

I ricevitori Watkins-Johnson della serie WJ-8716/8718

di Paolo Viappiani

In tempi abbastanza recenti hanno fatto la loro comparsa sul mercato del surplus alcuni modelli di ricevitori HF della Casa americana Watkins-Johnson, da molti ritenuti tra i migliori apparecchi mai realizzati. Tale opinione, peraltro, risulta ulteriormente avvalorata se consideriamo anche quanto viene affermato su Internet nei numerosi blog e forum che riguardano quelle radio (in particolare i modelli della serie WJ-8716/8718).

Certamente questo è uno dei motivi per cui i ricevitori di tale serie sono attualmente ricercatissimi anche dai radiocollezionisti di tutto il mondo ed i loro prezzi di mercato sono tutt'altro che economici.

Ritengo quindi sia interessante per molti lettori dare un'occhiata a questi apparecchi e poterli conoscere un po' più da vicino.

La Watkins-Johnson Company [1]

La Watkins Johnson era una ditta americana della *West-Coast* che produceva sistemi e componenti per microonde e che era stata fondata attorno all'anno 1957 a Palo Alto, California. Nell'anno 1967 la società medesima acquisiva la Communications Electronics Inc. (CEI), un rinomato produttore di ricevitori radio di elevatissima qualità operanti prevalentemente nelle gamme VHF/UHF e destinati principalmente alla sorveglianza ed ai servizi di *intelligence* (anche in ambito militare).

La CEI era stata fondata nel 1960 a Bethesda, Maryland e nel 1964 aveva spostato la sede a Rockville (sempre nel Maryland). Essa annoverava tra i propri migliori clienti un certo numero di agenzie governative e dopo la fusione con la Watkins-Johnson subì un nuovo trasferimento di sede, questa volta a Gaithersburg, Maryland (1973).

Nella nuova sede la CEI, divenuta Divisione della Watkins-Johnson, continuava la produzione dei suoi ricevitori VHF/UHF e procedeva pure alla progettazione ed allo sviluppo di nuove apparecchiature per VLF/MF/ HF.

Nell'anno 1998 la Watkins-Johnson veniva rilevata da un ramo della società inglese BAE Systems (British Aerospace) e quindi nel 2003 subiva un altro "passaggio di mano", venendo questa volta acquisita da DRS-Signal Solutions, una società di proprietà del gruppo italiano "Finmeccanica".

Ad oggi, la sede della DRS-Signal Solutions si trova a Germantown, sempre nel Maryland, e la maggior parte del personale che a suo tempo si era occupato della progettazione e della realizzazione delle radio Watkins-Johnson non è più alle dipendenze dell'azienda.

Tra l'altro, la nuova dirigenza di DRS ha focalizzato il proprio interesse soltanto sulle nuove linee di prodotti ed ormai nessun supporto tecnico viene più offerto per le vecchie radio; anche la fabbrica di Gaithersburg (che era stata dismessa nel Dicembre 2014), è stata venduta od è tuttora in vendita.

E' comunque spiacevole e per certi versi incomprensibile la decisione presa dalla dirigenza aziendale (e purtroppo a quanto mi risulta già messa in pratica) di distruggere e rottamare tutto quanto apparteneva al passato, anche recente: *hardware*, parti di ricambio, unità *demo*, telai, schede di circuito stampato, documentazione cartacea, ecc.; viene spontanea la similitudine con il grande "massacro" degli R-390A avvenuto qualche anno fa a Saint-Julien's Creek [2].

Sic transit gloria mundi!

I ricevitori W-J 8716/8718

La produzione di questi ricevitori era iniziata circa nel 1976 con l'introduzione del modello WJ-8718 quale successore del WJ-8888 (il cosiddetto "Quad-8" degli anni 1972-1973, che era stato il primo ricevitore HF sintetizzato interamente progettato e realizzato dalla Watkins-Johnson).

Il WJ-8718 è un apparecchio "standard rack" che misura 19 "x 5,25" x 19,3 "(48,3 centimetri x 13,4 centimetri x 49,3 centimetri L x H x P) e pesa circa 16 kg.

Il WJ-8716 è identico al modello WJ-8718 ma dispone di un più elevato grado di schermatura EMI (le uniche differenze consistono però soltanto nel jack per la cuffia di tipo schermato e nelle uscite audio nel pannello posteriore dell'apparecchio, realizzate con connettori BNC anziché con morsettiera a vite).

Questi ricevitori possono essere alimentati a 115 oppure a 230 VAC, 48-410 Hz (assorbimento nominale di 70 W, 100W con il massimo numero possibile di opzioni installate).

La copertura nominale di frequenza è compresa tra 0,5 e 30 MHz, con filtri di media frequenza a cristallo (banda passante selezionabile tra 0,3, 1, 3,2, 8 e 16 kHz in tutti i modi tranne che in USB ed LSB, allorquando non vi è possibilità di scelta e vengono utilizzati due distinti filtri con banda-passante di 2,95 kHz ciascuno).

La configurazione circuitale impiegata è a tripla conversione con *up-conversion* a 42,905 MHz seguita da stadi IF a 10,7 MHz ed a 455 kHz; le modalità di ricezione standard sono AM, FM, CW, USB e LSB (e pure ISB nella maggior parte delle radio in circolazione).

La sintonia viene eseguita mediante una manopola grande e robusta (davvero piena di *feeling*) posta sulla destra del pannello frontale della radio; essa aziona un *encoder* rotativo collegato ai sintetizzatori di frequenza interni.

I passi di sintonia sono: 10 KHz, 1 kHz, 100 Hz e 10 Hz (selezionabili con apposito tasto).

Sopra la manopola di sintonia principale vi è una fila di display a LED che mostrano la frequenza sintonizzata con risoluzione 10-Hz (o con risoluzione di 1 Hz se la corrispondente opzione risulta installata).

A sinistra dei display a LED si trova un commutatore digitale meccanico (*thumbwheel*) a tre sezioni che codifica frequenza di offset del BFO (soltanto in modalità CW), mentre all'estrema sinistra del pannello frontale, in alto, è collocato il milliamperometro (con indicazione analogica ad ago) che mostra l'intensità del segnale radio ricevuto oppure il livello audio di uscita dell'apparecchio.

Le opzioni disponibili erano diverse: preselettore automatico HF a sub-ottave, varie schede di interfaccia, risoluzione di frequenza 1 Hz, risoluzione 10 Hz per il BFO, uscita per analizzatore di spettro, ecc.

Poco dopo l'immissione sul mercato dei ricevitori WJ-8716/8718 apparve di entrambi una versione denominata "A", dotata di una maggiore copertura di frequenza (da 5 kHz a 30 MHz) e di ottime prestazioni nella gamma LF.

In figura 1 è rappresentato un ricevitore WJ-8718A con varie opzioni installate (preselettore, risoluzione di sintonia 1 Hz, risoluzione BFO 10 Hz, ecc.); si tratta del S/N 3530 che fa parte della mia collezione.

Poco più tardi, la Watkins-Johnson iniziò a produrre anche il modello AN/URR-74 (V), una versione militarizzata del WJ-8718A che venne quindi ampiamente utilizzato dalla Marina Militare americana.

Le differenze più notevoli rispetto al modello "di base" sono costituite dall'impiego di un differente

strumento frontale e dall'aggiunta di un piccolo indicatore (digitale meccanico) del tempo di funzionamento del ricevitore nella parte bassa del pannello anteriore, ma c'è qualcosa di diverso anche nel retro dell'apparecchio: l'AN/URR-74 (V) è infatti provvisto di connettori speciali per l'audio ed alimentazione, utilizza una presa di antenna di tipo "N" ed ha portafusibili protetti da coperchi metallici.

Le prestazioni di questi ricevitori sono eccellenti sotto tutti gli aspetti e il loro utilizzo è assai semplice: si tratta di accendere l'apparecchio dopo averlo opportunamente collegato, scegliere modo e selettività, regolare il volume ed utilizzare la manopola *Tuning* per raggiungere la frequenza desiderata.

È possibile selezionare diverse velocità di sintonia per accelerare l'operazione, ma il ricevitore non dispone di memorie interne o di funzioni avanzate (l'unica *facility* consiste nel fatto che il medesimo, dopo lo spegnimento, è in grado di mantenere l'ultima frequenza sintonizzata - a condizione che la batteria di backup interna sia carica, ovviamente! -).

Tutto ciò finché la Watkins-Johnson non sviluppò la cosiddetta "opzione MFP", con la quale divennero possibili sia l'inserimento diretto della frequenza di sintonia mediante digitazione su tastiera che molte altre caratteristiche "avanzate". Ciò avvenne attorno all'anno 1982.

Per inciso, "MFP" sta per *Microprocessor Front Panel* (Pannello frontale con controllo a microprocessore): l'opzione includeva un differente pannello frontale per il ricevitore e varie nuove schede realizzate su circuito stampato (in una delle quali era alloggiato l'allora "ultimo grido" in fatto di microprocessori, l'Intel 8085).

Con l'opzione MFP installata, il nuovo pannello frontale assumeva un aspetto completamente differente ed al ricevitore venivano altresì aggiunte alcune funzionalità avanzate non disponibili nella versione "normale" (inserimento diretto da tastiera della frequenza, 99 canali di memoria, funzioni di ricerca e scansione, segnalatore di anomalie a LED, strumento di diagnostica incorporato BITE - *Built-In Test Equipment* -).

