

# MDO-2000E シリーズ FRA 機能について

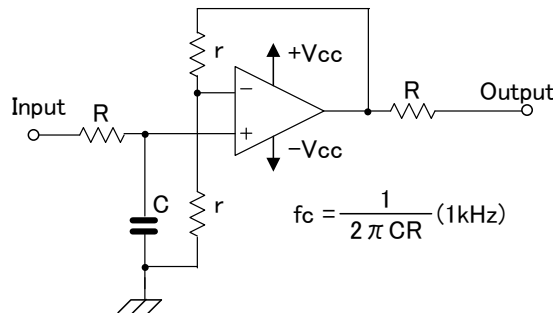
MDO-2000E シリーズは無償オプションの FRA 機能をホームページからダウンロードしてインストールすると、任意信号発生器で発生したスイープ信号とオシロスコープの2チャンネルの振幅・位相差を自動測定してグラフ化する周波数解析機能が利用できるようになります。

周波数特性があるフィルタやアンプ、フィードバック回路のゲイン余裕・位相余裕を測定することが可能です。

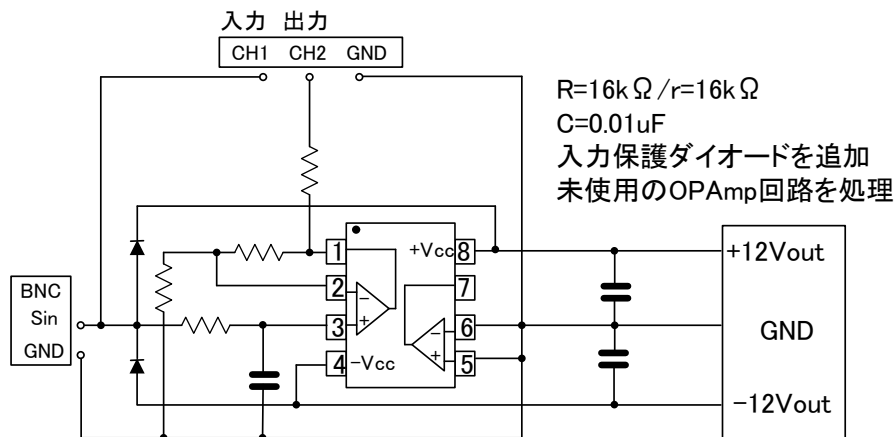
今回はこの FRA 機能についてフィルタ回路を実際作成し、周波数特性を測定する手順を説明します。

1. 実験回路を決めます。

オペアンプを利用した2倍の非反転増幅器と1kHzのCRフィルタ回路を作成します。

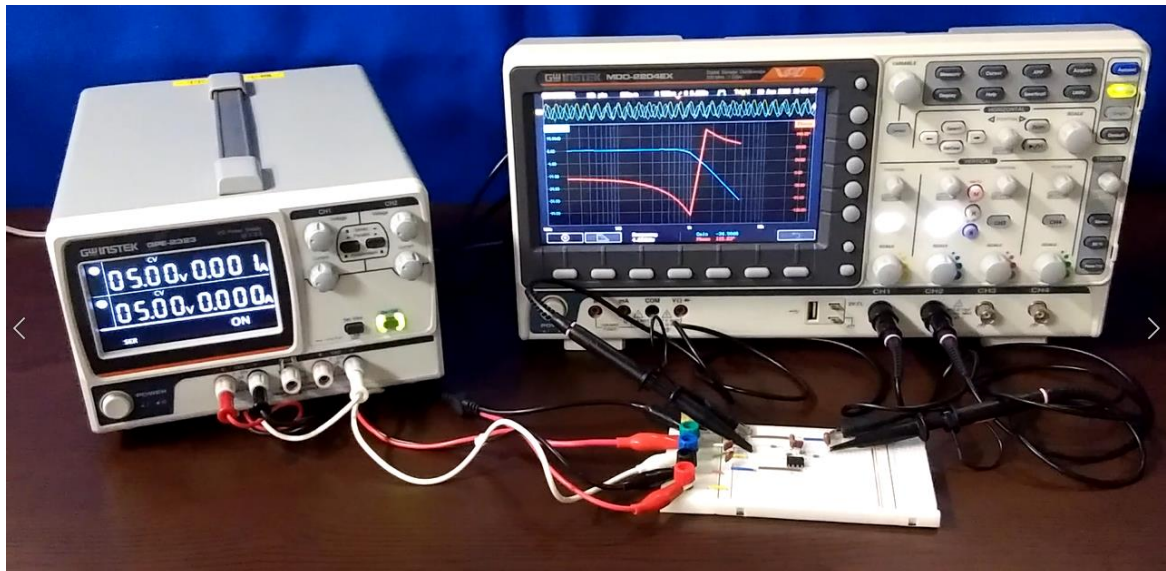


2. 実際の配線回路を検討します。



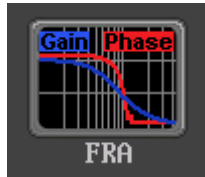
±12Vの電源が用意できない場合はMDO-2000EのUSB端子の+5VからDC-DCコンバーターなどを利用して作成してください。(例ではブレッドボードを利用しています。)

