

GPS 同期 10MHz 信号源

FURY-10M

ユーザーズマニュアル



REV1.1

株式会社ディエステクノロジー

〒351-0036 埼玉県朝霞市北原 2-9-10

Tel : 048-470-7030 Fax : 048-470-7022

<http://www.dst.co.jp>

I 製品の概要と性能

FURY-10M は、GPS と最新の OCXO 技術を融合させて周波数精度を著しく改善させた 10MHz 信号源です。その最大の特長は、低スプリアス・低ジッター・125dBc at 10Hz OFFSET の 低位相雑音、 $<10^{12}$ 長期安定度です。出力は、サイン波 & CMOS そして 10nS 以下の精度で UTC に同期した 1pps 出力です。設定はシリアル I/F 制御によります。オプションとしてダブルオープンの超高安定な OCXO を使うことで大幅に安定度の改善がみられます。

以下の図で位相雑音特性、Allan Deviation, GPS に同期した時の 1pps 出力安定度をご参照下さい。図 2 でわかるようにオプションのダブルオープンの超高安定な OCXO を使うと大幅に安定度の改善がみられます。1pps 出力はモトローラ社 M12+GPS タイミングレシーバーから出力されています。1ppsBNC 出力は少なくとも 1 個の衛星にユニットがロックしたときに ON になります。図 3 は、水素メーザー原子基準に比べた場合の 1pps 出力の周波数安定度をはかったものです。1pps 出力は GPS にロックされた時 24 時間未満の測定間隔において約 $1E-13$ のタイミング安定度を達成することがわかります。これは通常の OCXO を使った場合にも同じような素晴らしい安定度が得られます。