L'opzione MFP fu dapprima resa disponibile come "kit" di modifica ed aggiornamento per i ricevitori esistenti (sia WJ-8716 che WJ-8718), ma dopo qualche tempo la Watkins-Johnson iniziò a mettere in produzione anche apparecchi già "aggiornati" (WJ-8716A/MFP e WJ-8718A/MFP), pur continuando a rendere parallelamente disponibile la loro versione "normale".

E' abbastanza interessante notare che i primi ricevitori WJ-8716/MFP e WJ-8718/MFP erano dotati di un pannello frontale leggermente diverso da quelli prodotti successivamente (le prime versioni erano caratterizzate da un tastierino numerico più grande, si vedano le Figure 2 e 3).

Nei ricevitori provvisti dell'opzione MFP la manopola di sintonia dispone di tre "velocità" selezionabili: "Fast" (incrementi di frequenza di 1 kHz), "Med" (incrementi di 100 Hz) e "Slow" (incrementi di 10 Hz).

L'opzione 1-Hz, una volta installata, consente la sintonia a passi di 1 Hz e pari risoluzione delle frequenza visualizzata. Il BFO è normalmente regolabile a passi di 100 Hz, ma l'opzione "B10", quando installata, consente per il medesimo passi di 10 Hz.

I modi di ricezione, le larghezze di banda IF, le memorie e le varie altre funzioni sono gestiti dai pulsanti posti al centro del pannello frontale. I tre LED segnalatori di errore consentono poi di tenere costantemente sotto controllo lo stato del ricevitore, ma è anche possibile far eseguire un programma dedicato (il già menzionato BITE, *Built-In Test Equipment*) che risiede nelle EPROM presenti in una delle schede dell'apparecchio.

Sulla parte sinistra del pannello frontale sono ubicati i tasti relativi alle funzioni di scansione, l'interruttore di alimentazione, il controllo di livello audio, il potenziometro RF Gain, il jack per le cuffie (stereo, con USB su un canale ed LSB sull'altro quando si è in modalità ISB).

Nella figura 4 è rappresentato il ricevitore WJ-8718A/NAV/MFP S/N 3332, con diverse opzioni installate; anche questo apparecchio fa parte della mia collezione.

La serie WJ-8716/8718 ha indubbiamente costituito un grande ed impegnativo progetto per la Watkins-Johnson, che ne produsse oltre 10.000 unità tra gli anni 1976 e 1990 circa (ossia sino allo sviluppo ed al lancio sul mercato del WJ-8711, un ricevitore HF digitale e completamente sintetizzato, con DSP, varie "lucine" e molte altre "frivolezze", che dapprima affiancò e quindi sostituì i modelli precedenti).

Per inciso, attorno all'anno 1993 il WJ-8711 venne prodotto anche in una versione amatoriale/civile denominata "HF-1000".

A mio parere, comunque, il WJ-8716A/8718A è stato il migliore ricevitore HF mai realizzato dalla Watkins-Johnson, tra l'altro l'ultima "vera radio" prodotta dalla Casa americana.

Detto questo, ci sono ancora alcuni aspetti dei ricevitori Watkins-Johnson che meritano di essere qui menzionati:

- Tutte le radio WJ sono "ricevitori di sorveglianza" piuttosto che "per comunicazione": essi sono stati progettati principalmente per quell'uso, e questo è il motivo per cui nessuno di essi incorpora una qualche predisposizione per l'utilizzo associato ad un trasmettitore: non vi sono né relè di antenna, né circuiti di silenziamento e desensibilizzazione, né interruttori T/R di sorta.

Questo comporta la necessità di una particolare attenzione (ed eventualmente pure di qualche modifica circuitale) quando uno di quei ricevitori viene utilizzato in uno *shack* OM: occorre infatti sempre accertarsi che livelli di radiofrequenza eccessivi non possano raggiungere gli stadi del front-end e che la velocità di commutazione del relè T/R in uso sia comunque abbastanza veloce;

- Tutti i ricevitori WJ sono in grado di demodulare anche segnali FM in tutta la loro gamma di frequenza ricevibile, e ciò non fa che confermare il fatto che essi sono stati appositamente progettati per usi di sorveglianza e di *intelligence*;

- Non vi è alcun amplificatore di potenza audio incorporato, è quindi opportuno collegare un altoparlante esterno attivo ai morsetti LINE OUT presenti sul pannello posteriore del ricevitore oppure effettuare l'ascolto in cuffia (anche se per la verità il livello di uscita audio di questi ricevitori è comunque sufficiente per pilotare altoparlanti di buona efficienza).

Un ricevitore "speciale" della serie: il WJ-8718-19FE

Alla serie WJ-8716/8718 appartiene anche il WJ-8718-19FE, una versione speciale dotata di moduli aggiuntivi estensori della gamma di frequenza ricevibile (copertura continua nel *range* 5 kHz-99,999 MHz con risoluzione 10-Hz), pannello frontale con funzionalità ed aspetto "MFP" (con tastierino numerico "prima maniera", questo particolare ricevitore non è mai stato prodotto con un pannello frontale della versione più recente).

Il WJ-8718-19FE è un apparecchio abbastanza raro, dotato di valori di selettività IF selezionabili tra 0.3, 1, 3.2, 6 e 50 kHz (tranne che nei modi SSB, nei quali viene comunque utilizzato un filtro con larghezza di banda di 2,2 kHz). I modi di ricezione standard sono AM, FM, CW (con frequenza del BFO variabile), USB e LSB; vi sono poi due pulsanti contrassegnati uno "DF" (per la modalità *Direction Finding*) e l'altro "MA" (modalità Ricevitore *Master*).

Nella figura 5 è rappresentato il ricevitore WJ-8718-19FE S/N 34.

Nella gamma 5 kHz-30 MHz, questo particolare ricevitore funziona abbastanza similmente al WJ-8718A/MFP (anche se con alcune differenze: lo schema di conversione rimane pressoché lo stesso, ma in tutti gli stadi IF si può all'occorrenza ottenere anche una banda passante di 50 kHz; inoltre, in LSB e USB un unico filtro a cristallo - centrato alla frequenza IF nominale di 10,7 MHz e con una larghezza di banda di 2,2 kHz - viene utilizzato per entrambe le modalità).

Nella gamma VHF (30-99,999 MHz) il ricevitore è dotato di due ulteriori conversioni negli stadi RF: la prima IF (fissa) è centrata a 159,500 MHz mentre la seconda IF (sempre fissa) è posta al valore di 29,500 MHz.

In pratica la parte restante della radio, quando sintonizzata nella gamma VHF, agisce come un ricevitore "a frequenza fissa" (29,500 MHz).

Schema a blocchi dei ricevitori

Lo schema a blocchi dei ricevitori della serie WJ-8716/WJ-8718 (incluse le versioni "A" ed "/MFP") è rappresentato in Figura 6, mentre la Figura 7 mostra quello del WJ-8718-19FE.

In essi si evince il percorso dei segnali radio, dall'ingresso RF all'uscita audio.

Nei ricevitori WJ-8716/WJ-8718 (incluse le versioni "A" ed "MFP"), il segnale RF entra nella presa BNC di ingresso sul pannello posteriore, passa attraverso un filtro passa-basso a 15 poli con frequenza di *cut-off* 30 MHz (ed eventualmente anche attraverso il preselettore a sub-ottave opzionale) e poi giunge nello stadio convertitore di ingresso *Input Converter* (Modulo A3).

Qui si trovano sia il primo che il secondo mixer (i quali danno origine a frequenze intermedie rispettivamente di 42,905 MHz e di 10,700 MHz) e anche due filtri *roofing* (entrambi a cristallo, il primo centrato a 42,905 MHz con una larghezza di banda normalmente di 28 kHz ed il secondo centrato a 10,700 MHz con una banda-passante di 16 kHz).

I segnali degli oscillatori locali provengono dai sintetizzatori, che sono tutti situati nella scheda madre A5 del ricevitore e che fanno uso di un "segnale di riferimento" di 1 MHz (internamente generato da un dispositivo ad alta stabilità oppure proveniente dall'esterno).

Il segnale IF a 10,700 MHz arriva alla così definita "*IF Motherboard*" (A4), può passare attraverso uno dei due filtri a cristallo a 10,7 MHz (con banda-passante di 6 oppure 3,2 kHz) od in alternativa può giungere direttamente al terzo mixer, dove un segnale a frequenza fissa di 11,155 MHz proveniente dal terzo oscillatore locale produce l'ultima IF a 455 kHz.

Quindi, in ogni modalità tranne che in USB, LSB od ISB, il segnale a 455 kHz passa attraverso un filtro a cristallo (con larghezza di banda di 1 kHz oppure 0,3 kHz) o può arrivare direttamente ad un ulteriore stadio di amplificazione e quindi ai rivelatori AM, FM o CW/SSB.

Nei modi SSB, il segnale a 455 kHz passa attraverso un filtro a cristallo con larghezza di banda 2,95 kHz e centrato a 456,725 kHz (USB) od a 453,275 kHz (LSB); in modalità ISB entrambi questi filtri sono contemporaneamente in uso. Al rivelatore SSB ed a quello ISB dalla scheda del sintetizzatore BFO giunge un segnale di frequenza fissa 455 kHz che permette la demodulazione del segnale (lo stesso circuito sintetizzatore BFO può anche produrre, nel modo CW, un segnale di frequenza fissa oppure variabile).

Da questo punto in poi il percorso del segnale è del tutto convenzionale: stadi di amplificazione e rivelazione AGC, amplificazione audio.

