dass Daten für diese Uhr überhaupt nicht berücksichtigt werden.

STATUS

„known“ bedeutet, dass die jeweilige Uhr ausreichend lange fehlerfrei gemessen wurde, der Phasen- und Frequenzversatz aus vergangenen Messdaten ermittelt werden konnte.

Eine Uhr, die nicht kontinuierlich gemessen wurde oder einen Fehler angezeigt hat, wird in den Status **„learning“** versetzt.

Gleich nach dem Start der Software erhalten alle Uhren den Status **„initial“**.

HEALTH

Normalerweise ist der Gesundheitswert der beitragenden Uhren „**good**“, die Anpassungspapameter werden regelmäßig aktualisiert und diese Uhr trägt zur Ensemblezeit bei.

Beim Start der Software wird der Status aller Uhren auf „**dubious**“ gesetzt. Dies stimmt mit dem Status „initial“ überein und gilt vorerst unmittelbar nach dem Start der Software.

Wenn entweder ein Phasenschritt oder eine Änderung der Frequenz relativ zur Ensemblezeit beobachtet wird, ändert sich der Zustand in „**faulty**“, die Aktualisierungsanpassung wird ausgesetzt und die letzten Parameter für die gute Anpassung werden verwendet.