

新型FM中継用放送機器の開発

Development of New FM Relay Broadcast Equipments

唐木 太一 小野 哲 土屋 聖
Taichi Karaki Satoshi Ono Satoru Tsuchiya

向井 巖 上田 真碁
Iwao Mukai Masaki Ueda

要 旨

FM中継放送機器の開発導入から15年が経過していることや、防災の観点からFM放送が見直されていることなどから、当社は新型FM中継放送機器を新規開発した。この新型FM中継放送機器は、現行装置とのインタフェース互換性を保ちつつ、送受信機はデジタル化により、約80%の製造工数の削減が可能となり、また、耐久性面、保全性面での信頼性の向上も得られた。電力増幅器に関しては最適化設計により、約3%の電力効率改善及び重量14kg以下を達成できた。

Abstract

Since 15 years have passed since FM relay broadcast equipments were developed and introduced, and a FM broadcast is now gathering attention in the light of disaster prevention, JRC has developed new FM relay broadcast equipment. Interface of our new product is compatible with that of current equipment, and we could reduce the manufacturing workload by about 80% by digitization. Its reliability in terms of durability and maintainability was also improved. Moreover, about Power Amplifier, its electricity efficiency has been improved by about 3% and it has lost 14kg.

1. まえがき

当社は長年に渡り、FM中継用放送機器を放送事業者に供給してきており、現在運用中の各FM放送事業者の機器は開発から15年が経過し更新の時期を迎えている。また、2011年に発生した東日本大震災以降、防災の観点からFM放送が見直され、今後の需要が高まると予想される。

このような背景から、当社はこれらの更新需要にこたえるため、FM中継放送機器の新型を開発した。開発にあたっては、既設中継局への更新需要を勘案し、インタフェースについては全て現行機と互換性を保つことを前提とし、温度変化、経年変化、フィルタ特性については主要部分にデジタル技術を用いることにより性能向上を図った。

本稿では、今回開発した装置の構成と仕様について記載するとともに、今後の展望について述べる。

2. 構成と装置仕様

中継放送ネットワークは図1のような構成で表される。

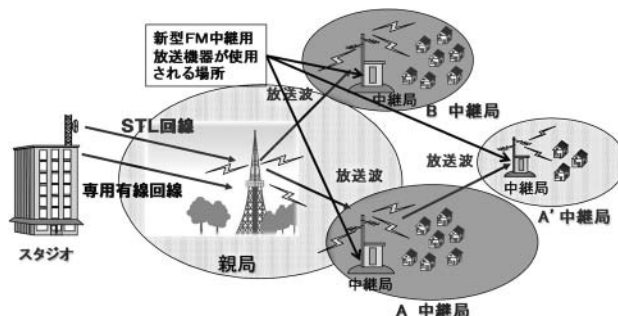


図1 中継放送ネットワークの構成例

Fig.1 Example of System Configuration of The Relay Broadcasting System

親局では、STLや専用有線回線を用いて伝送されてくるスタジオで録音された音声をFM変調した後、RF信号へ周波数変換して放送する。中継局では、親局から受信した放送波を親局の放送波と混信しないように周波数変換して再放送することで中継する。今回開発した新型FM中継放送機器はこの中継局に使用される。

この新型FM中継放送機器で送信電力1kW出力を適用した構成例を図2に示す。

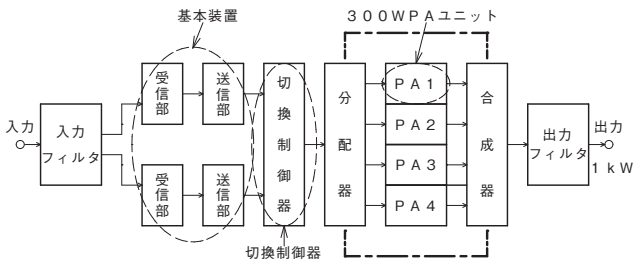


図2 新型FM中継放送機器の構成例

Fig.2 Example of System Configuration of The New FM Relay Broadcasting Equipments

アンテナから入力されたRF信号は、入力フィルタを通り2系統の受信部へ供給される。受信部ではRF信号を中間周波数 (IF) 信号に周波数変換し、不要波の除去やフェージングによる受信レベルの安定化 (AGC) を行う。送信部では受信部からのIF信号を送信周波数に周波数変換し、電力を1~10Wに増幅して切換制御器に供給する。切換制御器は送信部から出力された2つのRF信号のどちらかを選択して電力増幅部 (PA) へ出力する。切換制御器は受信部と送信部の故障状態を監視し、常に正常なシステムを自動的に選択する。加えてリモコンによる遠隔制御により選択も可能である。

