



本機は、Ayumi(中林歩)さんがトランジスタ技術誌2005年4月、5月号に発表されたFRA(周波数特性分析器)の製作記事を元に、オーディオならびに音響用トランス測定用途として使いやすいように仕様を変更したものです。

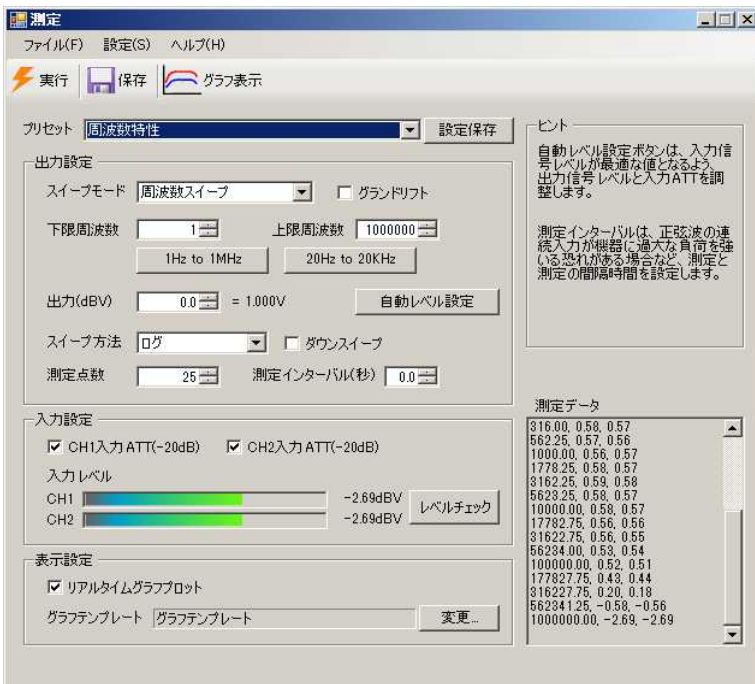
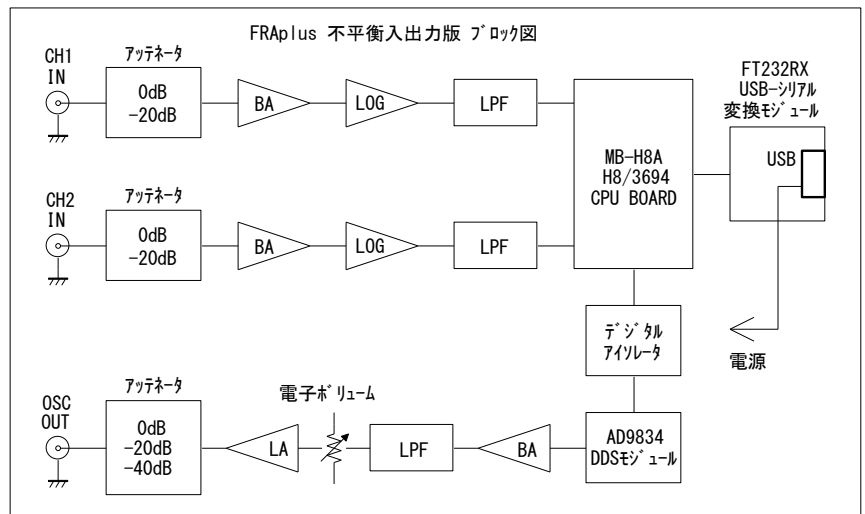
- トラ技記事のFRAからの主な変更点は以下の通りです。
- ・ローカル測定機能を廃して、常にPCIに接続して使う仕様になりました。
  - ・アッテネータ、ボリュームは全てマイコン制御にしました。
  - ・最低周波数を10Hzから1Hzに拡張しました。
  - ・DDSモジュールを秋月のものからストロベリー・リナックスに変更しました。
  - ・PCソフトをJavaから通常のアプリソフトに変更しました。
  - ・PCとの通信をRS-232CからUSB経由に変更しました。

**今回ご紹介するFRAplusのハードウェア、ソフトウェアは、現在開発途上であり暫定的なものです。最終的な仕様は、平衡入出力にする等、進化させる予定です。**

本機はトラ技記事のFRAと同様に、EUT(DUT)の利得とインピーダンスについて周波数をスイープさせながら自動測定ができます。加えて、アッテネータ、ボリュームをマイコン制御にしたことから、通常のFRAにはできない、発振器の信号レベルをスイープさせてアンプ等の入出力特性を測定することができるため、本機をFRAplusと命名しました。もしかするとオーディオアナライザと呼んでもよいかもかもしれません。

