

MT8870A Universal Wireless Test Set の開発

Development of MT8870A Universal Wireless Test Set

西澤 真 Makoto Nishizawa, 山田 康典 Yasunori Yamada, 岩本 守 Mamoru Iwamoto

[要 旨]

スマートフォンやタブレット端末、無線モジュールには、セルラ通信システム、ワイヤレス LAN, Bluetooth, GPS, DVB-H, ISDT-Tmm, FM ラジオといった様々な無線機能が搭載されている。これら様々な無線通信方式の無線性能試験に対応し、次世代方式にも対応可能な拡張性を備え、試験工程に柔軟に対応できるノンシグナーリング専用の RF 試験装置として MT8870A ユニバーサルワイヤレステストセットを開発した。

[Summary]

Smartphone, tablet computers and similar devices may be equipped to support a variety of wireless systems, such as a cellular communications, wireless LAN, Bluetooth, GPS, DVB-H, ISDB-Tmm and FM radio. Anritsu has developed the MT8870A Universal Wireless Test Set as a non-signalling test instrument that supports today's wireless technology, has the expandability to support the next generation of wireless systems and the flexibility so satisfy the exacting needs of large-scale manufacturing.

1 まえがき

近年、スマートフォンやタブレット端末に代表される携帯端末機器は高機能化されており、移動体通信サービスやワイヤレス LAN によりインターネットへ接続し、様々なサービスを受けることができる。さらに、Bluetooth によるヘッドセットやキーボード等の他のデバイスとの接続や、GNSS(Global Navigation Satellite System)の位置情報を利用したサービスを受けたり、DVB-H や ISDB-Tmm などのデジタル放送や、FM ラジオの視聴ができる。

一方、通信インフラ設備から見ると、携帯端末機器のユーザ数の増大やサービスコンテンツのデータ量の増加に伴い、周波数帯の拡張や新しい通信方式の採用が必要になっている。

この様な多くの無線通信システムへ対応するため、携帯端末機器に内蔵している無線モジュールには多くの無線性能試験が必要であり、製品検査における測定時間・測定設備の増加は製造コストを上げる要因となっている。

このような背景から、様々な無線通信方式の性能試験に対応し、将来の次世代方式への拡張性を備えた、MT8870A を開発した。



図 1 MT8870A ユニバーサルワイヤレステストセット正面図
(MU887000A 送受信テストモジュールを 4 モジュール実装時)
Front view of MT8870A Universal Wireless Test Set
(Inside 4 modules of MU887000A TRX Test Module)

2 開発方針

移動体通信であるセルラ方式の LTE, W-CDMA, TD-SCDMA, CDMA2000, 1xEV-DO, GSM システムと近距離無線通信方式の WLAN(Wireless LAN), Bluetooth システム、ブロードキャスト方式の FM ラジオ、DVB-H, ISDB-Tmm システム、GNSS 方式の GPS システムに対応可能で、製造分野で使用できる機能・性能を持つことを目標に、以下の開発方針を立てた。

2.1 モジュール式測定器が提供する生産設備の経済性と柔軟性

無線機器製造での生産量や試験工程の変動に柔軟に対応するため、省スペース・低価格な測定モジュール(MU887000A TRX Test Module)と、測定モジュールを複数実装可能なメインフレーム(MT8870A Universal Wireless Test Set)で構成し、組み合わせが可能なモジュール式の測定器とした。

測定モジュールには、複数のモジュールを組み合わせることなく、モジュール単独で無線機器の送受信測定を行うために必要な機能を実装した。測定モジュールは信号送信部、信号受信部、ユーザインターフェースおよび信号解析部で構成している。

メインフレームは、測定モジュールを最大 4 モジュール搭載することができるスロットとリモート制御用の通信コネクタを装備し、測定モジュールへの電源供給、基準信号供給、共通情報の保持機能を持つ。

(1) 省スペース・低価格

メインフレームである MT8870A に、測定モジュールである MU887000A を 4 台搭載することで、同等機能の測定器

と比較して設置面積を $1/4$ とした。加えて、メインフレームに実装する電源や基準信号源、ソフトウェアライセンスを各モジュールが共用することで低価格を実現した。

(2) 柔軟性

無線機器の生産ラインにおいて、各ラインにあるメインフレームの測定モジュールを生産量の変化に応じて入れ替えることにより、最適な処理能力を発揮できる。さらに、メインフレームにソフトウェアライセンスを付加することで、測定モジュールの追加や入れ替えを行った場合に、ライセンスの再購入や再インストールを不要とするライセンス管理を実現した。