Lo schema a blocchi del ricevitore WJ-8718-19FE (figura 7) mostra invece alcune significative

differenze, che vanno ben oltre l'estensione della gamma di frequenza ricevibile consentita dall'aggiunta del "front-end VHF" e che vale la pena prendere in considerazione qui di seguito. Il segnale proveniente dall'antenna entra nella presa BNC di ingresso sul retro dell'apparecchio e passa attraverso uno *switch RF* (selettore che dà accesso ai circuiti VHF ogni volta che il ricevitore è sintonizzato sopra 30 MHz o che invia il segnale direttamente ad un filtro passa-basso a 15 poli con frequenza di taglio 30 MHz quando la radio è invece sintonizzata nel *range* 5 kHz - 30 MHz). Nella prima situazione (da 29,999 a 99,999 MHz) il segnale perviene ad un preselettore VHF (un modulo che contiene anche il 1° oscillatore locale VHF operante nell'intervallo di frequenza 190-260 MHz) e poi viene applicato al convertitore di ingresso VHF, il quale fornisce in uscita un segnale di frequenza fissa 159,500 MHz.

Quindi un secondo oscillatore locale VHF produce un segnale alla frequenza di 189,000 MHz che viene applicato al secondo Mixer VHF; il risultato della miscelazione è un segnale di frequenza fissa 29,500 MHz che ritorna allo *switch RF* e da qui viene poi inviato al summenzionato filtro passa-basso a 15 poli con frequenza di *cut-off* 30 MHz.

Nell'ambito della gamma di frequenza di ricezione compresa tra 5 kHz e 29,999 MHz, invece, il segnale proveniente dall'ingresso RF viene inviato direttamente al filtro RF di cui sopra e poi entra nell'*Input Converter* (Modulo A3).

Nessun preselettore HF opzionale è disponibile per il ricevitore WJ-8718-19FE (tra l'altro non ci sarebbe proprio spazio per installarlo all'interno dell'unità).

Nel convertitore di ingresso si trovano sia il primo che il secondo mixer, i quali producono rispettivamente segnali centrati a 42,905 MHz ed a 10,700 MHz. Vi si trovano altresì due filtri *roofing* (entrambi a cristallo, il primo ancora centrato alla frequenza di 42,905 MHz, ma in questa radio con una larghezza di banda di 150 kHz ed il secondo centrato a 10,700 MHz con 55 kHz di larghezza di banda). Come al solito, i segnali degli oscillatori locali provengono dai sintetizzatori, tutti situati nella scheda madre A5 e che fanno uso di un segnale di riferimento di 1 MHz (interno oppure esterno); questo segnale di riferimento viene utilizzato anche dai due oscillatori locali VHF più sopra menzionati.

Il segnale IF di frequenza nominale 10,7 MHz è centrato esattamente a 10,700.000 MHz soltanto nei modi AM, CW ed FM, mentre nella modalità USB risulta centrato a 10,698.650 MHz ed in quella LSB a 10,701.350 MHz (grazie ad opportuni scostamenti di frequenza operati dagli oscillatori locali e gestiti nei sintetizzatori).

Il segnale IF giunge quindi alla cosiddetta *IF Motherboard* (A4), e in tutti i modi tranne che in USB ed LSB passa attraverso uno dei due filtri a cristallo centrati a 10,7 MHz (con larghezza di banda di 6 o 3,2 kHz) oppure perviene direttamente al terzo mixer, dove un segnale a frequenza fissa di 11,155 MHz generato dal terzo oscillatore locale produce un segnale IF a 455 kHz.

Poi, sempre in tutti i modi tranne che in USB ed LSB, il segnale IF a 455 kHz passa attraverso un filtro a cristallo (con larghezza di banda 1 kHz oppure 0,3 kHz) ed arriva direttamente ad un ulteriore stadio amplificatore IF ed agli stadi rivelatori AM, FM e CW/SSB .

In entrambe le modalità USB ed LSB, invece, il segnale IF passa attraverso un unico filtro a cristallo centrato esattamente a 10,700 MHz e con larghezza di banda 2,2 kHz, cosicché soltanto la banda laterale superiore (oppure quella inferiore) possa passare attraverso la banda passante del filtro.

Al circuito rivelatore SSB il sintetizzatore del BFO invia quindi segnali di frequenza fissa

opportuna (456,350 kHz in modalità USB o 453,650 kHz in modalità LSB) che consentono una corretta demodulazione del segnale ricevuto (lo stesso circuito sintetizzatore BFO può anche produrre, in modalità CW, un segnale di frequenza fissa o variabile in un piccolo intorno di 455 kHz).

I circuiti che seguono sono quindi costituiti dagli usuali stadi di amplificazione-rivelazione AGC e di amplificazione audio.

Da notare che nel ricevitore WJ-8718-19FE non è possibile la ricezione ISB; ciò a causa dei due differenti piccoli “scostamenti” dal valore nominale di 10,700 MHz della frequenza intermedia operati in modalità USB ed in modalità LSB e dell’unico filtro SSB installato, il quale può lasciar passare, ovviamente, soltanto una delle due bande laterali alla volta.

Dettagli costruttivi

Dal punto di vista costruttivo, i ricevitori WJ della serie 8716/8718 sono molto ben progettati e realizzati. Il telaio, in alluminio, è piuttosto robusto ed ha una notevole profondità (circa 19 "- 49 cm); esso è diviso in quattro scomparti tra loro schermati, il primo dei quali (quello più grande nella parte più a sinistra dell’apparecchio) ospita la sezione “di alimentazione” - ovvero il trasformatore ed i circuiti ad esso associati -, il modulo convertitore di ingresso (A3) in un apposito contenitore metallico ed, in tutte le versioni della serie ad eccezione del modello WJ-8718-19FE, il filtro RF completamente schermato e l’eventuale preselettore HF opzionale.

Nella versione WJ-8718-19FE il selettore di ingresso “*RF Switch*” è installato nel posto solitamente occupato dal filtro RF, quest’ultimo si trova invece sistemato al di sotto del telaio principale dell’apparecchio.

Come già detto, in questo particolare modello non è possibile installare il preselettore HF opzionale: tutto lo spazio è occupato dai due contenitori metallici schermati contenenti il preselettore VHF ed i due convertitori VHF con relativi oscillatori locali.

Le foto delle Figure 8 e 9 mostrano lo chassis di un ricevitore WJ-8718A e di un WJ-8718-19FE (entrambi visti dall’alto con il coperchio superiore rimosso).

Nel sottile spazio esistente sul fondo del telaio dei ricevitori WJ-8716-8718 (comprese le versioni “A” ed “MFP”) possono essere eventualmente alloggiati l’unità opzionale “SMO” - *Spectrum Monitor Option* (che aggiunge all’apparecchio un’uscita IF “a banda larga”) od altri circuiti.

Nei tre restanti compartimenti schermati al centro e alla destra del telaio principale si trovano altrettanti grandi circuiti stampati, tutti provvisti di zoccoli per schede con contatti “a pettine” (similmente a quanto normalmente avviene nei computer, tant’è che anche ciascuno di tali componenti viene definito *Mainboard* o *Motherboard*, ovvero “scheda madre”).

Questa costruzione modulare “a schede” riguarda non soltanto tutti i circuiti interessati dal percorso del segnale (dagli stadi IF a quelli AGC ed audio), ma anche quelli di interfaccia e pure i sintetizzatori .

La cosiddetta “*IF Mainboard*”, collocata nel vano centrale dell’apparecchio, è contrassegnata dalla sigla “A4” ed ospita 11 zoccoli (da XA1 a XA11); la *Input/Output Mainboard* (A6) si trova nel vano successivo (alla destra del primo) ed alloggia 9 zoccoli (da X1 a X9). Infine, la “*Synthesizer Mainboard*” (destinata ai vari circuiti sintetizzatori) è chiamata “A5” e si trova nell’ultimo compartimento a destra del telaio; essa reca 5 zoccoli (due denominati XA1, due denominati XA2 e uno denominato XA3).

Ogni scheda madre è collegata a quella adiacente a mezzo di conduttori multipolari: “A4” è collegata ad “A6” mediante un cavo piatto (presa J3 e spina P1) ed “A6” è collegata ad “A5” per mezzo di due di essi (prese J1 e J2, spine P1 e P2). Ogni scheda di circuito stampato sulla quale sono realizzati i vari stadi dei ricevitori prende il nome dalla sua posizione di destinazione sulla relativa scheda madre e reca anche un numero di identificazione (a 5 o 6 cifre e spesso seguito da un suffisso che ne indica la particolare versione o revisione).

Sfortunatamente il sistema utilizzato dalla Watkins-Johnson per identificare le schede madri, le varie schede PCB e le restanti parti dei ricevitori, per quanto possa a prima vista sembrare razionale, non è affatto intuitivo ed anzi ingenera spesso confusione.

Inoltre talune denominazioni risultano duplicate ed i manuali degli apparecchi, quando disponibili, evidenziano taluni errori – sia tipografici che concettuali – e pure varie carenze; non c’è quindi da meravigliarsi dei possibili equivoci che possono venirsi a creare, con conseguenti perdite di tempo e sgradevoli mal di testa.

Così, anche per contribuire ad una maggiore chiarezza, in Figura 10 ho cercato di rappresentare le tre schede madri adiacenti “A4”, “A5” e “A6” con le loro interconnessioni e l’identificazione degli zoccoli in esse presenti, mentre nelle tabelle delle Figure 11, 12 e 13 ho elencato le schede PCB utilizzate dai diversi tipi di ricevitori; spero che ciò possa risultare utile per qualcuno.