以下に不平衡版の仕様を挙げます。

発振周波数	1Hz ~ 10MHz (正弦波)
出力インピーダンス	約50Ω
出力レベル	最大+6dBV (2Vrms) 無負荷時
入力インピーダンス	約1MΩ
計測範囲	-80dBV (目標) ~ +23dBV



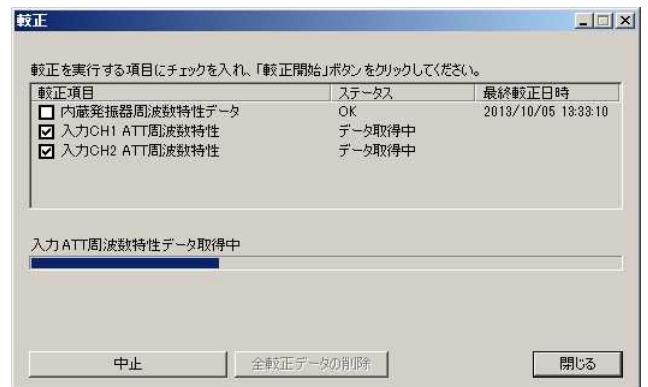
FRAplusのソフトウェアは、マイコンのファームウェアと、測定アプリと分析アプリの2つのPCソフトで構成されます。FRAplus本体は入出力端子と7個のLED表示があるのみで、ファームウェアは計測の為にハードウェアを制御することに専念し、複雑な計算処理やユーザーインターフェイスは全てPCソフトが担います。

左の絵は測定アプリ画面です。入出力の設定を行って保存しておけば、それを呼び出して実行ボタンを押すだけで簡単にスイープ測定ができます。測定データは右下の欄に表示され、リアルタイムにグラフを表示することができます。

FRAplusならではの機能として、自動レベル設定と測定インターバル設定があります。自動レベル設定機能は、例えばアンプのF特を、1kHz、1Vの出力を基準に測定したい場合等に自動で発振器の出力レベルを決めてくれる機能です。自動レベル設定のボタンを押すと、別窓が開きますので、設定、実行するとレベルを自動で設定してくれます。測定インターバル設定は、パワーアンプ等で連続して大きな出力を出すとアンプや負荷に負担が掛かる場合に、測定のインターバルを設けて負担を減らすことを目的とする機能です。

FRAplusには、より正確な測定ができるよう、内部的に較正を行う機能があります。右の絵が較正画面です。現在のところアッテネータを入れない状態の入力回路のF特を基準として、発振器と2つの入力のアッテネータを入れた時のF特を較正することができます。較正機能によって較正データを作成し、測定データを補正することで、誤差の少ない測定結果が得られます。

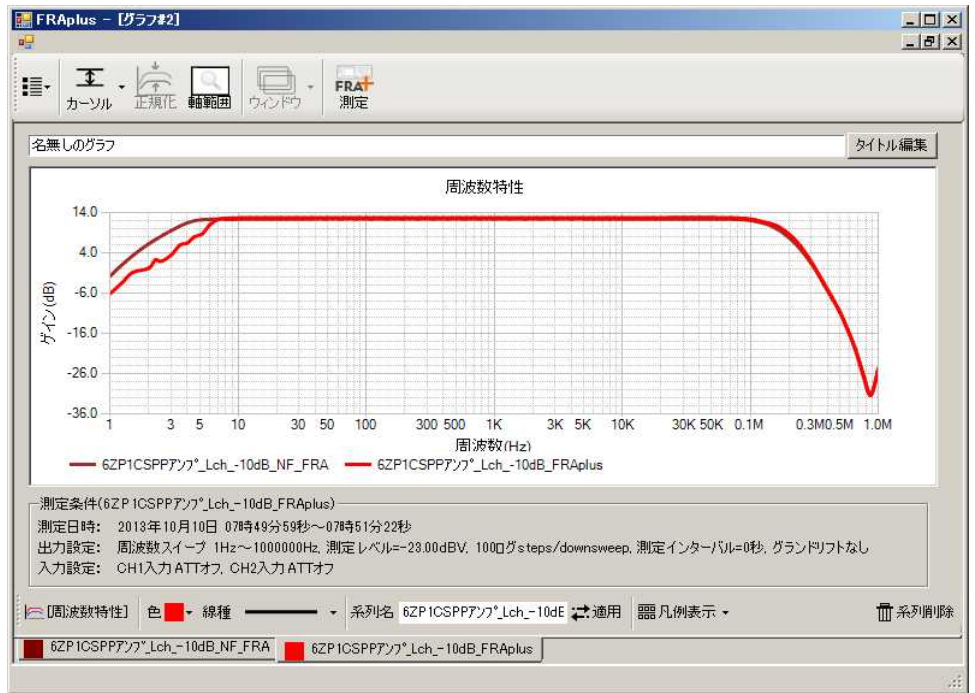
較正データが無い場合や長らく更新されていない場合には、較正することを促すメッセージが出ますので、誤差の少ない状態を維持することができます。較正は発振器の出力を2つの入力チャンネルにスルー接続して行い、約5分で終了します。