2.2 基本性能

(1) 周波数帯域対応

無線サービスごとに使用する周波数帯はさまざまであり、セルラでは 400 MHz～3.8 GHz、WLAN では 2.4 GHz、5 GHz 帯、FM ラジオでは 65 MHz～110 MHz、NFC (Near Field Communication) では 13.56 MHz である。これらの無線通信システムの帯域を網羅すると同時に、将来、新しい帯域が追加されてもソフトウェアの変更で対応できるように、送受信試験に対応する RF 周波数範囲を 10 MHz～6.0 GHz とし、さらに 1 Hz 分解能で設定可能とした。

(2) 広帯域／広ダイナミックレンジ

WLAN 11ac の信号スペクトラムの最大帯域幅に対応するため、送受信ともに測定帯域幅を 160 MHz とした。また、LTE 方式無線端末機器の Spectrum Emission Mask 測定では、キャリア周波数を中心に周波数範囲 75.1 MHz の帯域幅が必要とされる。この帯域を分割して測定しても良いが、広帯域のメリットを活かし、この信号帯域を一度に取り込んで測定することで、測定速度が向上した。

一方、WLAN 11b の Transmit Spectrum Mask 測定は、最大 22 MHz 帯域幅の送信信号に対して、100 kHzあたりの電力密度 (Power Spectrum Density) の最大値を 0 dB_r とし、離調周波数が 22 MHz 以上の範囲で、−50 dB_r 以下であることが要求される。WLAN 11ac の Transmit Spectrum Mask 測定では、最大 160 MHz 帯域幅の送信信号に対して、送信信号の 100 kHz あたりの電力密度 (Power Spectrum Density) の最大値を 0 dB_r とした場合に 30 MHz 以上の離調周波数において −40 dB_r 以下であることが適用される。測定器への入力信号の電力を −10

dB_m とした場合に、これらの測定を可能とするためには MU887000A の内部残留ノイズを、11b の 2.4 GHz 帯にて −133.4 dBm/Hz、11ac の 5 GHz 帯にて −132.4 dBm/Hz 以下の性能が要求されるため、これらより低い送信測定系残留ノイズを設計目標とした。

(3) 高速測定

セルラ通信の規格である 3GPP、3GPP2 や WLAN の通信規格である IEEE802.11、Bluetooth 規格の無線試験規格では、無線機器とシステムシミュレータである測定器が、通信を行なながら RF 性能試験を行う方法が記載されている。しかし、無線機器製造においては、通信を行う手続きを省略し、通信状態を模擬する機能を無線機器に実装して、試験時間を短縮している。具体的には、無線機器に搭載しているチップセットのメーカーが、それぞれ独自の方法を考案し、リストモード方式として実現している。

リストモード方式とは、従来の試験手順において無線機器および測定器の設定と測定を繰り返し行い、所望の試験を実施するところを、無線機器と測定器へ試験手順を事前に設定し、試験を実施する手法である。この手法を用いることで、測定器が測定をしていなかった時間を短縮することができる。しかし実際にはチップセットメーカーの実装方法により、リストモード方式での測定開始、送信および受信信号の周波数、信号レベル切換のタイミングが異なる。この点をふまえ、リストモード方式に対応するために、MU887000A では測定とハードウェア切換えのタイミングを、任意に設定可能とした。また、送信測定時に測定信号を取り込みながら解析処理を行うことで測定時間の短縮を行っている。

2.3 拡張性

160 MHz 帯域幅の送受信測定と、10 MHz～6 GHz まで連続した周波数での測定に対応したアナログ部と、デジタル部に FPGA を使用することで、次世代システムの LTE-Advanced や既存システムの新しい周波数帯への拡張を、ハードウェア交換せずにソフトウェアで機能変更・機能追加により、可能な構成とした。

3 回路構成

MU887000A の回路構成を図 2 に示す。

3.1 送信部

MU887000A の出力信号は、FPGA 回路によって構成した任意波形発生回路からの IQ データを、400 MHz～800 MHz のサンプ

リングクロックにてデジタル・アナログ変換を行い、直交変調器にて周波数変換を行うことで、1 GHz～6 GHz の周波数の信号を生成している。10 MHz～1 GHz の周波数の信号は、後段の周波数変換部にてダウンコンバートすることで生成している。周波数変換された信号は、增幅部および電子アッテネータを経由したのち、ディバイダー部に入力される。