3. 実験回路をMDO-2000Eに接続します。



4. MDO-2000E の FRA 機能を準備します。

APP キーを押し、Variable ツマミで FRA を選択し Select キーを 2 回押し FRA 機能を起動します。



5. FRA 機能の任意信号発生器を設定します。

設定を押し右の AWG SETUP を押し、インピーダンスを HighZ、振幅を 200mV、開始周波数を 100Hz、終了周波数を 10kHz に設定します。数値は項目を押しして桁移動 ← → と Variable ツマミで設定します。

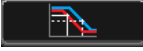
設定後は戻るで元の画面に戻り、Points/Decade(ポイント数)を 90 に設定します。



6. FRA 測定を実行します。

下の **FRA Run** を押して測定を開始します。測定ポイントごとに安定を待ちますので、全体の特性を見る場合は Points/Decade を少なくしてください。



7. 解析ボタン  を押してカーソル測定をおこないます。

FRA Measure を押して Cursor を On にするとポイントのカーソルと測定値が表示されます。

Select 1 2 でカーソルを選択し Variable ツマミでカーソルを移動します。

FRA Utility → Save To CSV でポイントの測定データを CSV に保存することができます。



以上で実験は終了です。

FRA は負帰還のフィードバック回路の特性を測定することも可能です。フィードバック回路などのゲイン余裕・位相余裕を測定知る場合は注入トランスと検出抵抗をフィードバック回路に挿入する必要があります。またこの場合に GND ラインの取り回しや、設定により予想している特性が得られないことがあります。回路の発振や誤接続で部品の破損などが発生することもありますので取扱にはご注意ください。

### FRA 機能のインストールについて

MDO-2000E は標準では FRA 機能がインストールされておりません。以下の手順でインストールをしてください。

1. MDO-2000E のファームウェアのバージョンを確認します。FRA は Ver1.35 以上で利用可能です。
2. ホームページの MDO-2000E から FRA のモジュールをダウンロードし解凍して USB メモリにコピーし、MDO-2000E に装着します。
3. ファームウェアが Ver1.35 未満の場合は同梱している\*.upg ファイルをインストールします。  
Utility→ファイル操作でファイル一覧が表示されますので、Variable ツマミで\*.upg を選択し、Select を 2 回押してください。完了するか、アップデートが止まって表示が黒くなったら完了なので、再起動してください。この方法でエラーが出る場合は、同梱されているバージョンアップの手順書に従いバージョンアップを行います。
4. FRA モジュールをインストールします。  
Utility→ファイル操作でファイル一覧が表示されますので、Variable ツマミで\*FRA.gz を選択し、Select を 2 回押します。インストールが完了したら再起動すれば終了です。

### FRA 機能の設定項目について

FRA の設定項目は以下の通りです。

表示	項目
Input Source	リファレンス入力チャンネルの指定
Output Source	被測定出力チャンネルの指定
AWG Points/Decade	周波数分解能 10/15/30/45/90 から選択
AWG Start	開始周波数 20Hz~25MHz
AWG Stop	終了周波数 20Hz~25MHz
AWG Amplitude	出力信号振幅 Load: 50Ω 時 0.01Vpp~2.5Vpp Load: HighZ 時 0.02Vpp~5.0Vpp
AWG Load	終端インピーダンス設定 50Ω/HighZ

オシロスコープの入カレンジは垂直レンジのツマミで設定します。(最大で 1V/div)

### FRA 機能の PC 制御について

拡張される通信コマンドとシンタックスは以下の通りとなります。

内容	コマンド	設定	クエリ
測定開始	:FRA:RUN	○	○
測定中断	:FRA:STOP	○	○
入力 CH 選択	:FRA:SOURce:INPut {CH1   CH2  CH3   CH4}	○	○
出力 CH 選択	:FRA:SOURce:OUTPut {CH1   CH2  CH3   CH4}	○	○
開始周波数	:FRA:FREQuency:STARt <NRf>	○	○
終了周波数	:FRA:FREQuency:STOP <NRf>	○	○
終端設定	:FRA:AWG:LOAD {FIFTy HIGHZ}	○	○
振幅設定	:FRA:AWG:AMPlitude <NRf>	○	○
分解能設定	:FRA:POINt {10  15  30  45  90}	○	○
測定結果保存	:FRA:SAVe	○	
測定データ CSV 保存	:FRA:SAVETOCsv	○	
測定結果呼出	:FRA:RECAll {<file path> } "Disk:/xxx.FRD", "USB:/xxx.FRD" など	○	
CSV 測定データ要求	:FRA:DATA? CSV 形式で測定データを PC に応答します。		○