

# Ricevitore Siemens E309

- Analisi , peculiarità e demodulazione SSB -

(Gianfranco Sabbadini - I2SG)



## 1 - L'apice di una tecnologia

L'E309 è il terzultimo tipo di ricevitore professionale con valvole termoioniche per Onde Corte costruito dalla Siemens prima di passare all'era dei ricevitori a stato solido. A questo apparato sono seguiti i modelli E310, soprannominato "rainbow" (arcobaleno) in virtù dell'ampia scala multicolore sagomata a settore circolare ed il particolarissimo E311 a tre conversioni, caratterizzato da una elevata stabilità e precisione di lettura della frequenza, quale non riscontrabile in alcuno dei ricevitori concorrenti del tempo. Il modello E309 è anche l'ultimo dei ricevitori professionali per HF a singola conversione costruito dalla Siemens ed include alcune caratteristiche che derivano da una scuola di pensiero degli stessi progettisti che svilupparono gli apparati del periodo bellico, con soluzioni che ritroviamo in questo apparecchio. Il progetto è nato nei laboratori della *Siemens Kurzwellen-Funkwerke* e la produzione, iniziata nel 1958, è stata fatta in collaborazione con la Rohde & Schwarz di Monaco. E' abbastanza comune infatti riscontrare all'interno del ricevitore moduli con le targhette di identificazione marcate R&S.

A mio giudizio questo apparato si colloca all'apice della tecnologia valvolare dei ricevitori professionali per HF a singola conversione ed a copertura continua, prodotti nel periodo postbellico: i modelli successivi a più conversioni, a partire dall'E310, superano alcuni limiti intrinseci dell'E309 ma pongono altri limitazioni. Il lavoro di "reverse engineering" condotto, cioè il lavoro di analisi e valutazione del prodotto per risalire alla filosofia seguita ed al progetto delle singole parti (naturalmente calandosi nella realtà tecnologica del tempo) ha messo in evidenza le affinità con i progetti tedeschi del periodo bellico, in particolare su 4 punti :

- 1) La selettività regolata con continuità a mezzo di un doppio filtro in media frequenza con 2 Quarzi.
- 2) Efficiente circuito di preselezione con circuito a doppio accordo tra antenna e la prima valvola amplificatrice a R.F.
- 3) Controllo a mezzo di commutatore sul pannello delle correnti e tensioni relative a tutte le valvole: è un sistema veloce per l'identificazione dei guasti che possiamo considerare un precursore del moderno BITE (*Buil-in Test Equipment*)
- 4) Calibrazione della scala con quarzo di riferimento e sistema per lettura precisa della frequenza di ricezione.

La soluzione circuitale di cui al punto 1) ricalca quella applicata nel famoso ricevitore per HF Telefunken modello E52 (nome in codice: **Köln**) ed applicata anche nell'RX per onde medie-corte a 2 bande tipo **MW e.c.** con nome in codice **Caesar**. Quest'ultimo dispone anche di un filtro audio e nel dopoguerra questi ricevitori erano molto ricercati dagli OM avendo caratteristiche di selettività superiori a qualsiasi altro apparato del surplus militare di quel periodo. Specialmente nel traffico CW, venivano impiegati come tali o in seconda conversione a valle di un convertitore a quarzo per coprire tutte le bande radiantistiche. L'E309 è stato progettato essenzialmente per il traffico in AM RTTY e CW ma è anche previsto l'utilizzo di un demodulatore esterno per la SSB

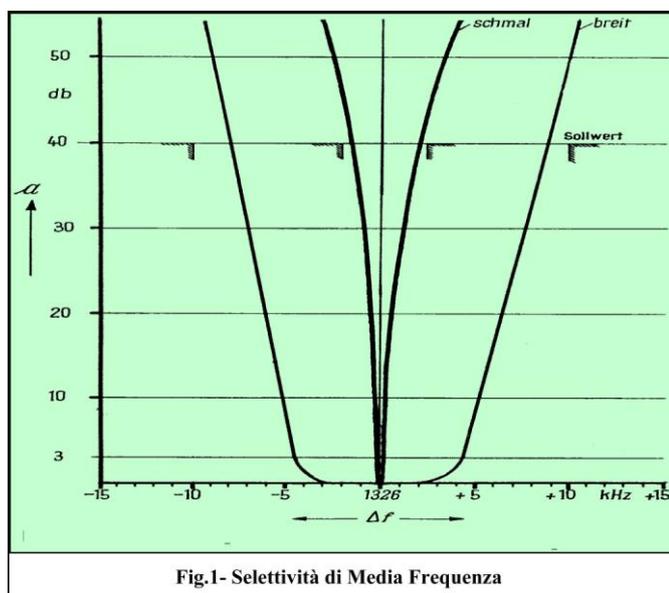


Fig.1- Selettività di Media Frequenza

Con riferimento alla fig.1 - che riporta i due estremi - notiamo l'ampia gamma di regolazione continua della banda passante del ricevitore. Il fattore di forma della banda passante (6/60 dB) è buono e vale circa 1:2 quando il filtro è tutto "aperto" : in queste condizioni la selettività è data da ben 9 risonatori e due quarzi (cioè 11 coppie di poli) a 1326KHz che è il valore della Media Frequenza. Quando il filtro è tutto "chiuso" la selettività è a "coltello", la banda passante è minore di +/-100Hz ma il fattore di forma è sensibilmente inferiore. Ciò perché l'andamento dell'attenuazione - per scarti moderati dalla

frequenza centrale - equivale a quello di un filtro a 2 coppie di poli, quale realizzato dai 2 quarzi che sono connessi in una configurazione a semitraliccio. La selettività è variata regolando l'impedenza alle terminazioni a mezzo di un doppio condensatore variabile differenziale: chi fosse interessato all'argomento dei filtri a quarzo sul piano teorico può consultare la Ref.1.

Da notare che nel traffico in CW l'introduzione di un doppio filtro a cristallo consente, senza l'ausilio di filtri audio aggiuntivi, un buon rapporto segnale/rumore. Infatti è garantito  $S/N = 10$  dB per segnali d'ingresso non superiori a 0,25 microvolt.(i.e. circa -120dBm se riferiti a 60 Ohm) I circuiti di preselezione **R.F.** efficienti sono un'altra caratteristica mutuata dai grandi ricevitori per HF del periodo bellico, in particolare dal modello **KW e.a.** (nome in codice **Anton**) che dispone di 2 circuiti di preselezione d'antenna commutabili dal pannello anteriore e giudicato da noti commentatori inglesi