切換制御器で選択されたRF信号は、電力増幅部 (PA) へ入力される。送信電力1kWの中継放送機器の場合、300W PAを4台並列運転して電力合成することで1kWを得ている。

今回の開発では、図2の冗長系を含んだ受信部と送信部 (ここでは基本装置と呼ぶ) をデジタル化し、温度変動、経年劣化、フィルタ特性について性能向上を達成した。

また、図2の切換制御器の部品を見直し最適化設計することにより、信頼性の向上を達成した。

更に、図2の300WPAを新規開発し、PAの課題だった、効率、耐久性、質量の改善を達成した。

また、この新型FM中継用放送システムの主要諸元は表1のとおりである。

表1 主要諸元

Table 1 Principal Specifications

項目	仕様
入力周波数	76~95MHzの指定周波数
入力レベル	-67~-37dBm
出力周波数	76~95MHzの指定周波数
出力レベル	1W~1kW
変調方式	FM
最大周波数偏移	75kHz (100%変調)
ステレオ方式	AM-FM方式
環境条件	温度: -10~+45°C 湿度: 45~90%

3. 機器の特長と仕様

3.1 基本装置

2系統 (ここでは1系, 2系と呼ぶ) ある受信部と送信部は、省スペース化のため図3のように棚板に装着し、19インチラックに実装される。



図3 基本装置外観

Fig.3 External Appearance of Fundamental Structural Product

この基本装置の受信部、送信部とも内部処理をデジタル化し、最新の部品で最適化設計することで以下の特長が得られた。

- (1) フィルタ回路をデジタル化する事により、製造時の調整必要箇所を削減した。
- (2) 温度による変動、及び経年劣化が少ない。
- (3) 周波数設定をユニット外部から設定可能とし、操作性が向上した。
- (4) 最新FETの採用により、出力開放時での耐力が増し、耐久面での信頼性が向上した。
- (5) FETを半田リフロー実装することにより、電気的熱的特性が安定した。

3.1.1 受信部

受信部は、低雑音増幅回路と、RF信号をIF信号に変換する周波数変換回路から構成され、内部回路はデジタル処理を採用している。このデジタル化により、製造工数の約80%削減を可能にし、また、耐久性、保全性も向上した。

3.1.2 送信部

送信部は、IF信号をRF信号に変換する周波数変換回路と、最大10W出力するPA回路から構成され、周波数変換回路はデジタル処理を採用している。このデジタル化により、製造工数の約70%削減を可能にし、また、耐久性、保全性も向上した。

表2に受信部と送信部の仕様を示し、図4に受信部、図5に送信部の外観を示す。

表2 受信部, 送信部 仕様

Table 2 Receiver and Transmitter Specifications

項目	受信部仕様	送信部仕様
入力周波数	76~95MHzの指定周波数	10.7MHz
入力レベル	-67~-37dBm	-1~-4dBm
出力周波数	10.7MHz	76~95MHzの指定周波数
出力レベル	-1dBm	+31~+41dBm
電源電圧	DC+12V	DC+12V, DC+24V
外形寸法	34(W) × 164(H) × 180(D)mm	104(W) × 164(H) × 180(D)mm
消費電力	300mA	1.0A以下 (DC+12V) 1.5A以下 (DC+24V)
質量	0.7kg	1.9kg



図4 受信部外観



図5 送信部外観

Fig.4 External Appearance of Product's Receiver Fig.5 External Appearance of Product's Transmitter

3.2 切換制御器

切換制御器は、運用系と予備系2台の基本装置出力を切換える装置であり、切換制御回路、インタフェース回路、表示回路から構成される。切換制御回路は、基本装置の動作状態を監視し、基本装置故障時に、自動的に予備系へ切換える。また、リモート制御や監視の実施が可能である。表3に切換制御器の仕様を示し、図6に切換制御器の外観を示す。

今回、部品の見直しによる最適化設計により、以下の特長が得られた。

- (1) 電源供給方法の見直しにより、電源系の信頼性が向上した。
- (2) リレー、ATTなど系統切換回路部品の接続や配置を最適に設計することにより、製造工数を約65%削減可能にし、また、耐久性、保全性も向上した。