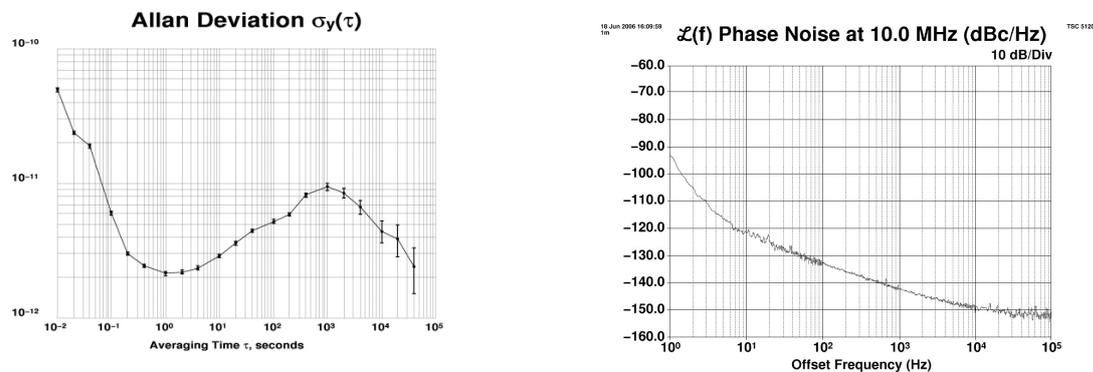


図 1. 標準的な OCXO を使用した時の位相雑音特性

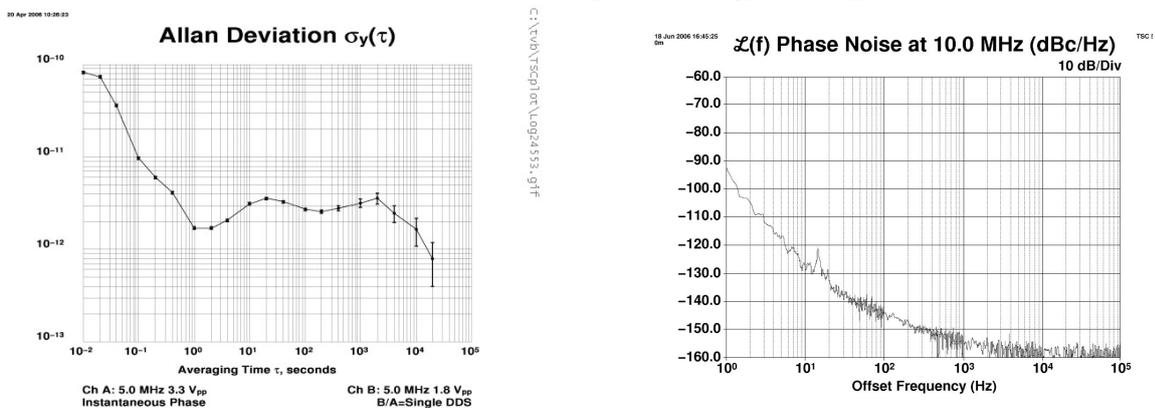


図 2. ダブルオープン超高安定 OCXO (オプション) を使用した時の位相雑音特性

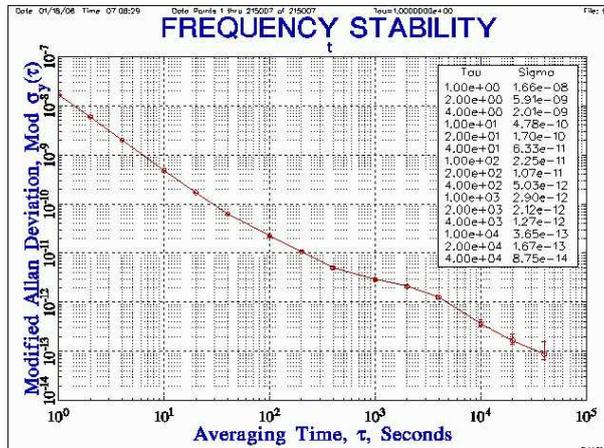


図 3. GPS に同期した時の 1pps 出力安定度

II クイックスタート

1. 電源コードやアンテナの接続

AC 電源コードをパワーコネクタに接続して下さい。付属の GPS アンテナを GPS BNC コネクタに接続して下さい。

2. GPS の初期化

FURY は通常出荷時に AUTO SURVEY MODE に設定されています。FURY を移動させる必要がある時は、衛星の正確な新しい位置をサーチするために、AUTO SURVEY をもう一度行ない、GPS POSITION HOLD モードに持って行く必要があります。AUTO SURVEY アルゴリズムは、10,000 回の測位結果から位置確定をし、それを平均化し、タイミング精度をあげるためメモリーに記憶させております。これを POSITION HOLD モードを言います。それに要する時間は 2~3 時間です。いったん位置が決められると GPS は自動的に POSITION HOLD モードに入ります。

GPS AUTO SURVEY を始めるには次のコマンドをタイプしてください。

GPS:POS:SURVey:STATE□ONCE □=スペース

もし、今の SURVEY の状態が知りたかったら、GPS?とタイプしてください。

P. 7 でわかるように GPS の全ての構成が示されていますが、もしまだユニットが AUTO SURVEY モードの状態の時 SURVEY STATE は、0 ではなく 1 を示します。また、ユニットの前面パネル上の LED でもわかります。この LED は AUTO SURVEY モードの時は点灯していて、ロックすると消えます。ユニットが UTC に対して 100nS 以下、あるいは $<5 \times 10^{-10}$ 以外の場合、またハードウェアのどこかに異常がある時も点灯して知らせてくれます。

もし、ユニットの状態が知りたかったら P.13 にも書いていますが、次のコマンドをタイプすると GPS の全ての状態が見られます。

SYSTem:STATus?

3. SCPI コントロールとコマンドの説明

SCPI サブシステムには、DB-9 NULL モデムケーブルと端末プログラムを使って RS-232 コネクターで接続します。デフォルトにより端末設定は 115200,8N1 です。

以下のようにたくさんコマンドが使われています。ほとんどのコマンドはシンメトリコム社 (Symmetricom, Inc.) の 58503A コマンドと同一です。

GPS Subsystem

GPS サブシステムは、GPS レシーバーの制御や状態に関するコマンドを以下のとおりグループ化しています。

GPS:INITial:DATE <yyyy:mm:dd>

GPS:INITial:TIME <hour:min:sec>

GPS:INITial:POSition <N/S, <deg,min,sec>, E/W<deg,min,sec>,<height in meters>>

GPS:POSition <N/S>, <deg,min,sec>, <E/W>, <deg,min,sec>, <height in meters>

GPS:POSition SURVey

GPS:POSition HOLDSURVey

GPS:POSition LAST

GPS:POSition:SURVey:STATe ONCE

GPS:POSition:HOLD:LAST?