### ...il migliore ricevitore alimentato a batteria della seconda guerra mondiale ...

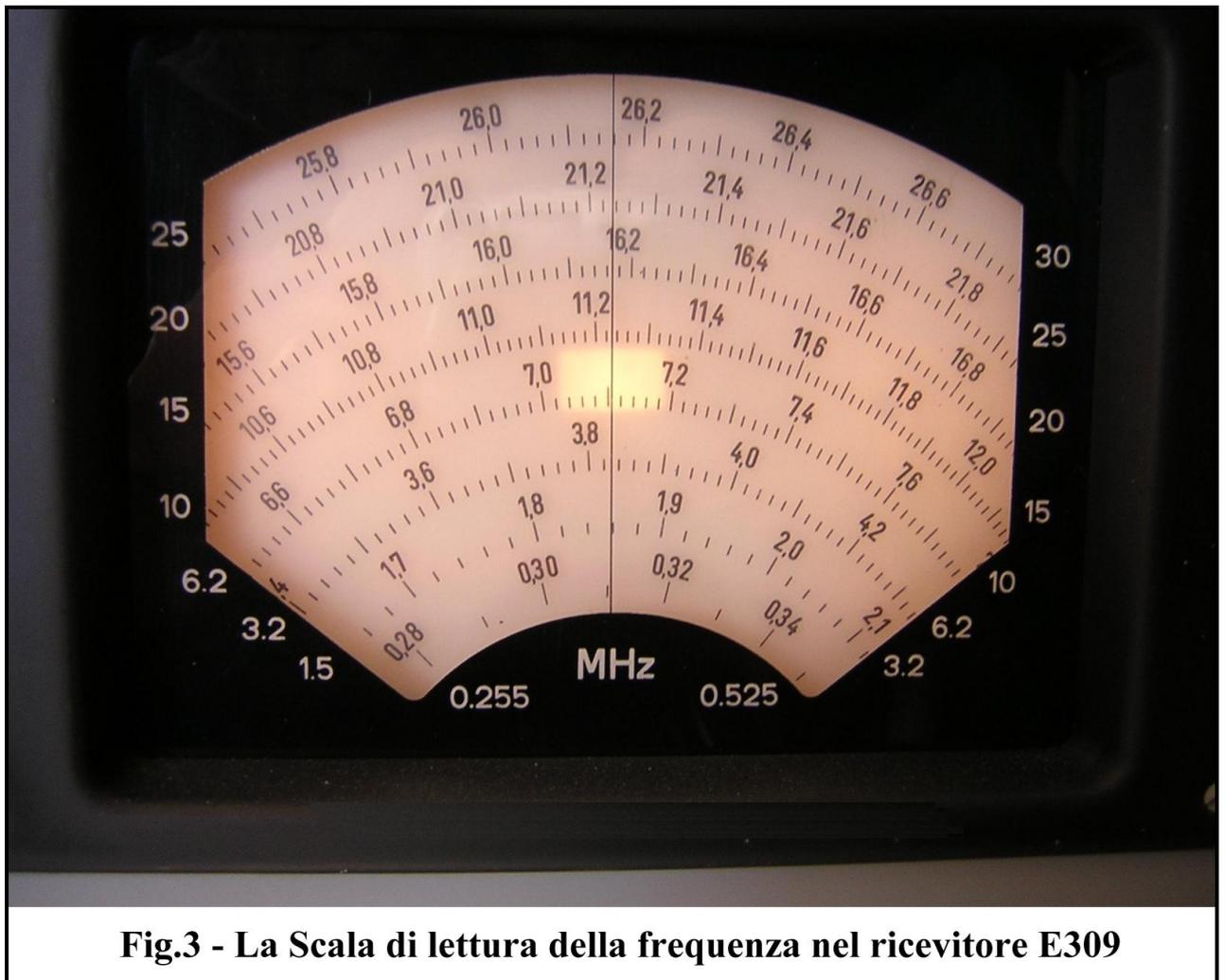
E' interessante notare che nell'E309, analogamente ad altri ricevitori di classe di costruttori tedeschi, l'accoppiamento tra i risonatori del preselettore d'antenna è a mezzo "*link*". Questa maggiore complessità è compensata dal vantaggio di ottenere un fattore di accoppiamento legato al rapporto spire e quindi relativamente costante al variare della sintonia cioè del rapporto **L/C** dei risonatori del preselettore. Il risultato di questa scelta lo notiamo in termini di reiezione alla frequenza immagine: con solo 3 risonatori in R.F. ed una **M.F.**= 1326KHz la reiezione della frequenza immagine è migliore di 60 dB a 30MHz e sale a oltre 75dB a 15MHz e 85 dB a 7MHz.

Anche il punto **3**) è un'altra caratteristica trascinata dagli anni '40 e mantenuta dal costruttore anche nel modello successivo E310 ma abbandonata nell'ultimo valvolare E311. La calibrazione della scala con quarzo interno a 100KHz, associata ad un sistema elettrico-meccanico di interpolazione, consente la lettura della frequenza sullo strumento del ricevitore con la risoluzione di 1KHz o migliore.

La costruzione dell'apparecchio è modulare, con l'impiego di componenti professionali ed una realizzazione meccanica al passo con la migliore tradizione tedesca.