3.2 受信部

ディバイダー部より出力される測定対象の送信信号は、受信部の電子アッテネータを経由する。10 MHz～500 MHz の測定周波数に対しては、周波数変換部によりアップコンバートされ、後段の周波数変換部に入力される。500 MHz～6000 MHz の測定周波数に対しては、そのまま後段の周波数変換部に入力される。周波数変換部で、固定 IF 周波数(100 MHz もしくは 300 MHz)にダウンコンバートされたのち、アナログ・デジタル変換部によりデジタル IF 信号に変換され、FPGA 内部の SA DSP Block へ送られる。アナログ・デジタル変換部でのサンプリング周波数は、400 MHz である。

広帯域幅の測定が必要とされることと同時に、既存通信サービスの W-CDMA, CDMA2000, 1xEV-DO, GSM での測定が必要である。これらの既存通信サービスでは、Uplink または Reverse 信号から、数 10 MHz 離れた周波数に Downlink または Forward 信号が存在する。そのため測定帯域内に Downlink または Forward 信号が存在し、これらの信号が入らないように、フィルタリ

ングが必要となる。測定に必要な帯域幅を確保しつつ、解析に不要な信号を分離できるように、解析帯域幅ごとに IF 段のフィルタ経路と IF 周波数を選択している。IF フィルタの帯域内周波数特性は、アナログ・デジタル変換後に信号処理にて補正を行い、1.0 dB 以内の平坦性を実現した。

表 1 IF フィルタ経路
IF Filter Route

解析帯域幅	IF 周波数	IF 段フィルタ
≤ 25 MHz	100 MHz	100 MHz BPF
≤ 80 MHz	100 MHz	140 MHz LPF
≤ 160 MHz	300 MHz	300 MHz BPF

3.3 ディバイダー部

MU887000A は 4 つの RF コネクタ(Port1～4)を搭載している。Port1, 2 は送受信信号を同時に出入力可能な、Full Duplex 用のコネクタである。このため送信部と受信部が Divider によって結合されている。Divider 内部で接続されている、送信部と受信部間のアイソレーションを 20 dB 以上とすることで、送信部と受信部の回路が互いに与える影響を低減し、送信部と受信部をそれぞれ独立して制御できるようにしている。

Port3, 4 は信号の送信もしくは受信を切り替えて使用する、Half Duplex 用のコネクタである。SW(スイッチ)は、送信部と接続する Port および受信部と接続する Port の接続の切換えを行う。