Infine parliamo del pannello frontale dei ricevitori e dei circuiti ad essi associati.

In tutti i ricevitori della serie WJ-8716/8718 tranne che nelle versioni “MFP” e nel modello WJ-8718-19FE, dietro al pannello frontale degli apparecchi si trovano, ad esso direttamente fissati, alcune singole piastre di circuito stampato contenenti vari componenti e dispositivi: il modulo di sintonia principale (*Main Tuning Board* A7, 791874-X), il display a LED (*Frequency Display* A8, 791578-X), il commutatore *thumbwheel* (*BFO Switch* A9, 791827) ed il modulo *Front Panel Control* (A10, 796053), quest’ultimo formato da due distinte sezioni (*Upper Panel Control* 791583 e *Lower Panel Control* 796054).

Nelle versioni “MFP” del ricevitore e nel modello WJ-8718-19FE nella parte bassa del retro del pannello frontale dell’apparecchio è invece fissata una “scheda madre” stretta e lunga (*Front Panel MB* MFP-A1, contrassegnata 794310-X nelle versioni /MFP e 796013-5 nel WJ-8718-19FE) che supporta due schede di circuito stampato.

Di esse, la prima è fissata direttamente a ridosso della parte posteriore del pannello ed include tutti i selettori a pulsante con i vari LED loro associati, è denominata *Front Panel Switchboard* MFP-A1A2 ed il suo numero identificativo è 794309-X nei ricevitori /MFP di produzione più recente (nelle prime versioni e nel modello WJ-8718-19FE la scheda impiegata è invece la 796057-X).

La seconda scheda PCB, infine, si trova nella parte più interna (vicino al telaio principale del ricevitore) ed è denominata *Front Panel Encode Board* MFP-A1A1; il suo numero identificativo è comunque 796.056-X.

Suggerimenti, consigli e considerazioni conclusive

Moltissime considerazioni potrebbero essere fatte circa i ricevitori della serie WJ-8716/8718 (e, più in generale, su tutte le radio Watkins-Johnson). Prima di dimenticarmi qualcosa debbo comunque premettere che in tanti anni di esperienza non mi sono mai capitati tra le mani due ricevitori di questa serie che fossero esattamente uguali tra loro, e credo che ciò possa ritenersi giustificato sia a causa delle numerose varianti personalizzate prodotte e delle varie revisioni o modifiche circuitali

effettuate dalla Casa costruttrice, sia a causa delle “cannibalizzazioni” e delle riconfigurazioni “sul campo” subite nel tempo da questi apparecchi.

Si tratta peraltro di fenomeni abbastanza comuni nelle apparecchiature di tipo “modulare”.

Quindi, al fine di evitare possibili delusioni, prima di acquistare una di queste radio occorre sempre controllare e verificare che nell’unità siano presenti tutti gli opportuni moduli e pure le schede più appropriate (anche relativamente alle eventuali opzioni).

Le unità Watkins-Johnson sono assai spesso munite di un’etichetta posteriore contenente l’indicazione delle varie opzioni entrocontenute; tuttavia tale etichetta elenca soltanto ciò che è stato installato nell’apparecchio quando il medesimo aveva lasciato la fabbrica, quindi è meglio non fidarsi troppo di quanto in essa indicato e procedere invece ad un accurato controllo visivo.

Coloro i quali avessero intenzione di acquistare uno di questi ricevitori non dimentichino poi di approvvigionarsi di almeno due “*Extender Boards*” (estensori “a pettine” per le schede installate nell’apparecchio). Uno di questi estensori faceva parte della dotazione originale della radio (ma nella maggioranza dei casi è mancante), e comunque ne servono due per l’eventuale manutenzione dei sintetizzatori e delle varie “schede doppie”.

Come ho già in precedenza sottolineato, questi ricevitori sono caratterizzati da eccellenti prestazioni e sono robusti ed affidabili nel tempo.

E’ verissimo, essi sono stati ben progettati e costruiti, tuttavia presentano purtroppo anche alcuni aspetti negativi, soprattutto a riguardo del particolare (e per la verità un po’ confusionario) sistema utilizzato dalla Watkins-Johnson per la denominazione delle parti e delle schede, dei numerosi errori tipografici o di concetto che si possono trovare nei loro manuali (che per inciso sono comunque abbastanza rari e difficili da trovare) e pure di alcuni argomenti che in questi ultimi risultano trattati in forma superficiale od imprecisa, con addirittura l’omissione (voluta o no) di talune importanti istruzioni.

Alcuni esempi, che magari potrebbero risultare di aiuto per qualcuno, sono riportati qui di seguito; gli eventuali interessati sono quindi pregati di leggere con attenzione.

- Nel manuale di istruzioni concernente l’opzione “PRE” (Preselettore HF ad ottave), viene soltanto fuggevolmente menzionata nella pagina finale l’interconnessione “PRE-W2”, che deve essere effettuata nella parte inferiore della scheda madre A6 mediante cavo multipolare piatto provvisto di opportuni connettori tra J1 e lo zoccolo X4. Non vengono fornite ulteriori istruzioni, ma questo “ponte” risulta indispensabile per il funzionamento del preselettore HF opzionale e richiede anche la corretta inserzione dei connettori sugli opportuni piedini di J1 e di X4 [6].

- Lo schema elettrico *Main Assembly Schematic Diagram* che compare nella Figura 6-9 a pagina 6-19 (l’ultima) del Supplemento di istruzioni per l’installazione dell’opzione “MFP” [7] è errato per ciò che riguarda il percorso delle connessioni con cavo piatto “MFP-W1”.

Infatti nella reale situazione sussistono unicamente i collegamenti tra i connettori J1 e J2 ubicati nella piccola scheda madre posta dietro il pannello frontale (MFP-A1, 794310-X) e lo zoccolo X5 della *Input/Output Motherboard* (A6), effettuati a mezzo del connettore multipolare femmina “MFP-XA5” nella parte inferiore di quest’ultima.

Inoltre, a differenza di ciò che appare nello schema citato, non sussistono interconnessioni tra gli zoccoli X2, X5 ed X8 della piastra madre A6 che non siano quelle direttamente operate dalle piste del circuito stampato (o da quelle eventualmente aggiunte in fabbrica con la tecnica del *wire-wrap*).

- Lo schema elettrico della scheda madre *Input/Output Motherboard* (A6) di Figura 6-20 nel Manuale di Istruzioni per i ricevitori della serie WJ-8718 [8] è mancante di alcuni collegamenti tra i pin di diversi zoccoli.

- Alcuni degli esemplari più recenti dei ricevitori WJ-8716A e WJ-8718A (non /MFP) erano stati comunque equipaggiati con le schede MFP-A3 (*IF Interface* 794308-1) ed MFP-A4 (*Synthesizer Interface/Memory* 794275) in luogo rispettivamente delle originarie schede A6A2 (*Front Panel Interconnect* 791828) ed A6A1 (*Manual Tuning Up/Down Counter* 796014); ciò anche per favorire un eventuale futuro upgrade alla versione più evoluta degli apparecchi. Il fatto in questione, però, viene menzionato soltanto superficialmente alla pagina 3-34 (paragrafo 3.2.5) del manuale *Instruction Supplement For WJ-8718A/MFP* [7].

Purtroppo, però, con alcune versioni delle schede presenti nei ricevitori “di base” l’inserimento delle nuove conduce talvolta a problemi, tra i quali il più comune sembra essere il mancato funzionamento del controllo “RF Gain”. Niente di trascendentale, ma l’inconveniente risulta comunque fastidioso; lo sa bene l’amico Maurizio Papucci IK5DEZ di Massa, che lo lamentava nel suo WJ-8718A.

Fortunatamente, dopo un attento studio dei circuiti accompagnato dal tracciamento visivo delle piste dei circuiti stampati, il malfunzionamento è stato risolto con la semplice interruzione di due “piste” e l’inserimento di due “ponticelli” di filo unipolare (non fornisco in questa sede ulteriori dettagli poiché purtroppo le situazioni non sono tutte uguali, comunque certamente resto a disposizione di chi avesse bisogno di maggiori informazioni in proposito).

All’s well that ends well... OK, ma possibile che nessuno alla Watkins-Johnson si sia mai accorto del problema?

E l’elenco degli aspetti negativi potrebbe continuare ... E’ ben vero che la Watkins-Johnson non ha mai voluto divulgare troppo i dettagli e le particolarità dei suoi ricevitori, preferendo altresì che tutte le operazioni di riparazione e di servizio (compresa l’installazione di alcune opzioni) fossero effettuate direttamente in fabbrica, ma sicuramente una maggiore precisione ed una maggior attenzione nella compilazione dei manuali avrebbe potuto agevolare anche qualcuno dei loro tecnici!

Un altro consiglio che potrebbe risultare utile per qualche lettore riguarda poi il BITE (*Built-In Test Equipment*), la funzione diagnostica che dovrebbe essere presente in tutte le versioni /MFP dei ricevitori.

L’accesso al programma BITE consente di verificare immediatamente il corretto funzionamento di tutti i LED e di tutti i pulsanti del pannello frontale, e quindi, con successive operazioni, di eseguire una sequenza di sette test (concernenti RAM, tensioni di alimentazione, funzionamento degli oscillatori locali e del BFO), con codici di errore eventualmente visualizzati sul display principale. In pratica (ma questo non si trova scritto da nessuna parte!) sia i ricevitori /MFP delle serie più vecchie che il modello WJ-8718-19FE hanno funzioni BITE più limitate (tipicamente in essi si possono eseguire soltanto i test del pannello frontale, soltanto le unità /MFP più recenti sono infatti in grado di eseguire anche la sequenza delle sette prove sopra menzionate).