**Fig.2 - Lettura della frequenza con strumento di interpolazione e scala tarata in KHz.**

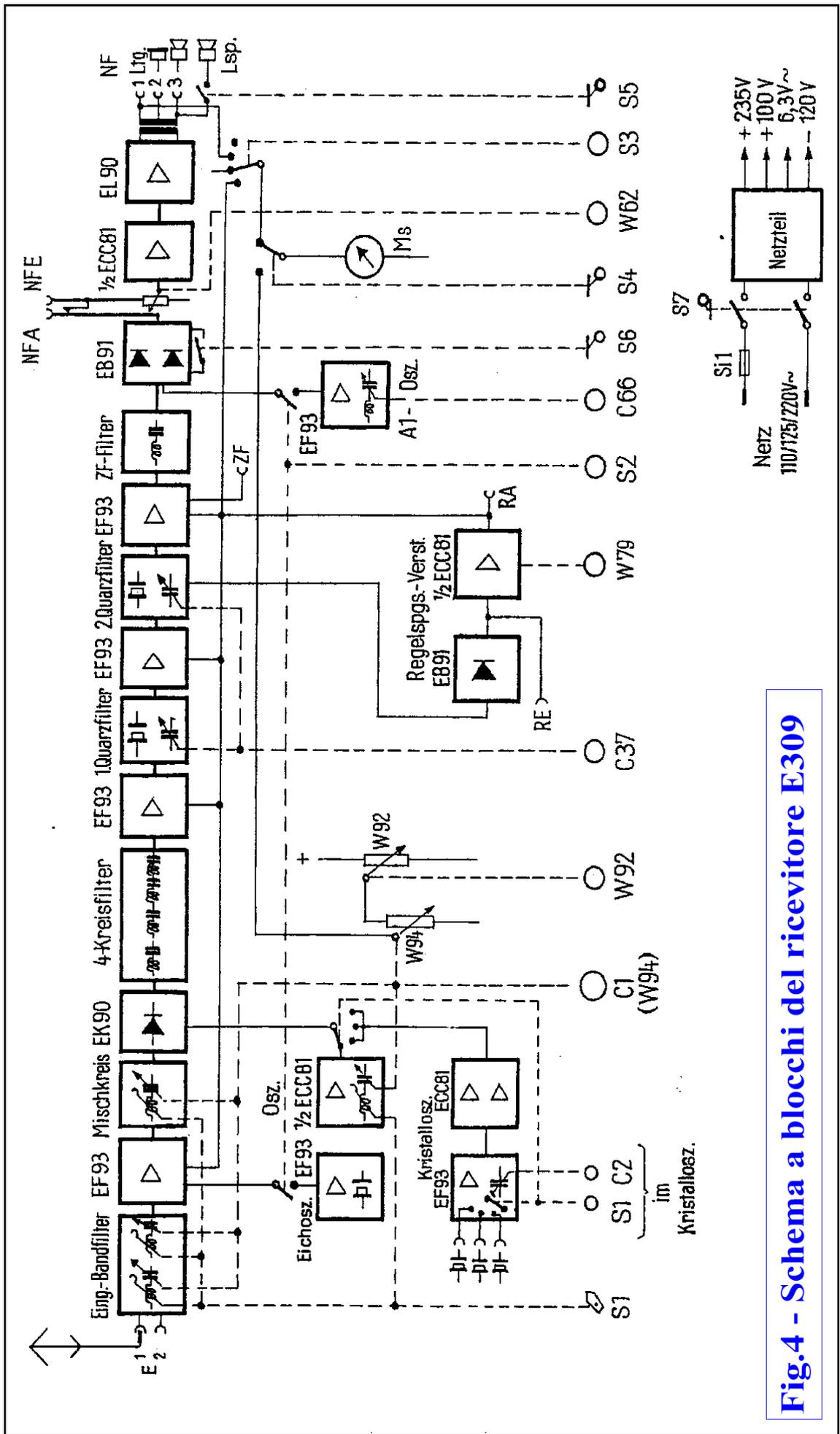


**Fig.3 - La Scala di lettura della frequenza nel ricevitore E309**

## 2 - Il Circuito

Con riferimento allo schema a blocchi di Fig.4 notiamo :

- a) Il ricevitore è a singola conversione con un solo stadio di preamplificazione **R.F.** preceduto da un preselettore a doppio risonatore e seguito da uno stadio convertitore con Media Frequenza a 1326KHz. Sono previsti 2 ingressi d'antenna: uno a bassa impedenza (50...70 Ohm) ed uno ad alta impedenza.
- b) Lo stadio mescolatore è seguito da un filtro **L-C** a 4 coppie di poli, con banda passante di circa 15KHz che protegge la catena d'amplificazione di Media Frequenza dal sovraccarico per segnali adiacenti spazati di 20KHz o più dalla frequenza centrale di ricezione.
- c) L'oscillatore locale di conversione prevede anche la possibilità commutare un banco di 3 quarzi per operare a frequenza fissa , con verniero per regolazione fine della sintonia.
- d) L'amplificatore di Media Frequenza è composto da 3 stadi. Tra il primo e secondo stadio e tra il secondo ed il terzo sono inseriti i due filtri a quarzo con banda passante regolabile con continuità.
- e) Il rivelatore per AM e CW segue il terzo stadio di amplificazione, mentre il rivelatore dell'**AGC** è connesso all'uscita del secondo stadio. In tal modo il **BFO** risulta isolato dal rivelatore **AGC** che, per fornire il livello di tensione di controllo necessario, è seguito da uno stadio di amplificazione in corrente continua.



**Fig.4 - Schema a blocchi del ricevitore E309**

Il circuito **ACG** può essere escluso ed ha due costanti di tempo in funzione del modo di ricezione selezionato: 2 secondi in A1/A2 , 0,2 secondi in A3. Il Controllo Automatico di Guadagno mantiene il livello audio d'uscita entro 6dB per una variazione del segnale d'ingresso da 5 a 100.000 microvolt.

f) Lo stadio rivelatore è seguito da un circuito limitatore di disturbi, con soglia d'intervento fissa, e dall'amplificatore audio con trasformatore in uscita per diversi livelli d'impedenza di carico. (altoparlante, cuffia, linea telefonica) V'è anche un altoparlante interno, escludibile con un interruttore.

g) Per la calibrazione in frequenza è inserito un oscillatore a quarzo a 100KHz che invia all'ingresso del ricevitore un segnale ricco di armoniche e con livello adeguato sino a 30MHz.

h) Originale è il sistema di lettura - precisa al KHz - della frequenza. **Dopo aver allineato l'indicatore bi-filare della scala con l'armonica del "marker" a 100 KHz più vicina alla frequenza di lavoro, le operazioni in sequenza sono:**

I) Col deviatore dello strumento su posizione "*Skalendehnung*" si sposta la frequenza di sintonia in corrispondenza della tacca dei 20 KHz immediatamente inferiore alla frequenza ricevuta da identificare e si pone la manopola "*Vollausschlag bei Skalendehnung*" ruotata a sinistra.

II) Si preme la manopola di sintonia per agganciare il potenziometro di calibrazione e con la manopola "*Vollausschlag bei Skalendehnung*" si regola la posizione dell'indice ad inizio scala (corrispondente a 0 KHz)

III) Si sposta la sintonia in corrispondenza della tacca dei 20 KHz immediatamente superiore alla frequenza da identificare e con la manopola "*Vollausschlag bei Skalendehnung*" si regola la posizione dell'indice dello strumento a fondo scala. (corrispondente a 20 KHz)

IV) **In tal modo, nell'intervallo tra la due tacche dei 20 KHz adiacenti, si esegue la lettura sommando alla frequenza corrispondente alla tacca dei 20 KHz inferiore il valore di interpolazione - letto direttamente in KHz - sullo strumento posizionato sul pannello del ricevitore.** Da notare che anche sulle bande più alte la scala principale dell'indicazione della frequenza (Fig.2) ha tacche spaziate di 20 KHz.

i) Lo strumento indicatore, oltre che per la lettura di frequenza, può essere commutato per l'indicazione dell'intensità del segnale ricevuto (*S-meter*) o per l'indicazione di livello del segnale audio d'uscita sulla linea a 600 Ohm.

l) Il ricevitore è predisposto sia per il funzionamento in "*diversity*" , sia in connessione ad unità ausiliaria esterna per la demodulazione SSB ed RTTY. (modi : F1,F1+A3,F6,F6+A3) Allo scopo sul retro del ricevitore vi sono:

- la connessione della linea AGC per il traffico in *diversity*,
- il connettore d'uscita del segnale di Media Frequenza prelevato dal terzo stadio,
- il terminale d'ingresso del segnale AGC per il funzionamento in SSB.