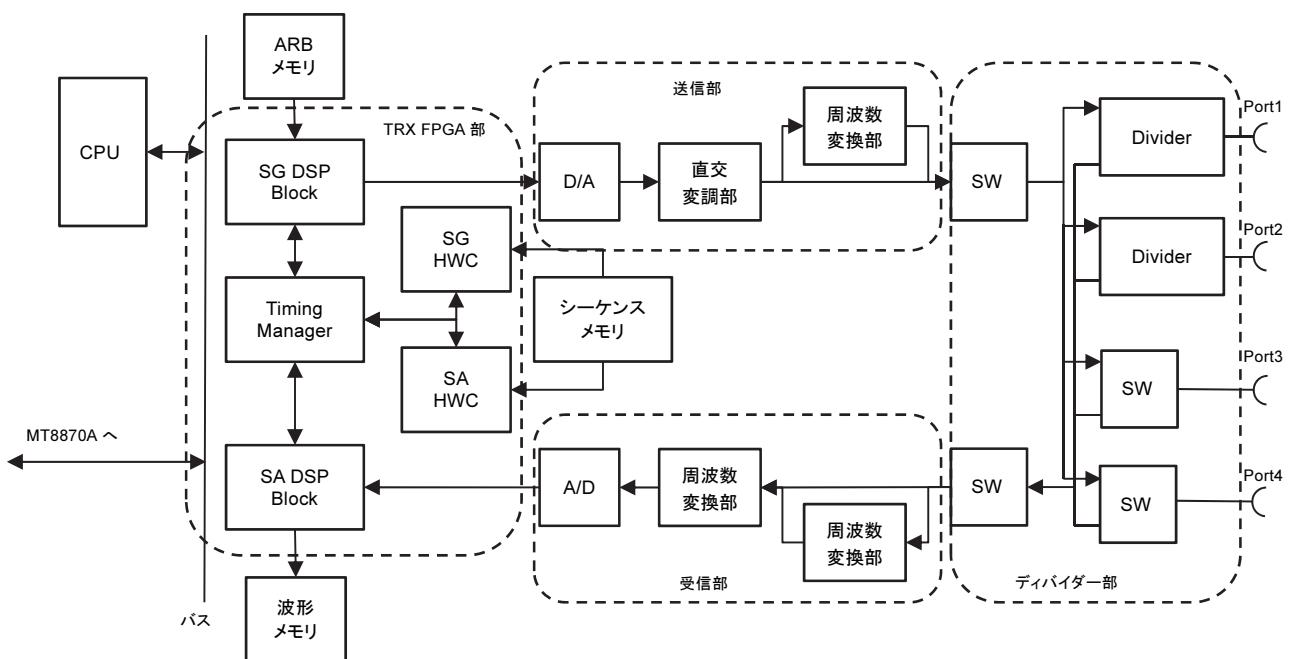


図 2 MU887000A の回路構成
Block diagram of MU887000A

3.4 TRX FPGA 部

3.4.1 SG DSP Block

ARB(ARBitrary waveform Generator)機能を実現する SG DSP Block は、様々な通信方式の信号の出力を行うため、クロック生成回路は十分な設定分解能を持つ。WLAN 11ac 方式のように 160 MHz 帯域幅の信号を再生する場合は、200 MHz のサンプルレートで動作し、ISDB-T 方式の場合は 16253968.254 Hz のサンプルレートでの動作を可能としている。ARB 用に 4 GByte(1G サンプル)の大容量波形メモリを搭載しているが、より多くの波形の再生を実現するために、波形を合成する機能と、波形データの任意の部分を繰り返し使用するシーケンス機能を、実装している。セルラ方式の端末は、基地局が送信する同期信号に同期して動作する。そのため基地局を擬似する信号を ARB 機能を用いて出力する必要があるが、その信号を構成する情報は、周期の長いパターン、短いパターンや同じパターンの繰り返しが混在する。このような場合、それぞれのパターンについて、1 周期分の波形データと再生するパターンの順番を決定するシーケンス情報を組み合わせることで、データ量を大幅に削減することができる。また、部分的にパターンが異なる信号を再生する場合には、その部分的に異なる差分の波形データとシーケンス情報のみがあればよい。

3.4.2 SA DSP Block

SA DSP Block では、受信部からのサンプリングレート 400 MHz のデジタル IF 信号に対して、帯域内補正を行い、直交復調処理にて IQ データに変換した後、解析に適したサンプリングレートへのレート変換を行う。レート変換は、200 MHz から 1 MHz までの変換を行うことができる。レート変換後の IQ データを、浮動小数点形式のデータに変換すると同時に、受信部のハードウェア設定に対応した補正を行い、実レベル値の IQ データを波形メモリに転送する。実レベル値の IQ データは、浮動小数点形式なので、後に続くソフトウェアでの解析処理の際に、データ変換と補正処理が不要となる。また、SA DSP Block では、信号レベルの変化によるトリガ検出、波形データに対するトリガの時間情報の記録、リアルタイムに実行可能な電力測定機能を持つことで、解析処理での信号探索処理と電力測定処理の削減を可能とした。

3.4.3 Hardware Control Block

Hardware Control Block(HWC 部)は、全てのハードウェアへの設定を実行する部分である。通常のハードウェアの設定は、CPU からの命令で実行する。リストモード方式の動作では、ハードウェア設定値と設定タイミングによって構成されるシーケンス情報が、シーケンスマモリに格納され、HWC 部がシーケンス情報を従って、ハードウェアを設定する。シーケンスマモリと HWC 部は、送信部用と受信部用でそれ

ぞれ独立している。独立した送信部と受信部に対して、動作タイミングのトリガを配信するのがタイミングマネージャである。タイミングマネージャは SG DSP Block, SA DSP Block にも接続されており、全てのトリガ情報は、タイミングマネージャに集められている。またタイミングマネージャ内部に複数のタイマー機能を持っており、周期的なトリガを生成することができる。周期的なトリガを利用して、各無線方式に合わせたフレームタイミングやスロットタイミングのトリガを生成し、そのタイミングでハードウェアの設定が可能となる。リストモード方式での動作は、タイミングマネージャと HWC を連携させることで実現した。