GPS:POSition 3DFix

GPS:REFerence:ADELay <float><s/ns>

GPS:REFerence:TRAIM ON|OFF

GPS:REFerence:TRAIM:RSVIDs?

GPS:REFerence:PULse:SAWtooth?

GPS:REFerence:PULse:ACCuracy?

GPS:REFerence:PULse?

GPS:SATellite:TRACking:EMANgle <int>[0,89]

GPS:SATellite:TRACking:COUNt?

GPS:SATellite:VISible:COUNt?

GPS:INITial

GPS:GPGGA <int> [0,255]

このグループのコマンドを使うと初期の衛星 TRACKING に便利です。ユーザーはこのコマンドでレシーバーに現在の大体の時間、日、位置を与え TRACKING を早めることができます。ただしレシーバーが少なくとも 1 個の衛星をすでに追跡しているのなら、日時の変更はもうできません。もしレシーバーが 3D Fix を計算していたら、現在行なわれている位置計算の変更は無視されます。

GPS:INITial:DATE <yyyy:mm:dd>

このコマンドは日付を入力するときに使われます。

GPS:INITial:TIME <hour:min:sec>

このコマンドは初期時間を入力するときに使われます。

GPS:INITial:POSition<N/S, <deg,min,sec>, E/W, <deg,min,sec>, <height in meters>

このコマンドは大体の位置を入力するときに使われます。

GPS:POSition

このコマンドは GPS アンテナの位置に関するコマンドです。

GPS:POSition <N/S, <deg,min,sec>, E/W, <deg,min,sec>, <height in meters>

このコマンドは GPS のアンテナの位置を明確に指定するときに使います。この位置は LAST HOLD ポジションとなります。このポジションを有効にさせるには次のコマンドを使って下さい。

GPS:POSition LAST

GPS:POSition SURVey

このコマンドは現在動いている AUTO SURVEY をストップし、レシーバーは HOLD ポジションとして現在の平均化したポジションを採用します。

GPS:POSition HOLDSURVey

このコマンドは、GPS:POSition SURVEY と同じような働きをして LAST HOLD ポジションの中にそのポジションを記憶します。

GPS:POSition LAST

LAST というパラメータは LAST HOLD ポジションを示しています。このコマンドは現在の AUTO SURVEY をキャンセルし最後に設定したポジションを再度記憶します。このコマンドは GPS:POSITION コマンドと一緒に AUTO SURVEY のプロセスをスキップしますので GPS アンテナの正確な位置を知っている時とても役に立ちます。

GPS:POSition:SURVey:STATe ONCE

このコマンドは AUTO SURVEY をスタートさせます。AUTO SURVEY は約 3 時間続きます。GPS アンテナが正しく配置されていなかったりするとこの時間はもっと長く続きます。AUTO SURVEY は、GPS:POSition SURVey というコマンドでストップします。

GPS:POSition:HOLD:LAST?

この問い合わせコマンドは LAST HOLD ポジションを表示します。

GPS:REFeRence

このコマンド群は 1pps 基準パルスに関するコマンドです。

GPS:REFeRence:ADELay<float><s/ns>

このコマンドは GPS アンテナ遅延時間を秒の単位で設定します。(もし nS と指定するとナノ秒で設定可能です)

GPS:REFeRence:TRAIM ON/OFF

このコマンドは M12+TRAIM をオン/オフします。これは、時刻の正当性と信頼性が確認できるアルゴリズムです。このアルゴリズムでは 1pps の信号を生成する為には少なくとも 4 つ衛星を追跡する必要があります。T-TRAIM はリセット時のデフォルト値は ON の状態になっています。

GPS:REFeRence:TRAIM:RSVIDs?

この問い合わせコマンドはどの SIDS が T-TRAIM によって除去されたかを示す 32 ビット・フィールド・ナンバーが表示されます。

GPS:REFeRence:PULse:SAWtooth?

この問い合わせコマンドは GPS レシーバーによって概算された次の 1PPS パルスのタイムエラーを nS 単位で現在の値が表示されます。この値は[-128ns, +127ns]範囲内です。

GPS:REFeRence:PULse:ACCuracy?