Ciò è dovuto a uno o ad entrambi i seguenti motivi:

- Ponticelli JW1, JW2 e JW3 volutamente omessi (o mancanti) nella faccia inferiore della scheda madre *Synthesizer Motherboard* A5 [9];

- Vecchia versione delle EPROM nella scheda PCB MFP-A4 (vedere Figura 15; nelle EPROM risiede il software BITE).

Quindi, nel caso si dovesse incappare nella situazione sopradescritta non è il caso di preoccuparsi troppo, il ricevitore probabilmente non è guasto e non ha colpa alcuna.

Un ultimo argomento concerne l'aggiunta in questi ricevitori di un piccolo amplificatore audio, che consiglio senz'altro di effettuare ritenendola assai utile in pratica.

Personalmente, in tutte le mie radio della serie WJ-8718 avevo qualche anno fa installato un piccolo amplificatore 3-5 W (un vecchio kit di Nuova Elettronica, l'LX.310) facente uso di un solo circuito integrato TDA2002-TDA2003 ed alimentato direttamente dai +15 VDC forniti dal ricevitore.

Il segnale di ingresso all'amplificatore viene prelevato direttamente dal cursore del potenziometro dell'Audio Gain e l'uscita a bassa impedenza per l'altoparlante è connessa ad una presa jack installata in un foro inutilizzato nel pannello posteriore dell'apparecchio.

I dispositivi aggiunti sono stati tutti sistemati nella sezione di alimentazione delle radio (vedere ad esempio la Figura 16) e sono stati ancorati al telaio mediante una sola vite (quella di fissaggio del dissipatore di calore del TDA2002) sfruttando un opportuno foro esistente.

La modifica è quindi assolutamente reversibile e non altera alcunché.

Bene, questo per ora è tutto; mi auguro di non aver annoiato nessuno.

Ribadisco che l'unico scopo del presente articolo è quello di condividere informazioni che potrebbero risultare utili per qualche lettore, e sinceramente spero di essere riuscito nell'intento.

Paolo Viappiani

Note:

[1]: Maggiori dettagli circa la storia della Watkins-Johnson possono essere reperiti nell'ambito dell'interessantissimo sito web: <http://watkins-johnson.terryo.org/> del professor Terry O'Laughlin, uno dei maggiori esperti nel settore specifico. Si veda anche: Paolo Viappiani, "*The Uncommon Nems-Clarke 2801A UHF Surveillance Receiver*", in: Electric Radio n. 271/Dicembre 2011, Pag. 29 (paragrafo: *Communications Electronics Inc. - CEI - e Watkins-Johnson*);

[2]: Si veda ad esempio: <http://radioworks.com/nr390saga.html>. Le immagini del sito di St. Julien's Creek si trovano comunque anche sulla pagina web: http://radios4fun.net/index.php?p=1_26_St-Julians-Massacre;

[3]: Le principali sorgenti di informazioni e manuali per i prodotti Nems-Clarke, CEI, DEI, LTV e Watkins-Johnson sono attualmente i siti web di Terry O'Laughlin (<http://blackradios.terryo.org/>, [http:// watkins-johnson.terryo.org/](http://watkins-johnson.terryo.org/)) e di Steve Pappin/PCS Associates (<http://www.pcs-associates.com/>). Il download dei manuali dal sito web PCS Associates è gratuito, ma per motivi di sicurezza è necessario per prima cosa identificarsi, registrarsi e chiedere il permesso (ed una password valida) a Steve Pappin.

Steve offre anche assistenza e ricambi per le radio Watkins-Johnson e può essere contattato al seguente indirizzo: PCS Associates - 5621 Palmer Way Suite A, Carlsbad, CA. 92010, U.S.A., e-mail: sales@pcs-associates.com;

[4]: Alcuni servizi di assistenza e riparazione per i prodotti Watkins-Johnson possono essere ottenuti anche da: Jerry Sommer (e-mail: jsommer@bright.net) e Dennis Karski (e-mail: sigint@sbcglobal.net);

[5]: Una fonte valida per parti di ricambio Watkins-Johnson è pure Scott Sidener (American-Milspec LLC, PO Box 871, Lexington, Carolina del Sud 29071, U.S.A.). E' possibile visitare il sito del medesimo all'indirizzo: <https://www.american-milspec.com/default.aspx>

[6]: Il Manuale originale dell'opzione HF Preselector per la serie WJ-8716/8718 può essere reperito sul sito: <http://electronicsandbooks.com/eab1/manual/Hardware/W/Watkins%20Johnson/WJ-8718/WJ-8718-PRE-manual%20c20071208%20%5B44%5D.pdf>.

E' inoltre senz'altro utile ed interessante leggere in proposito le importanti note dell'inglese Dave Schofield: http://www.ra1792.co.uk/radios/80s/pre_option.pdf, che tra l'altro contengono le corrette istruzioni di installazione del preselettore opzionale.

[7]: Il documento può essere consultato e scaricato dal sito:

http://www.mods.dk/manual.php?brand=_other, scegliendo quindi Watkins-Johnson WJ-8718A MFP Instruction Supplement.zip, oppure, in alternativa, dal già menzionato sito PCS Associates.

[8]: Vedere: <http://bama.edebris.com/manuals/watjohn/wj8718>, File 8 - Schematics WJ-8716-18.pdf, pagina 6-20.

[9]: l'installazione dei ponticelli JW1, JW2 e JW3 nella parte inferiore della scheda *Synthesizer Motherboard A5* è descritto nelle pagine A-C1-2 e A-C1-3 del Manuale di Istruzioni del WJ-8718A/MFP, vedere nota [7] più sopra. I collegamenti aggiunti fanno pervenire alla *Input/Output Motherboard A6* le tensioni di controllo degli oscillatori locali e del sintetizzatore del BFO, in modo che il funzionamento dei relativi circuiti possa essere controllato nell'ambito della sequenza BITE.

===== (Fine articolo)

Didascalie figure:

Figura 1: Il ricevitore WJ-8718A S/N 3530 (con opzioni preselettore HF, 1-Hz Tuning e 10-Hz BFO installate). Il preselettore è contenuto nel box metallico visibile sulla sinistra. Si notino il display a LED ad 8 cifre (opzione 1-Hz) ed il commutatore *thumbwheel* dell'offset del BFO a quattro sezioni (opzione 10-Hz BFO).

Figura 2: Un WJ-8718/MFP della prima versione (notare il tastierino numerico più grande);

Figura 3: Il ricevitore WJ-8718A/MFP S/N 3347 (versione più recente) che fa parte della mia collezione;

Figura 4: Il ricevitore WJ-8718A/NAV/MFP S/N 3332 con varie opzioni installate (preselettore, 1 Hz tuning, 10-Hz BFO, *Spectrum Monitor Output* ed altre). Si notino il differente strumentino S-Meter/Audio impiegato e pure il piccolo (e rumoroso!) contatore digitale del tempo di

funzionamento dell'apparecchio.

Figura 5: Il WJ-8718-19FE S/N 34, modello provvisto di estensione della frequenza ricevibile (copertura: 5 kHz - 99,999 MHz) con risoluzione a 10-Hz, funzionalità MFP con frontale "vecchia versione" provvisto di tastierino numerico più grande.

Figura 6: Schema a blocchi dei ricevitori WJ-8716/WJ-8718 (incluse le versioni "A" ed /MFP);

Figura 7: Schema a blocchi del ricevitore "speciale" WJ-8718-19FE, costruito soltanto in versione "MFP";

Figura 8: Vista superiore del ricevitore WJ-8718A/MFP (con coperchio rimosso). Questa unità ha il preselettore HF opzionale installato;

Figura 9: Vista superiore del ricevitore WJ-8718-19FE (con coperchio rimosso); si notino i due box metallici (sulla sinistra) che contengono i circuiti VHF di ingresso;

Figura 10: Rappresentazione delle schede madri A4, A6 e A5 con le relative interconnessioni e la corretta identificazione dei vari zoccoli (vista dalla parte superiore del ricevitore);

Figura 11: Elenco delle schede impiegate dai diversi tipi di ricevitori nella scheda madre *IF Motherboard* "A4";

Figura 12: Elenco delle schede impiegate dai diversi tipi di ricevitori nella scheda madre *I/O Motherboard* "A6";