3.5 解析

SA DSP Block から出力された IQ データは、CPU で実行するソフトウェアにて解析し、変調解析、パワー測定、スペクトラム解析等の測定を行う。

4 ソフトウェア

4.1 MU887000A 用ソフトウェア

MU887000A のソフトウェア構成を図 3 に示す。MU887000A に搭載されているソフトウェアは、Platform 部と Application 部で構成される。

(1) Platform 部

Platform 部は、Framework と Hardware Library から構成され、Framework 部分では GPIB もしくは Ethernet 接続でのリモート通信のコマンド処理、筐体である MT8870A の情報管理、Application の管理などを行う。Hardware Library は MU887000A に搭載されているハードウェアの制御、およびハードウェアと Application 間のデータの受け渡しを行う。

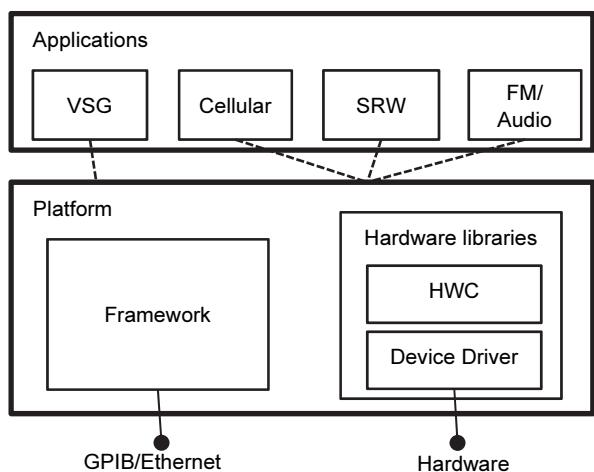


図 3 MU887000A のソフトウェア構成
Software structure of MU887000A

また、Application に対してハードウェア制御のための API を提供する。リストモード方式での試験の実行時には、周波数、レベル、時間といったシーケンス情報を Application が設定すると、HWC 部がハードウェアのレジスタ設定値に変換してハードウェアに設定を行う。

(2) Application 部

Application 部は、リモートコマンドに従って信号発生や測定・解析を行う実行部である。実行する機能は測定アプリケーション(以下、アプリ)単位で定義しており、アプリは同時に動作することも排他的に動作することも可能である。MU887000A では、信号出力の機能を操作する VSG アプリを常時動作状態とし、信号解析を行うアプリを排他的に動作させている。排他のに操作するアプリは、信号解析用のアプリであり、Cellular アプリ、SRW(Short Range Wireless) アプリ、FM Audio アプリの 3 種類がある。

Cellular アプリは、セルラ方式の W-CDMA、GSM、LTE-FDD/TDD、CDMA2000、1xEVDO、TD-SCDMA システムに対応した送信測定、および W-CDMA、GSM、TD-SCDMA の受信測定機能を実行する。

SRW アプリは、IEEE802.11b/a/g/n/ac および Bluetooth BR(Basic Rate)/EDR(Enhanced Data Rate)/LE(Low Energy)システムの送信測定機能を実行する。

FM/Audio アプリは、FM Radio のモノラル、ステレオ、RDS(Radio Data System)の送受信測定機能を実行する。

アプリ内で対応している無線システムの測定では、アプリの切換えを行わずに実行するため、切換えの待ち時間がない。また、全てのアプリは常に起動しているため、アプリの切換え時間は 3 ms 程度である。

4.2 CombiView (コンビビュー)

MT8870A、MU887000A は、画面表示機能を搭載していないため、マニュアル操作を行う場合は、外部の PC 上から操作を行う。操作には、専用のソフトウェアである MX880050A CombiView を使用する。

PC と MU887000A は、筐体である MT8870A を介して GPIB もしくは Ethernet で接続され、CombiView はリモートコマンドを使用して MU887000A 上のソフトウェアを制御する。CombiView を起動すると、CombiView は PC に接続されている MU887000A を自動的に検出し、制御可能な MU887000A の一覧を表示する。ユーザは表示された一覧から、制御対象とする MU887000A を選択して、制御を行うことができる。

CombiView は共通部とプラグインから構成され、共通部はソフトウェアの起動や測定器の検出を行う。プラグインは MU887000A 上で動作するアプリに対応した測定制御を行う。アプリとプラグインは 1 対 1 に対応しており、アプリの操作を行う場合には、対応するプラグインのみがあればよい。また、アプリを追加する場合は、CombiView にプラグインを追加するだけで対応可能である。