この問い合わせコマンドは GPS レシーバーで概算された 1pps パルスを nS 単位で 1-sigma 時間精度が表示されます。この値は[0,65635]の範囲内です。

GPS:REFeRence:PULse?

この問い合わせコマンドは 1pps パルスのステータスが表示されます。(0=off, 1=on)

GPS:SATellite

このグループのコマンドは衛星の配列についてのコマンドです。

GPS:SATellite:TRACking:EMANgle<int>[0,89]

このコマンドは ELEVATION MASK ANGLE を設定します。レシーバーは、ELEVATION ANGLE が衛星の MASK ANGLE よりも大きい角度での衛星を追跡しようとします。このパラメータは出荷時に 10 に設定されています。

GPS:SATellite:TRACking:COUNT?

この問い合わせコマンドは今いくつの衛星を追跡しているかがわかります。

GPS:SATellite:VISible:COUNT?

この問い合わせコマンドは受信可能な衛星 (PRN) をアルマナックデータから与えられた日時と位置から推測して教えてくれます。

GPS:POSition 3DFix

このコマンドは GPS レシーバーを POSITON HOLD モードではなく 3DFix モードに変えます。

GPS:GPGGA <int> [0,255]

このコマンドは、N秒 (N=0~255) 毎に NMEA STANDARD STRING \$GPGGA を送るように FURY に指示します。このコマンドは、最初の 12 分の OCXO ワームアップ時間と最初の GPS AUTO SURVEY 期間は使用不可能です。

GPS?

この問い合わせコマンドは GPS レシーバーの全ての構成が表示されます。

以下はその例です。

ANTENNA DELAY: 2e-09

MASK ANGLE:10

TRACKED SATS:6

VISIBLE SATS: 7

SURVEY STATE:0

TIME ZONE:-7,00

ACTUAL POSITION:

N,37,17,58,9510

W,121,57,33.7390

45.40m

LAST HOLD POSITION:

N,0,0,0.0000

E,0,0,0.0000
0.00m
PULSE STATUS:1
PULSE ACCURACY:44
PULSE SAWTOOTH: -4
TRAIM FILTER:1
TRAIM REMOVED SVIDS:00000000

PTIME サブシステム

PTIME サブシステムは、時間のマネージメントに関係した全てのコマンドをグループにしたものです。以下がそのリストです。

PTIME:TZONE <hour,min>[-12,12],[0,59]

PTIME:TZONE?

PTIME:DATE?

PTIME:TIME?

PTIME:TIME:STRing?

PTIME:TINterval?

PTIME?

PTIME:LEAPsecond:PENDING?

PTIME:LEAPsecond:ACCumulated?

PTIME:LEAPsecond:DATE?

PTIME:LEAPsecond:DURATION?

PTIME:LEAPsecond?

PTIME:TZONE <hour,min>[-12,12],[0,59]

タイムゾーンを受信した時刻を基にして UTC からのオフセットとしてローカルタイムオフセットに設定します。

PTIME:TZONE?

この問い合わせコマンドはローカルタイムゾーンのオフセットを戻します。

PTIME:DATE?

この問い合わせコマンドは現在のカレンダーの日付（年、月、日）が返ってきます。このローカルカレンダーの日付は、ユーザーによって入力されたローカルタイムゾーンの値でオフセットされた UTC 時間を参照しています。

PTIME:TIME?

この問い合わせコマンドは現在のローカル時間が 24 時間単位 (時間、分、秒) で返ってきます。このローカル時間はユーザーによって入力されたローカルタイムゾーンの値でオフセットされた UTC 時間を参照しています。

PTIME:TIME:STRing?

この問い合わせコマンドは現在の時間が 24 時間表示で返ってきます。(例: 13 : 24 : 56)

PTIME:TINterval?

この問い合わせコマンドはコマンド **SYNChronisation:TINterval** と同じものです。

PTIME?

この問い合わせコマンドは次の 4 つの質問の答えが返ってきます。

PTIME;DATE?

PTIME:TIME?

PTIME:TZONE?

PTIME:TINterval?

PTIME:LEAPsecond:PENdIng?