Il ricevitore copre lo spettro delle Onde Corte da 1,5...30,3MHz in 7 bande ed un'ottava gamma copre le Onde Lunghe da 0,25MHz a 0,530MHz. Interessante notare che le 4 bande superiori (da 10MHz a 30MHz ) hanno ciascuna una copertura di 5MHz: ciò al fine di mantenere una sufficiente risoluzione della scala per la lettura con la precisione di un KHz sino a 30MHz. In totale sono impiegate 14 valvole, di cui 5 doppie, ed una stabilizzatrice a scarica in gas a 100V. La stabilità in frequenza specificata è notevole, considerando che l'oscillatore di conversione non è termostato; il valore dato è di 16 p.p.m./C°. Ciò significa ad esempio che a 10MHz la deriva, dopo preriscaldamento, è contenuta entro 160Hz/C°. Alcuni criteri di progetto dell'E309 e le caratteristiche che ne derivano sono deducibili analizzando i livelli del segnale lungo la catena degli stadi - dal connettore d'antenna all'uscita audio - come illustrato in Fig.5.

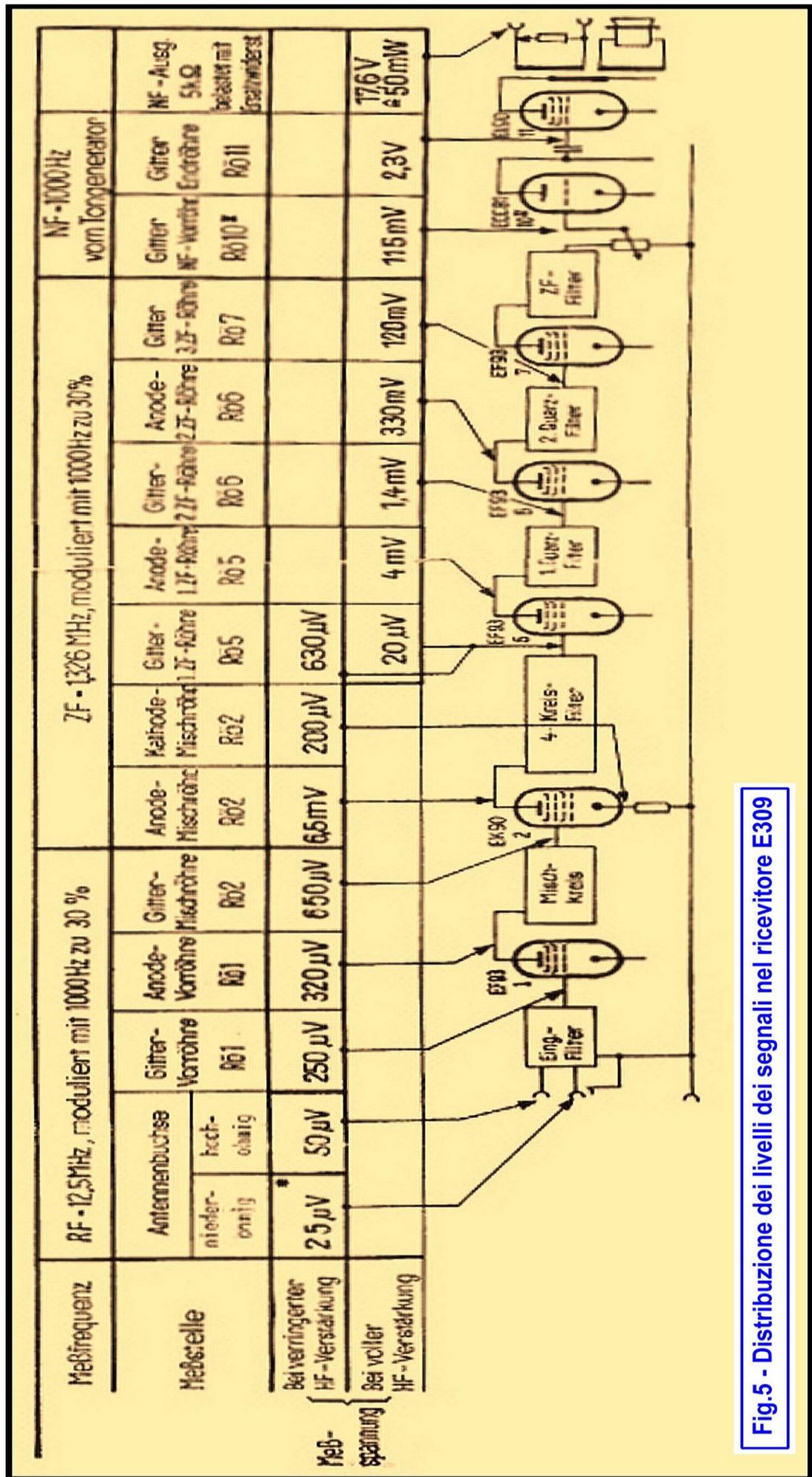


Fig.5 - Distribuzione dei livelli dei segnali nel ricevitore E309

Partendo da sinistra, la riga dei valori delle tensioni riportate dall'ingresso sino alla griglia della terza valvola (i.e. del primo stadio di Media Frequenza) sono relative al "front-end" del ricevitore nelle condizioni di guadagno **R.F.** regolato per il minimo. I valori successivi, dalla griglia del terzo tubo sino all'uscita audio, sono dati invece con guadagno **R.F.** regolato per il massimo.

### 3 - Front-end

In Fig.5 i livelli del "front-end" sono relativi ad un segnale di 25 microvolt applicato al connettore d'antenna a bassa impedenza (il costruttore indica un valore tipico di 50...75 Ohm) oppure di 50 microvolt al terminale d'ingresso ad alta impedenza. Una prima deduzione è che l'impedenza d'ingresso di quest'ultimo vale 200...300 Ohm. Una seconda deduzione è relativa al salto d'impedenza realizzato dal circuito del preselettore. Essendo la tensione alla griglia del primo stadio 10 volte superiore a quella di ingresso, trascurando le perdite di inserzione, l'impedenza di sorgente "vista" dalla EF93 vale circa 6000 Ohm: questo valore è verosimilmente prossimo alle condizioni di miglior Cifra di Rumore del pentodo utilizzato. Osserviamo che anche nelle condizioni di guadagno **R.F.** regolato al minimo, il primo stadio esibisce un guadagno di tensione di  $650/250=2,6$ , cioè 8,2 dB.