4.3 ユーティリティツール

MT8870A および MU887000A のライセンスキーのインストールやソフトウェアのアップグレード、任意波形発生器用の波形ファイルの更新といったメンテナンスを行うため、CombiView と同様に PC 上で動作するソフトウェアとして MX887900A ユーティリティツールを開発した。ユーティリティツールは、CombiView と同様に PC 上で動作するソフトウェアである。



図 4 コンビビュー
Combi View

PC と接続された MT8870A および MU887000A を自動的に検出し、検出した全ての MU887000A のライセンスキーのインストール、ソフトウェアのアップグレード、波形ファイルの転送を一括して実行することができる。

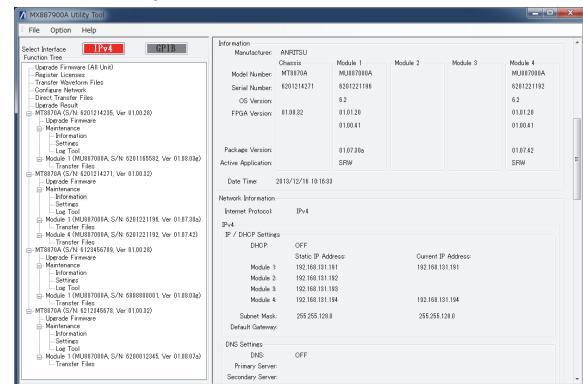


図 5 ユーティリティツールの画面
UtilityTool

5 測定および機能

以下に測定ソフトウェアの機能および使用例について述べる。

従来機種である MT8820C の測定機能と同様に、ファンダメンタル測定とシーケンス測定の両方に対応している。ファンダメンタル測定は、定常状態の信号を測定する機能である。シーケンス測定は、先に述べたリストモード方式での測定を実行する機能である。ファンダメンタル測定とシーケンス測定ともに、下記の測定項目に対応している。

- LTE-FDD/TDD, W-CDMA, TD-SCDMA

送信電力、周波数誤差、占有周波数帯域幅、スペクトラム放射マスク、隣接チャネル漏洩電力比、変調解析

- CDMA2000, EV-DO

送信電力、周波数誤差、占有周波数帯域幅、コードドメインパワー、変調解析

- GSM

送信電力、周波数誤差、Output RF Spectrum、変調解析

- WLAN 11b/a/g/n/ac

送信電力、周波数誤差、占有周波数帯域幅、スペクトラム放射マスク、隣接チャネル漏洩電力比、変調解析

- Bluetooth BR/EDR/LE

送信電力、周波数誤差、占有周波数帯域幅、スペクトラム放射マスク、隣接チャネル漏洩電力比、変調解析

これらの測定項目は、1回のデータ取り込みで、測定することができる。また、平均回数を設定した場合には、時間的に連続した信号に対して、もれなく測定を行うことができる。このような測定方法により、測定時間の短縮を実現した。図 6 に CombiView を使用した WLAN 11ac の測定例を示す。

図 6 の測定例では、WLAN の測定を OFDM 信号の自動判別モードで実行している。自動判別モードとは、MU887000A が WLAN の OFDM 信号を解析し、対象の信号が 11a, 11g, 11n, 11ac のいずれかを判別する機能である。CombiView では、MU887000A の解析結果をリモートコマンドにより取得し、測定結果を表示している。

図 6 の測定例では、WLAN 11ac の信号を 5 パケット測定した時の測定結果であり、平均値、最大値、最小値の数値結果が一括表示されている。また、測定結果の波形も同時に表示することができ、パワー対時間波形、スペクトラム波形、コンスタレーションを表示している。



図 6 WLAN11ac 測定結果面

WLAN 11ac measurement result

参考文献

6 主要規格

表 2, 3 に MT8870A Universal Wireless Test Set と MU887000A TRX Test Module の主要規格を示す。

7 むすび

従来のデジタル移動端末を含め、近距離無線システムの WLAN, Bluetooth や FM ラジオ、デジタル放送、GNSS、さらには次世代システムに対応できる性能・機能を有した、MT8870A Universal Wireleass Test Set および MU887000A TRX Test Module を開発した。測定オプションとして LTE-FDD, WCDMA, GSM, CDMA2000 1xEV-DO, WLAN11b/g/a/n/ac, Bluetooth 用の測定ソフトウェアを 2012 年 8 月に本体と同時に商品化した。同年 12 月に、オーディオ測定ハードウェアオプション、LTE-TDD, TD-SCDMA, FM/Audio 測定ソフトウェアおよび GPS, DVB-T, ISDB-T 信号の波形を商品化した。これにより、スマートフォンに代表される複数の無線システムを 1 台の測定器で測定することが可能となり、無線機器の製造にあわせた効率的な試験ライン構築および省設置スペースを実現した。現在までに、新たにスマートフォン等で対応し始めている GLONASS 信号の波形対応が完了した。今後は、試験時間をより短縮する測定手法への対応と、通信システムの追加を行い、端末製造の顧客要求に応えるべく、ソリューションを提供できるよう積極的に取り組みたい。