この問い合わせコマンドはうるう秒が起こるかどうかを知らせます。値が 0 であればうるう秒は起きてません。値が 1 であれば生じうるう秒の調整が必要なことを意味しています。調整は秒の単位を 1 秒を足すかあるいは引くかをして行ないます。

PTIME:LEAPsecond:ACCumulated?

この問い合わせコマンドは GPS 時間と UTC 時間の間に累積されたうるう秒の差が返ってきます。単位は秒です。

PTIME:LEAPsecond:DATE?

この問い合わせコマンドは将来のうるう秒の日付けが返ってきます。(いつも UTC 時間 6 月 30 日と 12 月 31 日ですが、) 将来のうるう秒の日がまだわからない時は最後に起こった日が返ってきます。

PTIME:LEAPsecond:DURation?

この問い合わせコマンドはうるう秒がどのように起こるかどうかを確認します。1 秒加算か、それとも変化させないか、それとも 1 秒減算かを区別します。その単位は秒です。値は 59 か 60 か 61 になります。

—59 という数字は、1 秒を減算しようとしています。

—60 という数字は、秒とびが起こらないことを表しています。

—61 という数字は、1 秒を加算しようとしています。
そして、次の秒とびによって修正された“分”の期間に戻ります。

PTIME:LEAPsecond?

この問い合わせコマンドは次の 4 つの問いへの答えがすぐに返ってきます。

PTIME:LEAPsecond:PENDING?

TIME:LEAPsecond:ACCumulated?

PTIME:LEAPsecond:DATE?

PTIME:LEAPsecond:DURation?

SYNChronisation Subsystem

このサブシステムは、FURY の同期に関係したコマンドをグループ化したものです。このサブシステムをサポートするコマンドは、以下のとおりです。

SYNChronisation:SOURce:MODE[GPS/EXternal/AUTO]

SYNChronisation:SOURce:STATe?

SYNChronisation:HOLDover:DURation?

SYNChronisation:TINTerval?

SYNChronisation:IMMEdiate

SYNChronisation:FEEstimate?

SYNChronisation?

SYNChronisation:HOLDover:DURation?

この問い合わせコマンドは現在あるいは最近のホールドオーバー状態にあった期間が返ってきます。ホールドオーバーとは基準オシレータが GPS にロックしていない期間のことです。戻り値の最初の数字はホールドオーバー期間です。単位は秒で分解能は 1 秒です。もしレシーバがホールドオーバーの状態の時、その戻り値は現在のホールドオーバーの期間を表しています。もし、レシーバがホールドオーバーの状態でない時は、その戻り値はその前のホールドオーバーの時の期間を表しています。戻り値の 2 番目の数字はホールドオーバーの状態を表しています。“0” という数字は、レシーバがホールドオーバーの状態ではないということで、“1” の数字はホールドオーバーの状態であるということです。

SYNChronisation:SOURce:MODE[GPS/EXternal/UTO]

オプションである外部 TTL レベル 1pps 入力、Source:Mode コマンドで FURY ボードのコネクター J7 PIN3 に接続されます。このユニットは、1pps を生成する内部 GPS の代わりに外部 1pps 入力を使うことができます。GPS レシーバがホールドオーバーの状態の時に外部 1pps を使うように切り替えるには、手動で EXT コマンド オプションを使うか、自動で AUTO コマンドオプションを使うかのどちらかを選択してください。

SYNChronisation:SOURce:STATe?

この問い合わせコマンドは外部 1pps 同期オプションの状態を表しています。

SYNChronisation:TINTerval?

この問い合わせコマンドは FURY の 1pps と GPS の 1pps 信号の間のタイミングシフトか差が戻ってきます。分解能は 1E-10 秒です

SYNChronisation:IMMEdiate

このコマンドを入力すると GPS の 1pps と レシーバ出力の 1pps を瞬時に合わせます。
このコマンドはホールドオーバーの状態の時は使えません。

SYNChronisation:FEEstimate?

周波数エラーの予測値が返ってきます。

SYNChronisation?

すぐに次の 4 つの質問に対する答えが返ってきます。

SYNChronisation:HOLDover:DURation?

SYNChronisation:TINTerval?

SYNChronisation:IMMEdiate

SYNChronisation:FEEstimate?