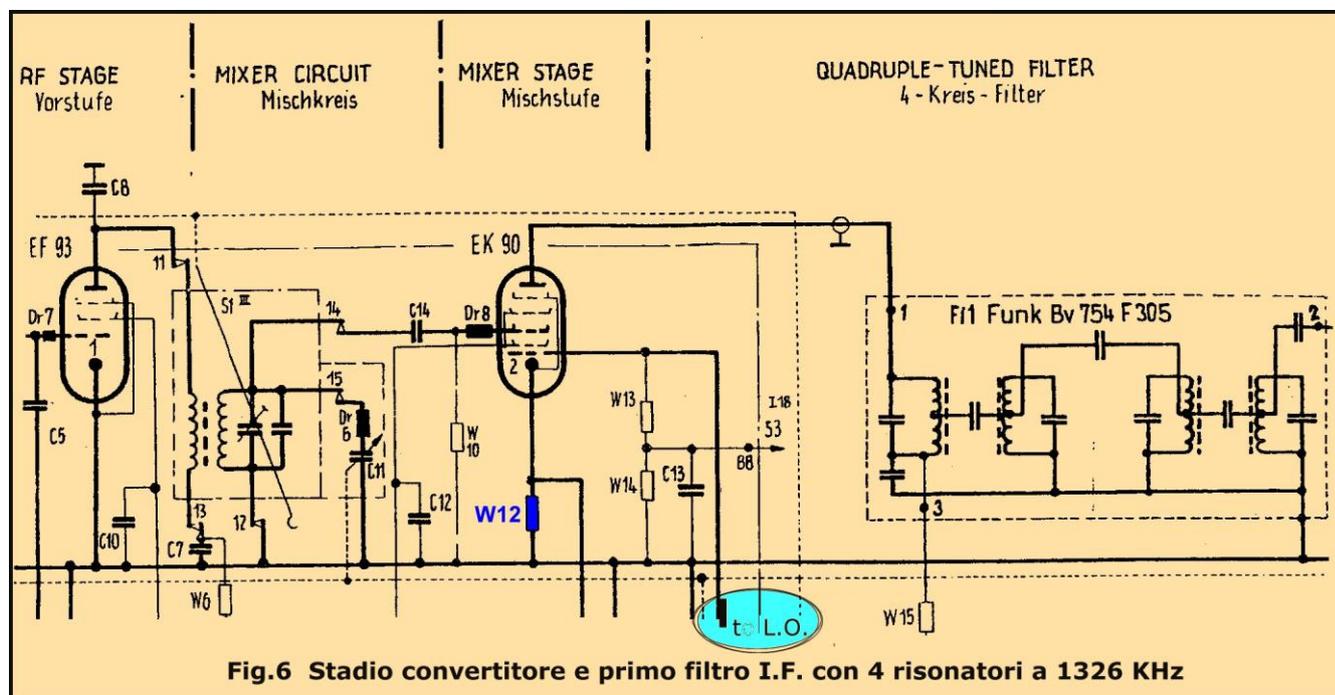


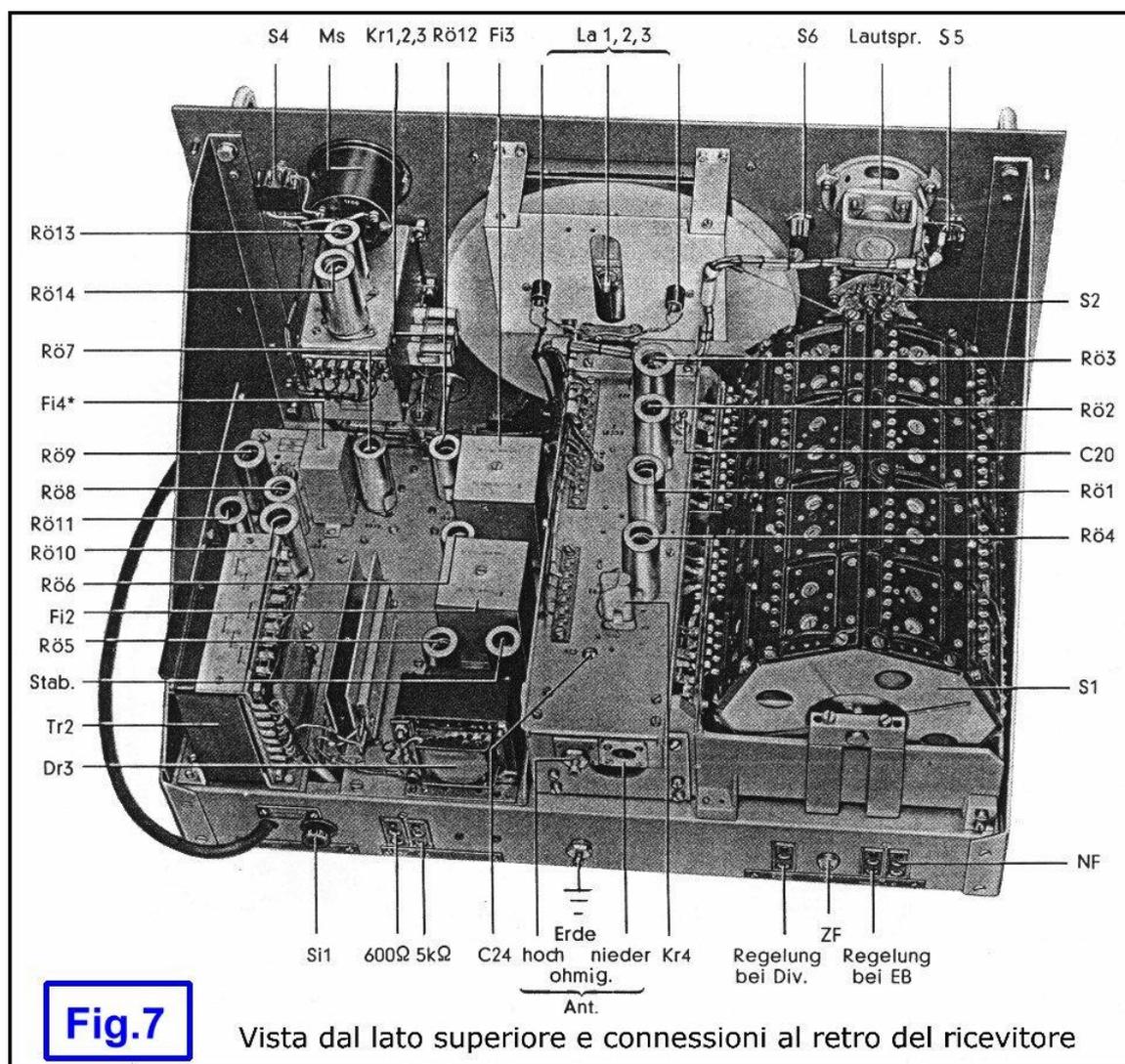
Fig.6 Stadio convertitore e primo filtro I.F. con 4 risonatori a 1326 KHz