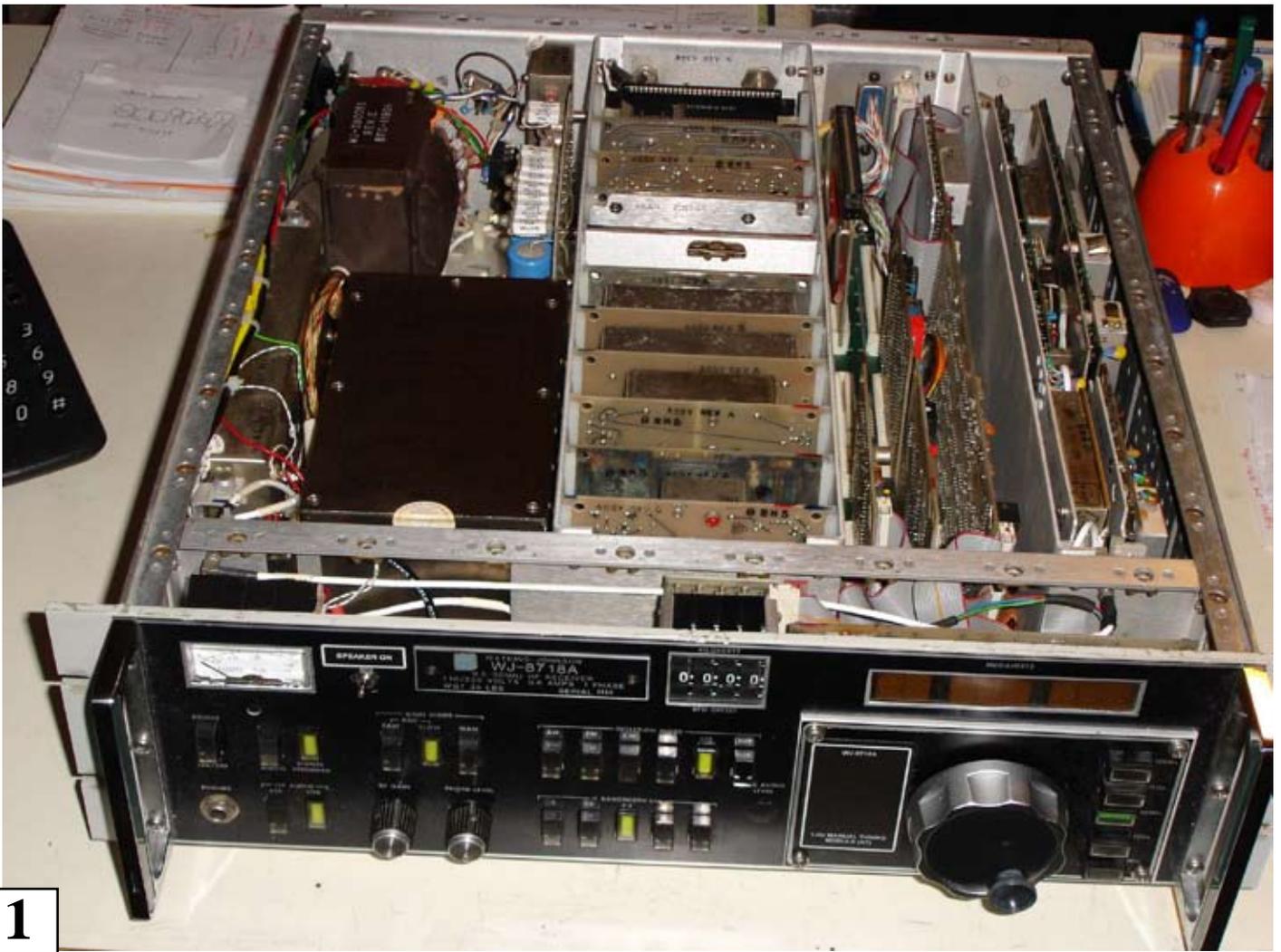
Figura 13: Elenco delle schede impiegate dai diversi tipi di ricevitori nella scheda madre *Synthesizer Motherboard* "A5";

Figura 14: Vista inferiore del telaio di un ricevitore WJ-8718 (con copertura rimossa);

Figura 15: Questa è la scheda MFP-A4 di un ricevitore WJ-8718A/MFP (con l'opzione 1-Hz installata); in essa si trovano il processore Intel 8085, le due EPROM e pure la batteria ricaricabile di backup.

Figura 16: L'amplificatore audio supplementare è stato installato in prossimità del trasformatore di alimentazione del ricevitore (visto che non sembra ci siano altri posti disponibili); la vite di fissaggio del dissipatore di calore del circuito integrato TDA2002 provvede anche al fissaggio dell'intera basetta sul telaio dell'apparecchio.