DIAGnostic Subsystem

このサブシステムは OXCO の診断に関係した質問がグループ化したものです。
以下がサポートしているコマンドです。

DIAGnostic:ROSCillator:EFControl:RELative?

DIAGnostic:ROSCillator:EFControl:ABSolute?

DIAGnostic:ROSCillator:EFControl:RELative?

この問い合わせコマンドは内部基準オシレータの EFC 出力値が返ってきます。-100%~+100% の間の値です。

DIAGnostic:ROSCillator:EFControl:ABSolute?

この問い合わせコマンドは内部基準オシレータの EFC 出力値が返ってきます。0~5V の間の値です。

MEASURE Subsystem

このサブシステムは、FURY の PCB 上での測定点パラメータに関係した問いかけをグループ化したものです。

MEASure:TEMPerature?

MEASure:VOLTage?

MEASure:CURRent?

MEASure?

MEASure:TEMPerature?

この問い合わせコマンドは OXCO の隣に位置している温度センサーの値が戻ります。

MEASure:VOLTage?

この問い合わせコマンドは OXCO に与えられている電圧を戻します。(約 10.5V)

MEASure:CURRent?

この問い合わせコマンドは OXCO の消費電流が戻ります。この電流は OXCO 内部を安定した温度に保つために変化します。

MEASure?

この問い合わせコマンドをするとすぐに次の 4 つの問いが返ってきます。

MEASure:TEMPerature?

MEASure:VOLTage?

MEASure:CURRent?

SYSTEM subsystem

このサブシステムは FURY の一般的な構成や設定に関係したコマンドが次ぎのようにグループ化して返ってきます。

SYSTEM:COMMunicate:SERial:ECHO <ON/OFF>

SYSTEM:COMMunicate:SERial:PRoMpt <ON/OFF>

SYSTEM:COMMunicate:SERial:BAUD <9600/19200/38400/57600/115200>

SYSTEM:STATus?

SYSTEM:FACToRyreset ONCE

SYSTEM:COMMunicate:SERial:ECHO <ON/OFF>

このコマンドはローカルエコーを使用可能/不可にします。GPSCon のソフトと一緒にお使いになる時はこのエコーは「不可」にしてください。

SYSTEM:COMMunicate:SERial:PRoMpt <ON/OFF>

このコマンドは SCPI コマンド上のプロンプト”scpi>”を使用可能/不可にします。
このプロンプトは GPSCon をお使いの時は「使用可能」でなければなりません。

SYSTem:COMMunicate:SERial:BAUD <9600/19200/38400/57600/115200>

このコマンドは、RS-232 の通信速度を設定します。シリアルの設定は常に 8bit,1 stop bit, no parity, no Hw control です。工場出荷時の設定は 115200baud にしてあります。

SYSTem:STATus?

この問い合わせコマンドは GPS の状態全てが見られます。アウトプットは GPSCon に互換しております。GPSCon につきましては、<http://www.realhamradio.com/gpscon.htm> をご参照下さい。

SYSTem:FACToryreset ONCE

このコマンドは EEPROM をリセットします。Aging, tempco, ユーザーのパラメータなどはデフォルト値にリセットされます。

SERVO Subsystem

このサブシステムは、サーボ制御ループの調整に関係した全てのコマンドを次のようにグループ化します。

SERVo:COARSeDac <int> [0,225]

SERVo:DACGain <int>[0.1,10000]

SERVo:EFCScale <float> [0.0,500.0]

SERVo:EFCDamping<float>[0.0,4000.0]

SERVo:SLOPe <NEG/POS>

SERVo:TEMPCOmpensation<float>[-4000.0,4000.0]

SERVo:AGINGcompensation<float>[-10.0,10.0]

SERVo:PHASECOrrrection<float>[-100.0,100.0]

SERVo:1PPSoffset <int>ns

SERVo:OUIet <ON/OFF>

SERVo:TRACe <int> [0,255]

SERVo:COARSeDac<int> [0,225]

このコマンドは E F C をコントロールしている coarseDac を設定します。FURY のコントロールループは自動的にこの設定を調整します。ユーザーはこの値を設定する必要はありません。

SERVo:DACGain<int>[0.1,10000]