Lo stadio convertitore invece, includendo le perdite del filtro di Media Frequenza a 4 poli, ha guadagno unitario essendo strutturato per il miglior risultato in termini di dinamica dei segnali, a scapito di altri fattori come il rapporto segnale/rumore. Dalle Fig.5 e Fig.6 osserviamo che la valvola pentagriglia utilizzata (EK90) è alimentata con il segnale **R.F.** alla griglia 3 anziché 1 ed il segnale dell'oscillatore locale è inviato alla griglia controllo anziché 3. Ovviamente la transconduttanza della griglia 3 è sensibilmente inferiore, così come risultano inferiori le prestazioni in termini di sensibilità e rapporto **S/N** di tale configurazione, ma lo stadio è in grado di accettare livelli di segnale in ingresso sensibilmente più elevati. Negli anni '50 altri costruttori hanno applicato tale soluzione per alleviare il problema della modulazione incrociata e dell'intermodulazione dovuto agli stadi mescolatori. Ad esempio la Collins Radio in tutti i ricevitori della serie 51J1...51J4 - a doppia conversione con tubi pentagriglia (6BE6) - ha adottato per il secondo mixer la medesima soluzione dell'E309. Notiamo che con soli 25 microvolt di segnale (ovvero 50 microvolt e.m.f. che valgono in unità S=8) all'ingresso del mixer abbiamo 650microvolt. Ciò significa che con un segnale di 9+40dB (e.m.f.= 10 mV) il livello sale a 130 millivolt anche con il guadagno **R.F.** regolato al minimo! L'esempio citato vale anche col segnale posizionato entro la banda passate del ricevitore ma con il controllo di guadagno **R.F.** regolato per il massimo guadagno: in tale situazione la tensione del Controllo Automatico del Guadagno, che è

applicata anche alla griglia controllo dello stadio **R.F.** , riduce il guadagno a valori prossimi a quelli indicati. Ma se il controllo del guadagno **R.F.** è regolato per il massimo ed il segnale è adiacente alla frequenza di ricezione ma fuori dalla banda passante di Media Frequenza, il guadagno del primo stadio sale di almeno 20dB. (mancando la tensione AGC) In questa ipotesi il segnale all'ingresso del *mixer* sarebbe di 1,3V ovvero 3,5 Volt picco-picco; confrontando questo valore con la caduta di tensione di autopolarizzazione ai capi di **W12** (vedere Fig.6) che vale tipicamente 1,3 V, osserviamo che già abbiamo sconfinato dai limiti di linearità. Ciò è confermato dai dati di "cross-modulazione" forniti dal costruttore:

**Con un segnale interferente modulato (m=30%) di 10mV , spaziato 20KHz da un segnale utile di 100 microvolt, il livello di modulazione incrociata e' del 10%**

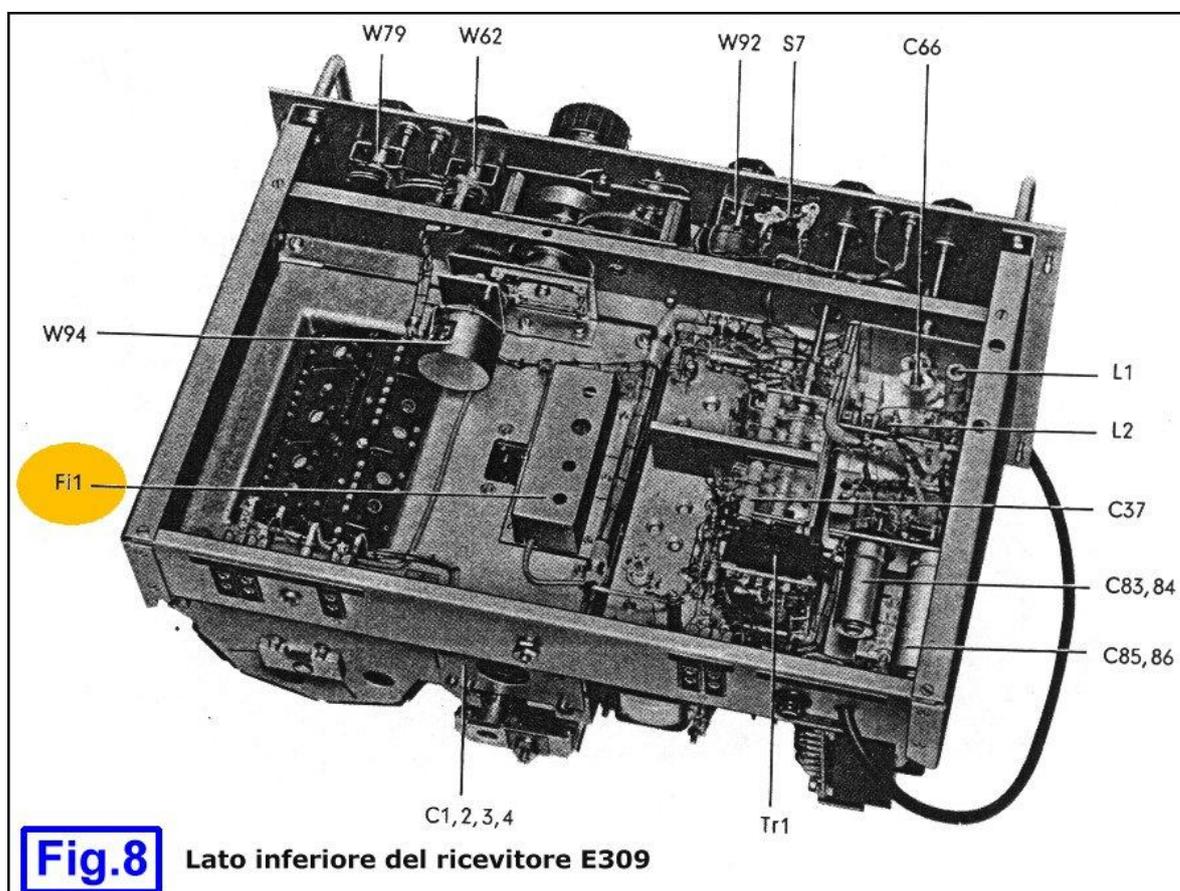
Al tempo della progettazione dell'E309 tutti i costruttori più qualificati conoscevano soluzioni alternative migliori con l'impiego di triodi, ma questi vennero utilizzati negli apparati più complessi e costosi, come fece la Collins Radio nel ricevitore modello R390/390A o ancora meglio la R&S nel famoso EK07. Con i triodi il livello delle impedenze scende notevolmente rispetto ai pentodi ed i valori ottimi per guadagno di conversione e Cifra di Rumore si riducono al salire della transconduttanza. Scendere con i livelli d'impedenza significa ridurre le tensioni dei segnali a parità di potenza. Inoltre i triodi, come la E88CC (utilizzata nell'EK 07) con transconduttanza di 11 mA/V e fattore di merito elevato, possono essere utilizzati come interruttori veloci in circuiti simmetrici e bilanciati: è solo questione di complessità e costi. In Fig.6 è illustrato il ricevitore visto dal lato superiore. Notiamo il tamburo che alloggia i risonatori ed i *trimmer* di taratura del *front-end*: questo, comandato dal commutatore di banda, ruota alloggiato in un cestello in pressofusione di lega leggera che contribuisce in modo determinante alla stabilità elettrica ed alla ripetibilità del posizionamento in frequenza col cambio banda.