=====



1



2



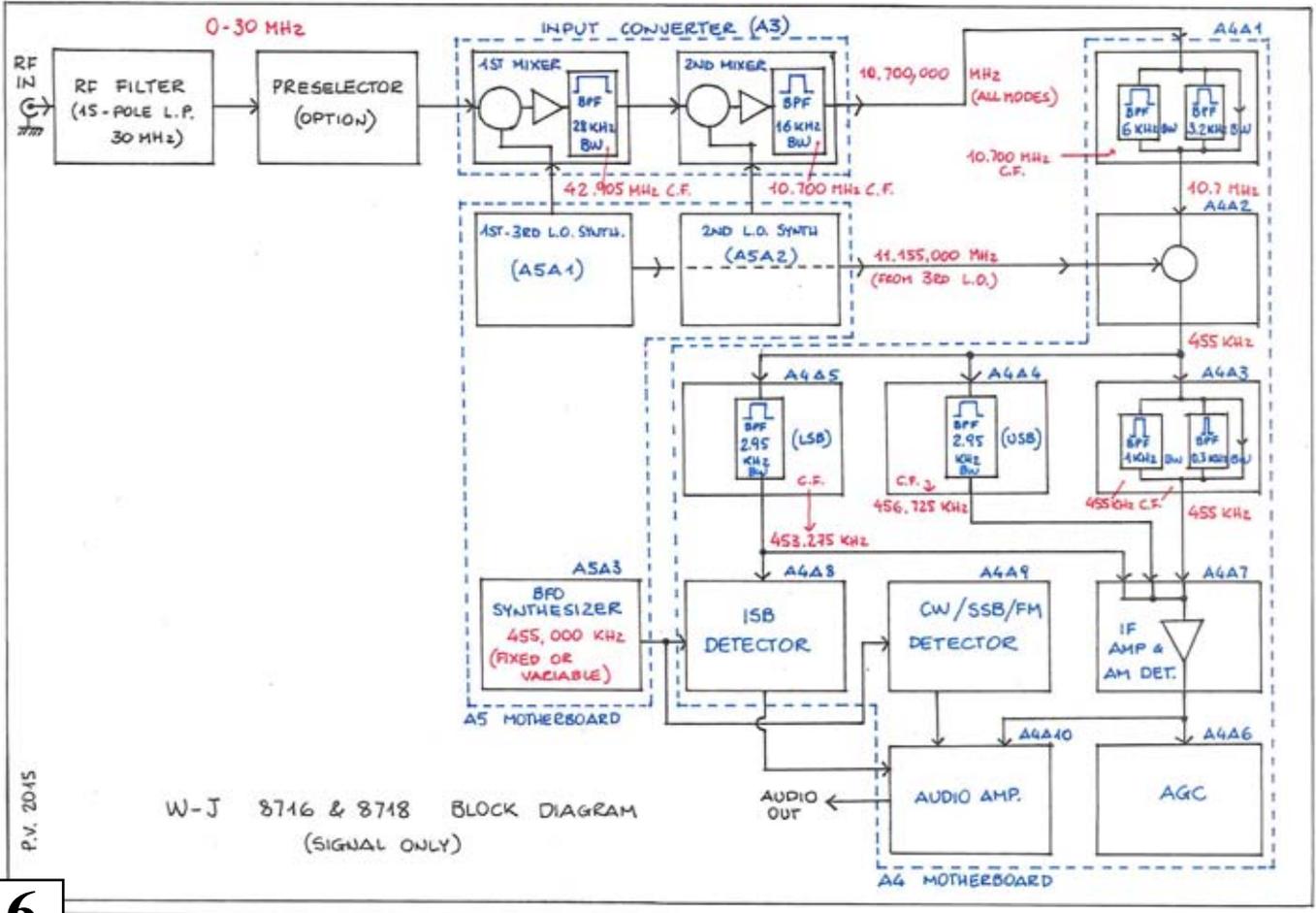
3



4

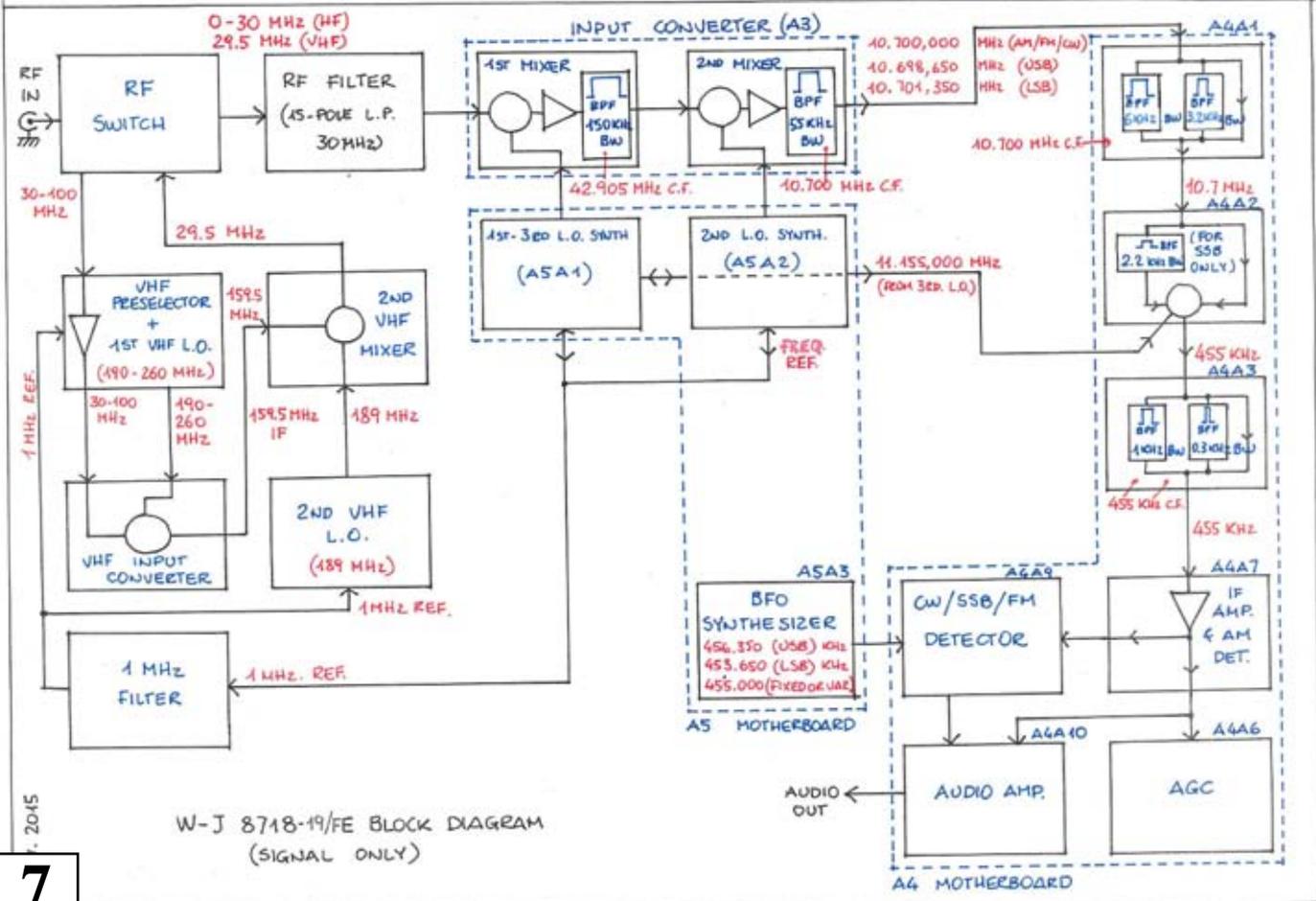


5



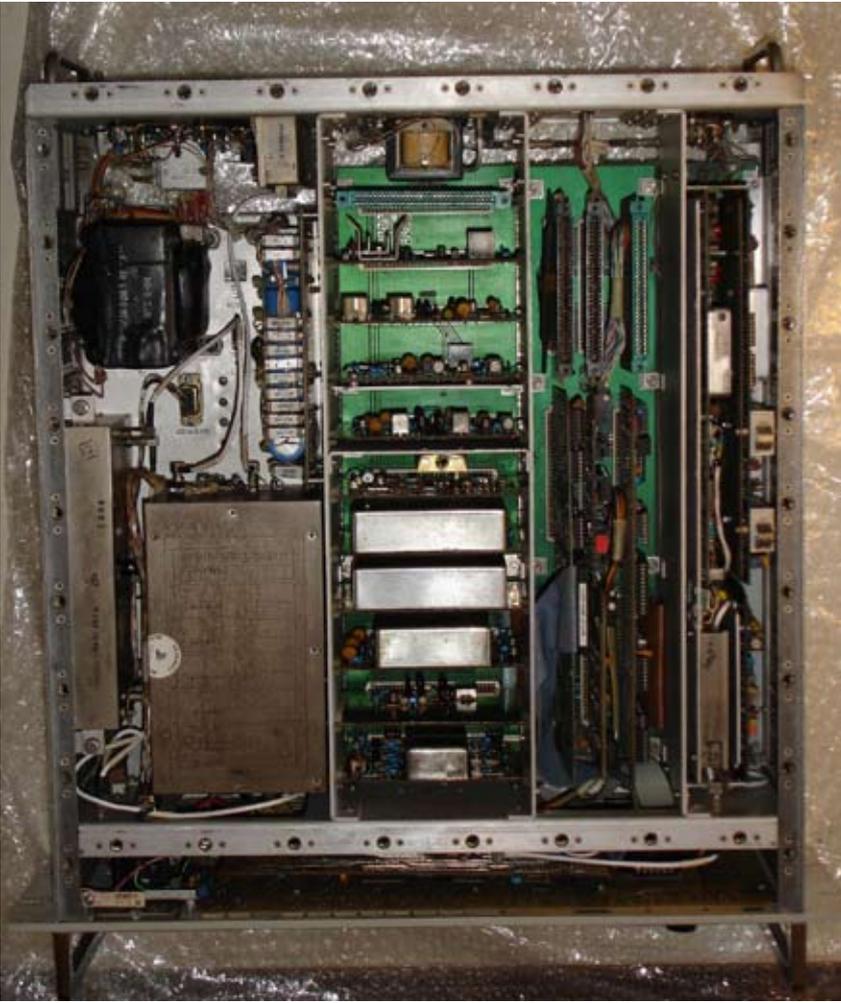
P.V. 2045

6



P.V. 2045

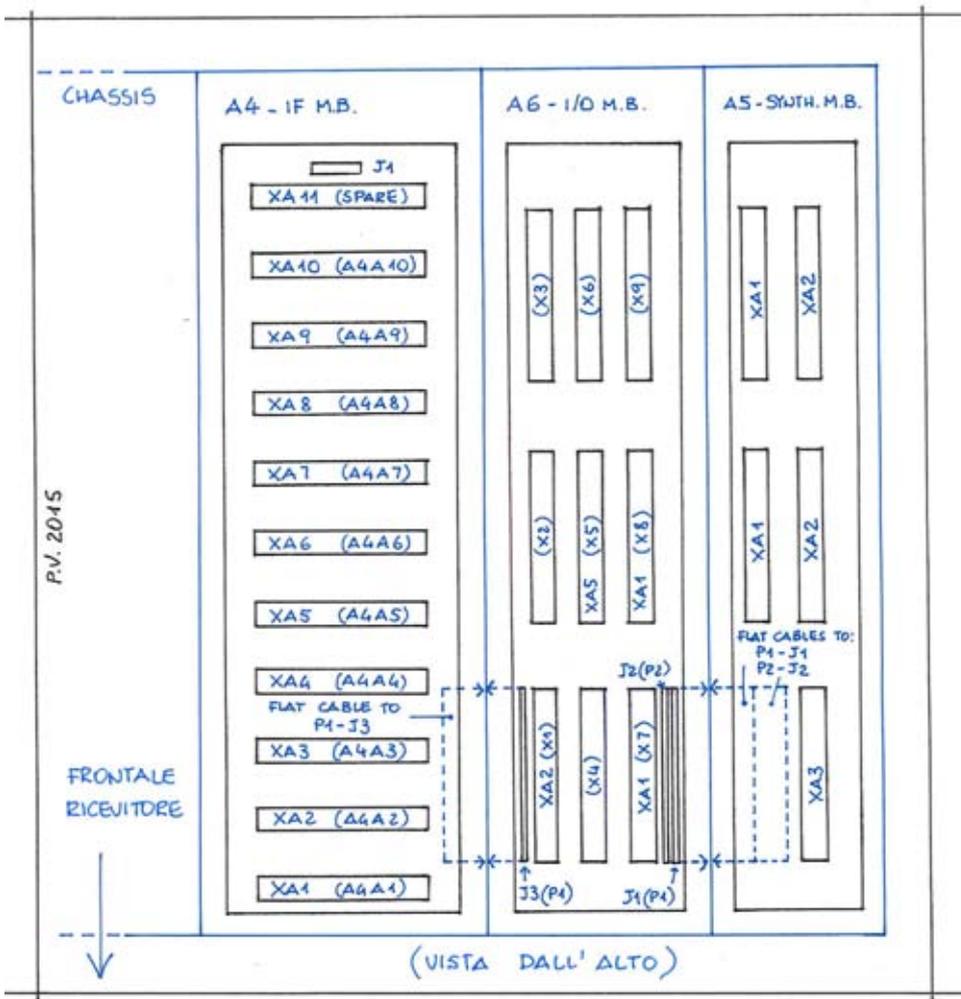
7



8



9



10

11

A4 IF Motherboard:

Socket	Receiver Type		
	WJ-8718 & WJ-8718A (WJ-8716 & WJ-8716A)	WJ-8718A/MFP (WJ-8716A/MFP)	WJ-8718-19FE
XA1	A4A1-791594 10.7 MHz Filter Switch (including 6.0 & 3.2 KHz BW filters)	<- SAME	<- SAME
XA2	A4A2-71430 10.7 MHz - 455 KHz Conv. (without any filter)	<- SAME	A4A2-794254 10.7 MHz - 455 KHz Conv. (with a 2.2 KHz BW filter)
XA3	A4A3-791595 455 KHz Filter Switch (including 1.0 & 0.3 KHz BW filters)	<- SAME	<- SAME
XA4	A4A4-791596 USB Filter Switch (including a 2.9 KHz BW USB filter)	<- SAME	NOT USED
XA5	A4A5-791597 LSB Filter Switch (including a 2.9 KHz BW LSB filter)	<- SAME	NOT USED
XA6	A4A6-78112 AGC	A4A6-796175 DUMP AGC	<- SAME
XA7	A4A7-72488 455 KHz IF Amp/AM Det.	<- SAME	A4A7-726002 455 KHz IF Amp/AM Det. with 50 KHz BW capability
XA8	A4A8-791598 ISB Det./Audio Out	<- SAME	NOT USED
XA9	A4A9-791599 FM/CW/SSB Det.	<- SAME	<- SAME
XA10	A4A10-746001 Audio Amp.	<- SAME	A4A10-7459 Audio Amp.
XA11	NOT USED (SPARE)	<- SAME	<- SAME

Nota: Il numero che identifica le schede può essere seguito da un suffisso (ad esempio "2", "3", ecc.) che indica una revisione od una versione speciale.