- 1) 田中, 柏沼, 木原, 青木, 井上, 大谷, 音羽, 粟野: “LTE/3G/2G に対応した MT8820C ラジオコミュニケーションアナライザの開発”, アンリツテクニカル 88 号, pp.14–22(2013.3)
- 2) 土井, 山田, 岸, 渡邊, 花屋, 小林, 遠藤: “次世代通信システムに対応したシグナルアナライザ MS269xA シリーズの開発”, アンリツテクニカル 86 号, pp.3–12(2008.3)

執筆者



西澤 真
R&D 統轄本部
商品開発本部
第 3 商品開発部



山田 康典
R&D 統轄本部
商品開発本部
第 3 商品開発部



岩本 守
R&D 統轄本部
商品開発本部
第 3 商品開発部

表 2 MT8870A ユニバーサルワイヤレステストセットの主要規格
Specifications of MT8870A Universal Wireless Test Set

一般仕様	拡張スロット数	4 スロット
	外部制御	外部コントローラからの制御(電源除く) Ethernet(1000BASE-T, RJ-45 コネクタ)正面パネルおよび背面パネル MT8870A-001/101 実装時 GPIB(IEEE488 バスコネクタ)背面パネル、各スロットごとに対応したコネクタを実装(4 個)
	寸法・質量	寸法: 221.5 mm (h) × 426 mm (w) × 498 mm (d)(突起物は除く) 質量: ≤11.5 kg(オプション、モジュールを除く)
	電源	AC 100~120 V, 200~240 V, 50/60 Hz, ≤900VA(全オプション、全モジュールを含む、最大値)
	温度	動作温度範囲: 5~45°C, 保管温度範囲: -20~60°C

表 3 MU887000A 送受信テストモジュールの主要規格
MU887000A TRX Test Module Specifications

コネクタ	RF テストポート	TestPort1/2; N (female) TestPort3/4; N (female)
	インピーダンス	50Ω(公称値)
	VSWR	Test Port1/2 <1.5 (10 MHz ≤ Frequency < 400 MHz) <1.2 (400 MHz ≤ Frequency ≤ 2700 MHz) <1.3 (2700 MHz < Frequency ≤ 3800 MHz) <1.5 (3800 MHz < Frequency ≤ 6000 MHz) Test Port3/4 <1.8 (10 MHz ≤ Frequency < 30 MHz) <1.5 (30 MHz ≤ Frequency ≤ 3800 MHz) <1.6 (3800 MHz < Frequency ≤ 6000 MHz)
	最大入力レベル	TestPort1/2; +35 dBm TestPort3/4; +25 dBm
RF 信号発生器	周波数範囲	10 MHz~3800 MHz 10 MHz~6000 MHz (MU887000A-001 実装時)
	周波数分解能	1 Hz
	レベル設定範囲	TestPort1/2; -130~-10 dBm (Frequency ≤ 3800 MHz) -130~-18 dBm (Frequency > 3800 MHz) TestPort3/4; -120~0 dBm (Frequency ≤ 3800 MHz) -120~-8 dBm (Frequency > 3800 MHz)
	レベル設定分解能	0.1 dB
	レベル確度	TestPort1/2(CW, 出力レベル ≥ -120 dBm(周波数 ≤ 3800 MHz), 出力レベル ≥ -100 dBm(周波数 > 3800 MHz), CAL 実行後にて) 10 MHz ≤ Frequency < 400 MHz ±1.3 dB (10~40°C) 400 MHz ≤ Frequency ≤ 3800 MHz ±1.0 dB, ±0.7 dB (typ.) (10~40°C) 3800 MHz < Frequency ≤ 6000 MHz ±1.3 dB, ±1.0 dB (typ.) (10~40°C) TestPort3/4(CW, 出力レベル ≥ -110 dBm, CAL 実行後にて) 10 MHz ≤ Frequency < 400 MHz ±1.3 dB (10~40°C) 400 MHz ≤ Frequency ≤ 3800 MHz ±1.0 dB, ±0.7 dB (typ.) (10~40°C) 3800 MHz < Frequency ≤ 6000 MHz ±1.3 dB, ±0.7 dB (typ.) (10~40°C)
	高調波歪み	<-25 dBc
	ベクトル変調	変調帯域幅 最大 160 MHz