L'impiego del tamburo rotante è comune a diversi ricevitori con valvole della Siemens e di altri costruttori tedeschi, rispecchiando una tradizione comune a quasi tutti gli apparati multibanda del periodo bellico, dal piccolo **Thorn e. b.** all'imponente **Anton , KW e.a.** Sul lato posteriore del modulo **R.F.** , in prossimità del quarzo a 100KHz è posizionato il trimmer (**C24**) di taratura della frequenza di calibrazione. Sul lato posteriore del telaio troviamo:

- Uscita cavo alimentazione da rete
- Terminali uscita audio per impedenze da 600 Ohm e 5 KOhm
- Terminale per antenne ad alta impedenza
- Terminale di connessione a massa
- Connettore coassiale (tipo "C") per antenne con  $Z_0=50...75$  Ohm
- Terminale per controllo del guadagno in connessione *Diversity*
- Connettore coassiale uscita segnale M.F. a 1326 KHz
- Terminale del Controllo Automatico di Guadagno con demodulatore SSB esterno
- Ingresso amplificatore audio per segnale derivato da demodulatore SSB esterno

In Fig.5 osserviamo che tra l'uscita all'anodo dello stadio convertitore e l'ingresso di griglia del primo stadio amplificatore di **M.F.** il livello della tensione del segnale è ridotto di circa 20 dB. Ciò è dovuto a 2 fattori: il salto d'impedenza e la perdita del filtro a 4 poli. Notiamo infatti che l'uscita del filtro è con una "presa" sulla bobina dell'ultimo risonatore. Circa la necessità di pilotare il primo stadio di **M.F.** con un'impedenza relativamente moderata, questa deriva ancora da due considerazioni di progetto: l'ottimizzazione del rapporto **S/N** e la necessità di contenere la dissintonia dell'ultimo risonatore del filtro per effetto della variazione dell'impedenza d'ingresso della valvola (effetto Miller) con la variazione di guadagno dovuta all'**AGC**. Notiamo infatti che il guadagno massimo vale  $4.000/20 = 200$  volte, ovvero 46dB. La sola capacità di reazione di alcuni centesimi di picofarad dovuta alla capacità "**Cg-p**" intrinseca del tubo sommata a quella associata allo zoccolo ed al cablaggio si traduce in una capacità d'ingresso variabile con il guadagno dell'ordine di alcuni picofarad.

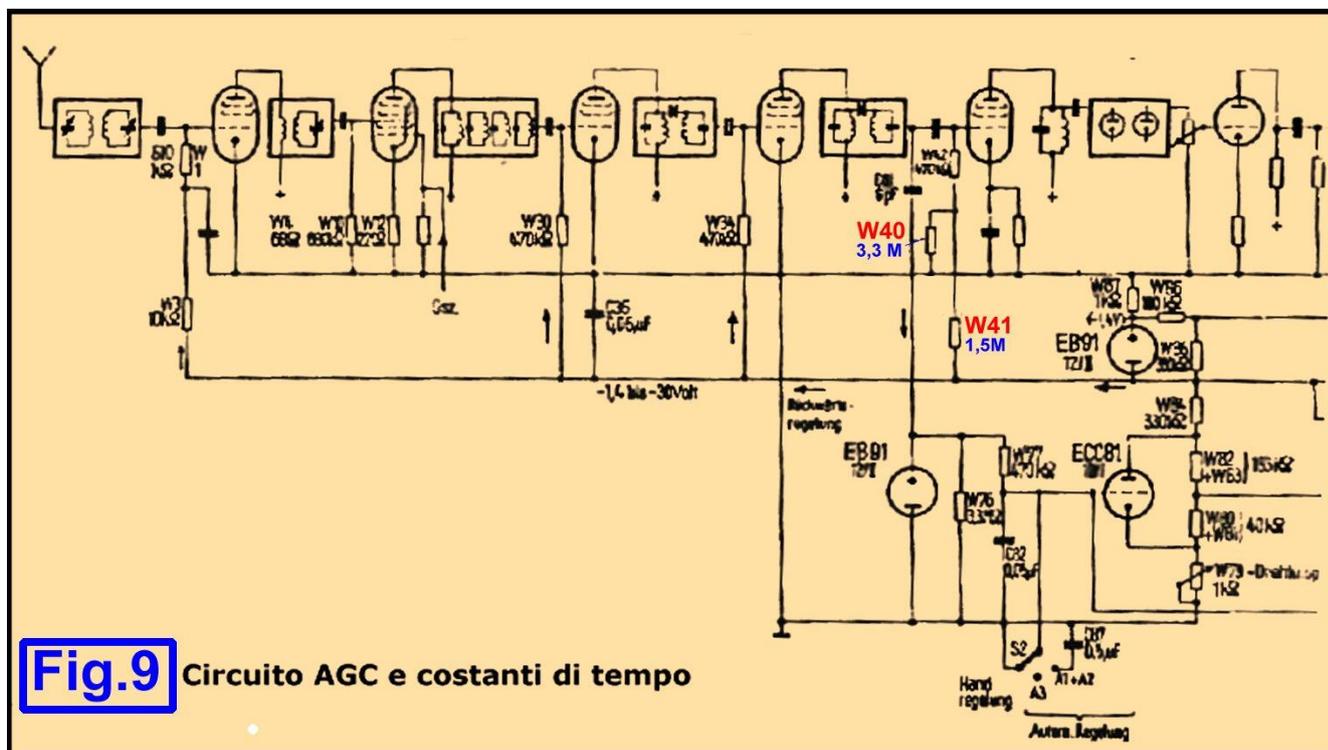


E' evidente che il primo filtro **M.F.** ("Fi1" , visibile al centro di Fig.8) è stato progettato con banda passante compatibile per la ricezione A3, cioè dei segnali in modulazione d'ampiezza. Pertanto questo filtro non protegge da sovraccarico il primo stadio di Media Frequenza quando i segnali interferenti sono all'interno della sua banda passante, anche se adiacenti a quella più stretta dei filtri a selettività variabile seguenti. Certamente questo punto era noto ai progettisti dell'E309 che hanno fatto una scelta dettata da considerazioni economiche e di equilibrio complessivo tra costi e prestazioni del ricevitore. La tecnologia del tempo consentiva infatti l'inserzione a monte della catena di **M.F.** non di un solo filtro per AM ma una combinazione di più filtri, per il traffico SSB ed RTTY (modulazione FSK con *shift* di 850Hz) e per il CW, realizzabili con risonatori a quarzo e commutabili in funzione dei modi. Ciò naturalmente mantenendo anche quelli più a valle con banda passante variabile. Questo è un punto che può essere oggetto di studio e sviluppo per coloro che, rinunciando alle caratteristiche d'origine dell'apparecchio, desiderano migliorarne le prestazioni di selettività.