2つのPCソフトは、測定アプリのグラフ表示アイコンと分析アプリの測定アイコンで相互に行き来ができます。測定アプリからグラフ表示アイコンをクリックすると測定データが分析アプリに転送され、グラフテンプレートを選択すればグラフ化することができます。

分析アプリはFRAPlusの独自データだけでなく、CSVファイルを読み込むことができますので、ほかの測定器のデータのグラフを描かせることもでき、オーディオ用グラフ描画ソフトとして単独で使用しても非常に戦闘力の高いアプリです。

一つのグラフに最大50の系列を持つことができ、それぞれの系列の色、線種を選択してグラフを描くことができます。2種のカーソル機能、グラフの正規化、軸範囲の変更、グラフテンプレートの編集、凡例の表示、ベジェ曲線の選択等、グラフ描画に必要な機能はほぼ網羅しています。また、FRAPlusと他の測定器のデータを一つのグラフにすることも可能で、右のグラフは拙作の6ZP1CSPPアンプのF特を、FRAPlusとNF回路設計ブロックのFRAで測定したデータを比較したものです。



分析アプリで描いたグラフの例をいくつか右に紹介します。全高調波歪率は同じく6ZP1CSPPアンプの特性で、別の測定器で測定したデータをCSVファイルにし、分析アプリで取り込んでグラフ化したものです。その下の入出力特性も、6ZP1アンプをFRAPlusのレベルスイープ機能を使って自動測定したグラフです。一番下のインピーダンス特性は、上のグラフと同様にアンプの出力インピーダンス特性の測定データをNFのFRAと比較したグラフです。

FRAPlusは、共にトランス巻きをすることから知り合ったmiyaさんと私ARITO@伊吹南麓がソフトとハードをそれぞれ担当して開発中です。開発のきっかけは、自分たちが使用する、音響用トランス評価のための測定器が欲しいということですが、今回ご紹介しました不平衡出力版ではプッシュプル用OPTのF特測定ができませんので、平衡入出力仕様に進化させることを最終目標としています。もちろん我々はオーディオアンプの自作もやりますので、オーディオ用途としても平衡入出力版で活躍の場が広がることを考慮しています。平衡入出力版は電源電圧を高く設定する予定ですので、発振器出力が最大約7.5V、測定範囲が最大60Vと大きくなり、もちろん平衡入出力仕様のアンプ類の測定ができるようになりますので、かなり使いやすくなります。

ソフト開発担当のmiyaさんは、ソフトウェアに関してはフリーウェアとし、広く興味のある方々に使ってほしいという考えをお持ちです。ハードウェアも回路規模がそれほど大きくありませんので、面実装部品は無くせないものの、プリント基板を頒布すれば、電子機器組立ての経験のある人ならばキット感覚で製作ができるのではないかと考えています。しかしながら、基板の作り方、調整方法、ハード、ソフトの取り扱い説明等、頒布するために用意しなければならないドキュメント類だけでもかなりのボリュームになりますから、協力者無しでは難しいと思いますので、協力いただける人を歓迎します。また、部品や専用ケースの調達等も頒布希望者が多ければ実現できる可能性があります。なお頒布に関しましては、開発者は個人的な利益を得るつもりは全くありませんので、仮に頒布物によって事故、怪我、不都合等が生じた場合、問題解決の努力はいたしますが、一切の保証はできませんし、責任は負わない前提で進めますので、ご理解いただいた方のみ頒布することとします。

FRAPlusは開発途上であることから、特にソフト仕様に関しては詳細まで決まっておられませんし、現時点で全ての機能が実装されているわけではありません。開発状況は、「ARITO's チョロQ掲示板」にて随時アップされています。興味がある方は是非ご覧いただき、ご意見、ご要望を書き込んでいただけましたらと思います。

<http://amp.umetech.com/ariq/joyful.cgi>

なお、掲示板に入るためには、UserID、Passwordのどちらも「bbs」と入力ください。

これは単にスパム書き込み防止のためで、会員制掲示板の類ではありません。

2013. 10. 20  
前川有人(滋賀県米原市)