表3 切換制御器仕様

Table 3 Switchover Control Unit Specifications

項目	仕様
入力レベル	31~41dBm
周波数	76~95MHz
電源電圧	DC+24V
外形寸法	480(W) × 99(H) × 300(D)mm
消費電流	700mA以下
質量	4.7kg



図6 切換制御器外観

Fig.6 External Appearance of Product's Switchover Controller

3.3 300WPAユニット

300WPAは入力調整部、電力増幅部、検波部、制御部で構成され、入力された0.23Wを約300Wまで増幅する。表4に300WPAユニットの仕様を示し、図7に300WPAユニットの外観を示す。

今回、仕様の見直しや部品の見直しによる最適化設計により、以下の特長が得られた。

- (1) 最新FETの採用により、出力開放時での耐力が増し、信頼性が向上した。
- (2) FETを半田リフロー実装することにより、電氣的熱的特性が安定した。
- (3) 入力端にリミッタ回路を搭載しており、定格+10dBの過大入力時も破損しない回路を実現した。
- (4) 装置筐体部の板金の部品数やシールドケース部分を最小限にして14kg以下を実現した。
- (5) 電力効率が最適になるよう回路構成を見直すことにより、電力効率を約3%改善した。

表4 300WPA ユニット仕様
Table 4 300WPA Unit Specifications

項目	仕様
入力周波数	76~95MHzの指定周波数
入力レベル	0.23W
出力周波数	入力周波数に同じ
出力レベル	300W
効率	63%以上
スプリアス	-40dBc以下 (高調波)
電源電圧	DC+41.5±0.3V
外形寸法	104(W)×449(H)×480(D)mm
消費電流	1.2A以下
質量	13.7kg



図7 300WPAユニット外観

Fig.7 External Appearance of 300WPA Unit

4. FM中継放送機器の今後

4.1 ラジオの強み

2011年の東日本大震災において、改めてラジオの強みが見直された。理由は、地震や津波から避難するのに実際に役立った情報源はラジオが第一位だったからである。(出典:「災害時における情報通信の在り方に関する調査結果」(総務省))したがって、様々なインフラが整っている昨今においても、以下の理由から、ラジオは引き続き必要なメディアであり続けると思われる。

- (1) 災害時に輻輳がなく一斉同報できるので、被災情報、被害状況、アラート情報の伝達手段として有用である。
- (2) 有事の際に一人の時でも人の声が聞けると安心できる。
- (3) 高齢者や農業従事者が視聴するメディアとしては、今

でもラジオがメインである。

4.2 AMラジオの問題点

その情報源のラジオにはAMとFMがあり、そのうちのAMラジオは、以下のような問題を抱えている。

- (1) 送信アンテナは広大な土地を必要とするため、送信機は平地に設置されることが多く、津波や洪水などの水害を受けやすい。
- (2) ビル等の建築物による電界低下、電子機器からの電気雑音の影響を受けやすいので、都市部の中心部では聞こえにくい。
- (3) 外国波の到達により、混信が発生し、外国波が到達してしまう日本海側など難聴取地域がある。

4.3 FM補完局

昨今の防災への意識の高まりから、このAMラジオでの問題の対策として、AMラジオの番組をFMラジオで同時放送する補完放送の制度設備が計画されている。FMラジオが使用している超短波は混信が無く、送信アンテナも小さいことから海拔の高い山間部に送信機を設置できるため水害を受けにくい。したがって、このFM補完放送を整備する放送事業者は、今後も増えていくと思われ、今回開発したFM中継放送機器はそのニーズに応えられる商品となっている。

5. あとがき

今回新規開発時に、デジタル化による信頼度向上を達成できた。これからも更に新しい技術を用いて信頼性の向上、軽量化、低消費電力などの改善に努力していきたい。

また、FM補完放送の需要がある中、多くの放送事業者殿にJRCの機器を納入し、防災の観点から社会に貢献できるよう、努力していきたいと考えている。

用語一覧

AM: Amplitude Modulation (振幅変調)
FM: Frequency Modulation (周波数変調)
PA: Power Amplifier (電力増幅器)
IF: Intermediate Frequency (中間周波数)
RF: Radio Frequency (無線周波数)
AGC: Automatic Gain Control (自動利得制御)
STL: Studio to Transmitter Link (演奏所から送信所への回線)
FET: Field effect transistor (電界効果トランジスタ)
ATT: Attenuator (減衰器)