A6 I/O Motherboard:

Socket	Receiver Type			
	WJ-8718 & WJ-8718A (WJ-8716 & WJ-8716A) Older versions	WJ-8718 & WJ-8718A (WJ-8716 & WJ-8716A) Later versions	WJ-8718A/MFP (WJ-8716A/MFP)	WJ-8718-19FE
X1 (XA2)	A6A2-791828 Front Panel Interconnect	MFP-A3 (794308) IF Interface With J2,J3 and J4 sockets (plugs into X1 and X2)	MFP-A3 (794308) [*] IF Interface Without J2,J3 and J4 sockets (plugs into X1 and X2)	A6A2 (796032-2) IF Interface
X2	NOT USED			
X3	COR (Option) reserved	<- SAME	<- SAME	A6A5-794255 Synchronous Serial I/O
X4	PRE-A2 (796002) (Option) reserved	<- SAME	<- SAME	NOT USED
X5	488M-A3 (796075) 488 I/O Interface (option) reserved	<- SAME	<- SAME	A6A3- 796037 Asynchronous Serial I/O
X6	232M-A3 (796037) RS-232 I/O Interface (option) Reserved	<- SAME	<- SAME	NOT USED
X7, X8 (XA1)	A6A1- 791575 or 796014 Manual Tuning Up/Dn. Counter	MFP-A4 (794275) Synthesizer Intfc./Memory	<- SAME [*]	<- SAME
X9	1-Hz A2 (796022) 1-Hz Option reserved	<- SAME	<- SAME	A6A4- 794300 Serial I/O Buffer

Note: -Il numero che identifica le schede può essere seguito da un suffisso (ad esempio "-2", "-3", ecc.) che indica una revisione od una versione speciale;
-[*]: Nelle prime versioni MFP le schede MFP-A3 ed MFP-A4 erano di altro tipo (rispettivamente 796032 e 796029).

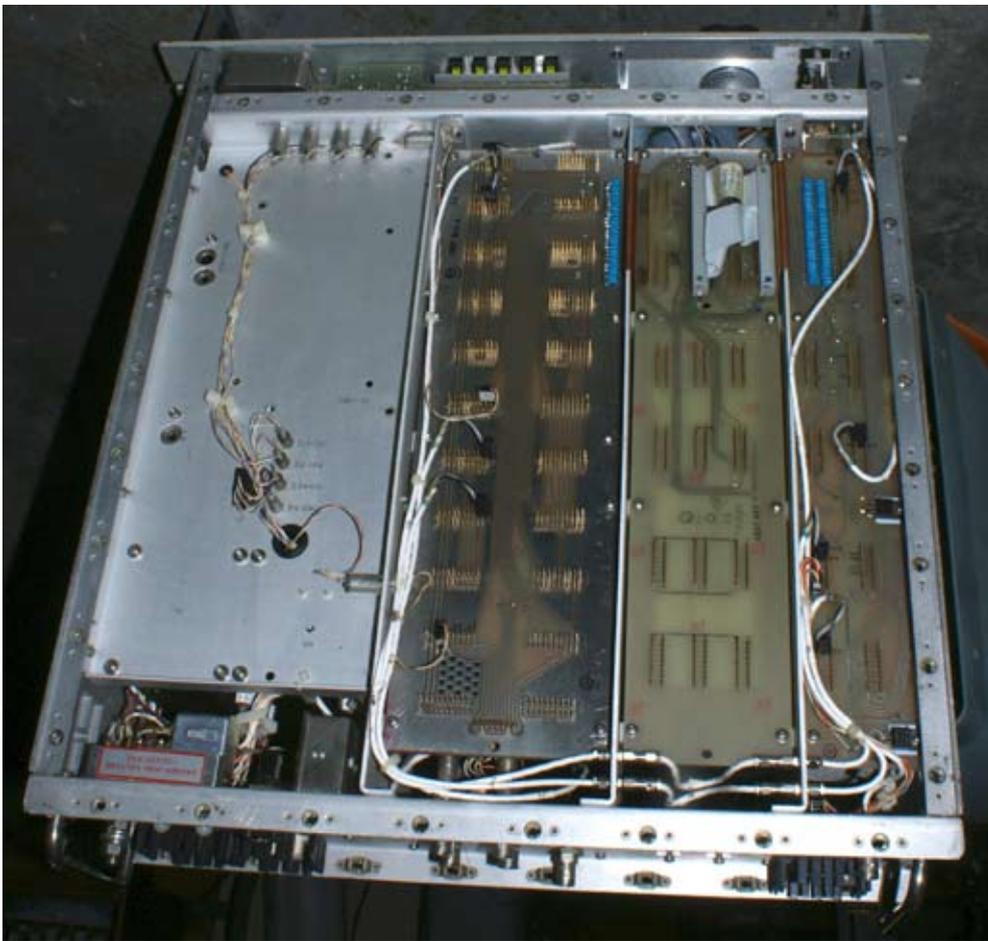
12

13

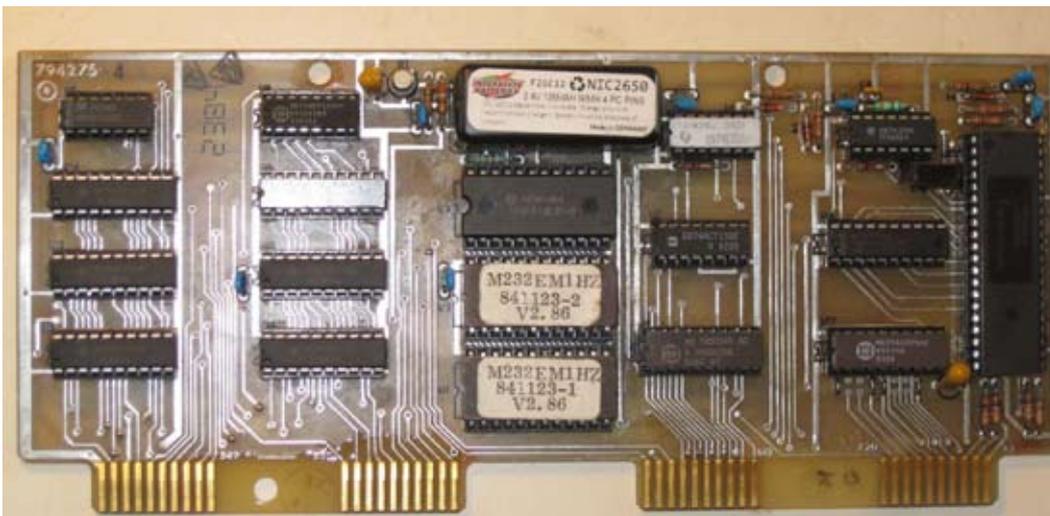
A5 Synthesizer Motherboard:

Socket	Receiver Type		
	WJ-8718 & WJ-8718A (WJ-8716 & WJ-8716A)	WJ-8718A/MFP (WJ-8716A/MFP)	WJ-8718-19FE
2 x XA1 (2-socket, 3-module)	A5A1- 791630 1 st -3 rd L.O. Synth/Timebase (1 st L.O.-VCO Ass.y 791629 + 1 st -3 rd L.O. Synth 791600)	<- SAME	<- SAME
2 x XA2 (2-socket, 2-module)	A5A2- 791601 2 nd L.O. Synthesizer	<- SAME	<- SAME
XA3	A5A3-791576 BFO Synthesizer (796181 when the 10-Hz BFO Option is installed)	<- SAME	A5A3-791576 BFO Synthesizer

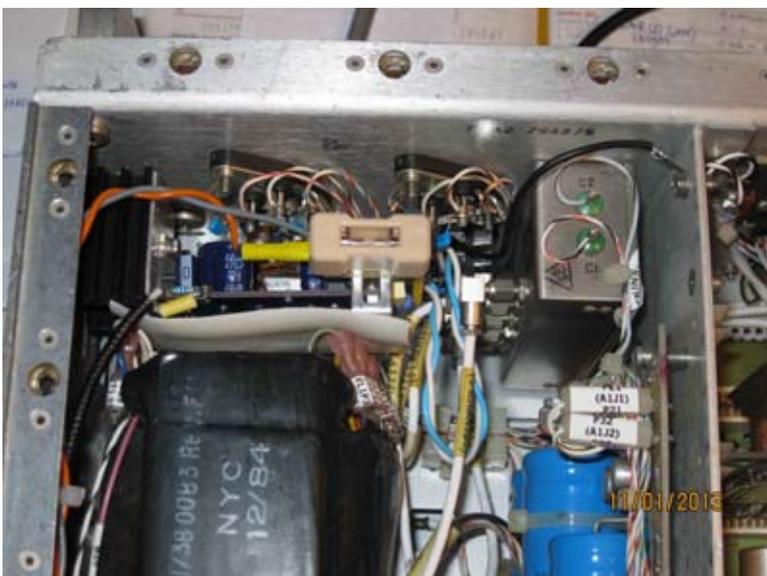
Nota: Il numero che identifica le schede può essere seguito da un suffisso (ad esempio "-2", "-3", ecc.) che indica una revisione od una versione speciale.



14



15



16