このコマンドは OCXO のコントロール電圧に対する感度と DAC のゲインを整合させるために

調整します。±20Hz 変化の OCXO では 15.0 が標準的な値で ±2Hz 変化の OCXO ですと 150.0 です。設定に関しては次の表を参考にしてください。

最大 OCXO 周波数偏差	推奨される DAC GAIN 値	例
0.2Hz	2000.0	ルビジウム
2Hz	250.0	10811
20Hz	30.0	標準的 OCXO
40Hz	15.0	MTI OCXO

SERVo:EFCScale <float> [0.0,500.0]

このコマンドは PID ループの比例制御をコントロールします。標準的な値は 0.7 (ダブルオープン OCXO) から 6.0 (シングルオープン OCXO) くらいです。この値が大きくなると制御の追従特性は良くなりますがロックした時にノイズが増えます。

SEVo:EFCDamping <float> [0.0,4000.0]

DAC へのローパスフィルターをセットします。2.0~50 の値が使われますが、より大きな値はフェーズの遅延を起こしますがノイズの減少に繋がります。

SERVo:SLOPe <NEG/POS>

このパラメータは EFC と OCXO の周波数変化のスロープを決めます。ご使用の OCXO の EFC 周波数スロープに合うようにこのパラメータを設定してください。

SERVo:TEMPCOmpensation <float> [-1000.0,1000.0]

このパラメータは EFC と OCXO の消費電流の相関を反映する係数です。この係数はもし OCXO が FURY の PCB に電源がある期間供給されていたならば、もうすでに自動的にソフトで調整が行われているはずですが、OCXO の電流と周囲の温度の関係は、周囲の温度変化に正しく合うように FURY は動作します。

SERVo:AGINGcompensation <float> [-10.0,10.0]

OCXO の周波数に生じるエイジングドリフトを補正する必要がある場合、EFC のドリフトを表す係数がこのパラメータです。この係数は既に弊社によって調整されております。

SERVo:PHASECOrrrection <float> [-100.0,100.0]

このパラメータは、PID ループ制御ループのパラメータを設定します。あまり大きな値が設定されたらループは不安定になります。標準的な値は 10.0~30.0 です。

SERVo:1PPSoffset <int>ns

このコマンドは 1 pps のタイミングを即座に UTC に対して 16.7nS ステップで設定します。1 nS の分解能で合わせこむ場合は次のコマンドを使います。

“GPS:REFerence:ADELay <float> ,s/ns>

GPS:REF:ADEL パラメータを変えることは、ユニットがゆっくり新しい UTC フェーズオフセットにロックすることです。SERVo:1PPS コマンドを使う事は、16.7ns 対 1ns の低い分解能となってしまいますが、1pps 信号のフェーズが早く変化するということになります。

SERVo:QUIet <ON/OFF>

このコマンドは出力スプリアスを少なくするため LED と RS-232 トランシーバーをシャットダウンさせることで行います。LCD ディスプレイは“SCPI MODE”ではなくその他のモードにセットして下さい。もし“SCPI MODE”だと QUIET モードが実行不可能になります。

SERVo:TRACe <int> [0,225]

このコマンドはデバック時、数秒で周期を設定します。

5. オプション

ダブルオープン OCXO 品番 MT1270-0269 (装置又は基板に取り付けた状態で納入されます)

6. 保証

納入後 1 年経過までの期間に製造者の製造上、設計上の不適切さによる瑕疵が発見された場合は製造者の責任において修理もしくは交換を行うものとします。

7. その他

本製品は CMOS デバイスを使用しておりますので静電気により損傷を受けやすい場合がありますので、取扱いには十分注意して下さい。

8. 製造者： Jackson Lab. <http://www.jackson-labs.com>

販売者：(株) ディエステクノロジー

- ☆ 本資料の記載事項は予告なく変更する場合があります。
- ☆ 本資料の一部又は全部を当社に無断で転載または複製することを堅く禁じます。
- ☆ 使用者が事故などによる損害が生じた場合、当社では一切の責任を負いません。
- ☆ 本資料の掲載内容は工業所有権その他権利の実施に対する保証または実施権の許諾をおこなうものではありません。
- ☆ 本資料掲載の回路等の使用に起因する第三者の工業所有権に関して、当社ではその責任を負いません。

株式会社ディエステクノロジー