信号解析器	周波数範囲	10 MHz～3800 MHz 10 MHz～6000MHz(MU887000A-001 実装時)
	周波数分解能	1 Hz
	レベル設定範囲	TestPort1/2; −65 dBm～+15 dBm (CW, 10 MHz ≤ Frequency < 350 MHz) −65 dBm～+35 dBm (CW, 350 MHz ≤ Frequency ≤ 6000 MHz) TestPort3/4; −65 dBm～+15 dBm (CW, 10 MHz ≤ Frequency < 350 MHz) −65 dBm～+25 dBm (CW, 350 MHz ≤ Frequency ≤ 6000 MHz)
	レベル設定分解能	0.1 dB
	レベル確度	CW, 測定帯域幅=300 kHz, RBW=100 kHz, CAL 実行後にて TestPort1/2; 10 MHz ≤ Frequency < 400 MHz, Signal Generator=Off 10～40°Cにて −30 dBm ≤ Level ≤ +15 dBm ±0.7 dB −55 dBm ≤ Level < −30 dBm ±0.9 dB −65 dBm ≤ Level < −55 dBm ±1.1 dB 400 MHz ≤ Frequency ≤ 3800 MHz 10～40°Cにて −30 dBm ≤ Level < +35 dBm ±0.3 dB (typ.) / ±0.5 dB −55 dBm ≤ Level < −30 dBm ±0.7 dB −65 dBm ≤ Level < −55 dBm ±0.9 dB 3800 MHz < Frequency ≤ 6000 MHz 20～30°Cにて −30 dBm ≤ Level ≤ +35 dBm ±0.7 dB −55 dBm ≤ Level < −30 dBm ±0.9 dB −65 dBm ≤ Level < −55 dBm ±1.1 dB TestPort3/4; 10 MHz ≤ Frequency < 400 MHz, Signal Generator=Off 10～40°Cにて −30 dBm ≤ Level ≤ +15 dBm ±0.7 dB −55 dBm ≤ Level < −30 dBm ±0.9 dB −65 dBm ≤ Level < −55 dBm ±1.1 dB 400 MHz ≤ Frequency ≤ 3800 MHz 10～40°Cにて −30 dBm ≤ Level < +25 dBm ±0.7 dB −55 dBm ≤ Level < −30 dBm ±0.9 dB −65 dBm ≤ Level < −55 dBm ±1.1 dB 3800 MHz < Frequency ≤ 6000 MHz 20～30°Cにて −30 dBm ≤ Level ≤ +25 dBm ±0.7 dB −55 dBm ≤ Level < −30 dBm ±0.9 dB −65 dBm ≤ Level < −55 dBm ±1.1 dB
	レベル直線性	CW, Measurement Band Width=300 kHz, RBW=100 kHz にて TestPort1/2; ±0.2 dB (0～−40 dB, ≥ −55 dBm) ±0.4 dB (0～−40 dB, ≥ −65 dBm) TestPort3/4; ±0.2 dB (0～−40 dB, ≥ −55 dBm) ±0.4 dB (0～−40 dB, ≥ −65 dBm)
	最大解析帯域幅	25 MHz (10 MHz ≤ Setting frequency < 500 MHz) 80 MHz (500 MHz ≤ Setting frequency < 1900 MHz) 160 MHz (1900 MHz ≤ Setting frequency ≤ 6000 MHz)
	リモート制御	Ethernet; 本体の Ethernet インタフェースにより、リモート制御が可能 GPIB; 本体に GPIB オプション(MT8870A-001)を実装時、GPIB インタフェースにより、リモート制御が可能 インターフェースファンクション: SH1, AH1, T6, L4, SR1, RL1, PP0, DC1, DT0, C0, E2
	寸法・質量	寸法; 193.6 mm (h)×90 mm (w)×325 mm (d)(突起物を除く) 質量; ≤5 kg(オプションを含む)
	温度範囲	動作温度範囲:5～45°C, 保管温度範囲:−20～60°C

公知