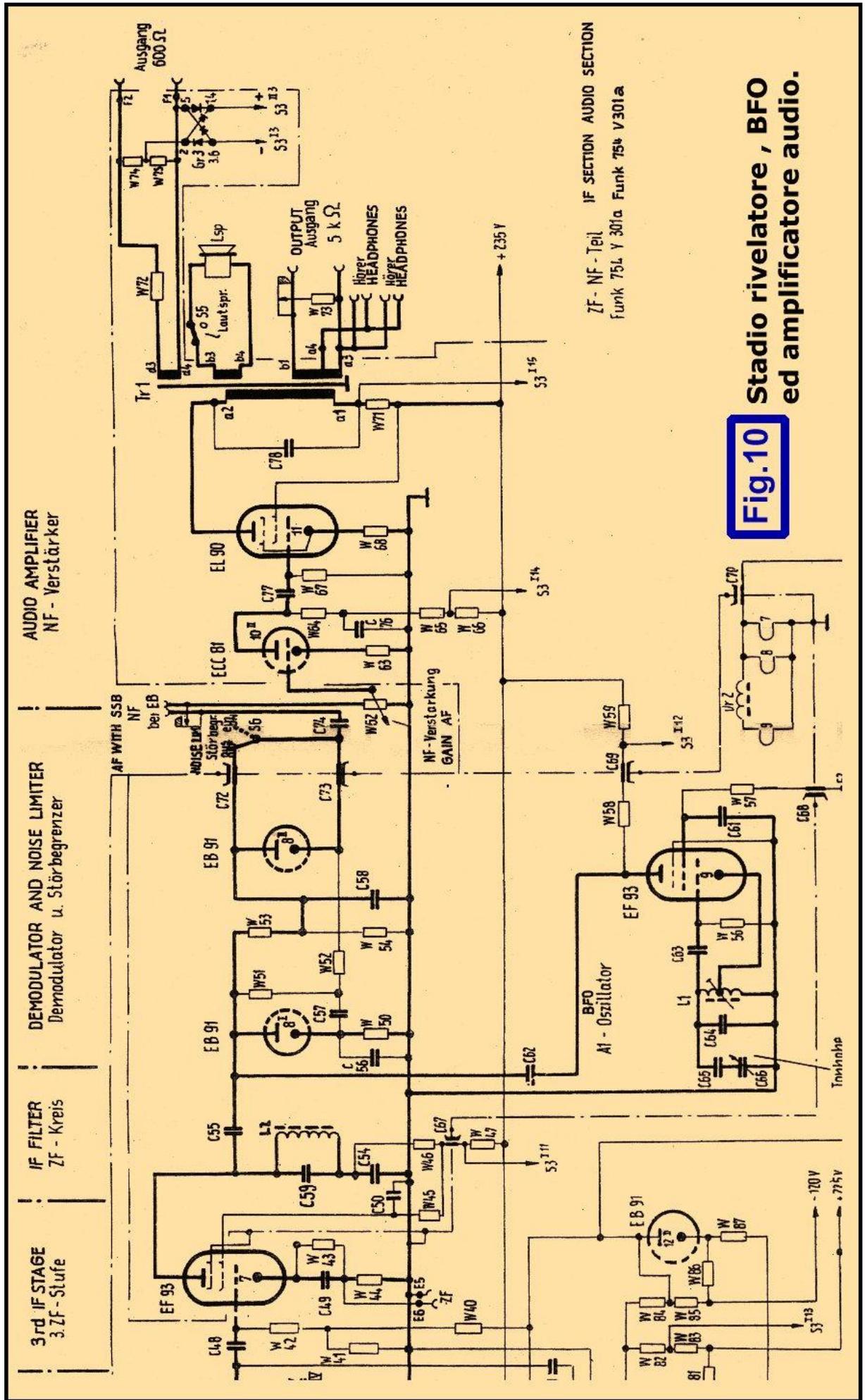
#### 4 - Amplificatore di Media Frequenza e rivelazione

Dalla Fig.5 deduciamo che il guadagno di **M.F.** - dalla griglia della prima valvola alla placca dell'ultima amplificatrice di Media Frequenza - è di 75 dB mentre il guadagno totale riferito all'ingresso d'antenna a bassa impedenza vale circa 103 dB.

Pertanto il livello d'uscita audio di 50mW ai terminali ad alta impedenza (5Kohm) è ottenuto con un segnale d'antenna inferiore ad 1 microvolt. (con segnale modulato al 30% con un tono a 1000Hz) Il terzo stadio di **M.F.** ha guadagno più basso dei 2 precedenti sia perché il circuito anodico è caricato dal diodo rivelatore, sia perché lo stadio è anche utilizzato come inseguitore catodico per l'uscita del segnale a 1326KHz. Questa uscita è prevista anche per l'impiego del demodulatore esterno per SSB (*EinsaitenBand*) che provvede anche a fornire la tensione per il Controllo Automatico di Guadagno al circuito del ricevitore. (terminale "*Regulung bei EB*" sul retro del ricevitore) Dalle Fig.9 e Fig.10 osserviamo che l'**AGC** è ottenuto con una singola tensione di controllo che pilota direttamente la griglia controllo delle EF93 di 3 stadi : amplificatore **R.F.** , primo e secondo **M.F.** ; il terzo stadio ha tensione di controllo ridotta di circa il 30 per cento a mezzo di un partitore resistivo. (W40,W41)



**Fig.9** Circuito AGC e costanti di tempo



ZF - NF - Teil IF SECTION AUDIO SECTION  
 Funk 75L Y 301a Funk 754 V301a

**Fig.10** Stadio rivelatore , BFO ed amplificatore audio.

Ciò per evitare che con segnali molto intensi l'ultima valvola che pilota il rivelatore introduca distorsione, causa il punto di lavoro prossimo all'interdizione. La tensione **AGC** è ottenuta rettificando (con una sezione EB91) il segnale **M.F.** all'uscita del secondo stadio - dopo il filtro - ed amplificando la tensione continua con un triodo.(ECC81) Alla griglia dello stesso triodo di amplificazione della tensione **AGC** è applicato anche il segnale di controllo quando è utilizzato il demodulatore esterno per SSB.

La tensione negativa di comando alle griglie controllo varia da -1,4Volt a -30 Volt. La selezione delle costanti di tempo è comandata dal selettore del modo di ricezione. Notiamo inoltre che non è inserito alcun ritardo o tensione di soglia per il controllo dello stadio amplificatore **R.F.** : ciò si traduce in un andamento non lineare del rapporto **S/N** per bassi segnali d'ingresso. Anche questo punto è una scelta di progetto, volta ad evitare il sovraccarico dello stadio convertitore: infatti il guadagno del primo stadio **R.F.** è ridotto già partendo dalla soglia di intervento dell'**AGC** a scapito di un andamento ottimale del rapporto Segnale-Rumore con l'intensità del segnale ricevuto. Per migliorare quest'ultimo parametro - senza toccare l'integrità del ricevitore - è da verificare il possibile impiego, nel solo stadio amplificatore **R.F.** , di una valvola alternativa alla EF93 ma con uguali connessioni ai piedini e caratterizzata da un diverso andamento della transconduttanza con la tensione di griglia ed una tensione di interdizione più elevata.

Al tempo della progettazione dell'E309 era disponibile da alcuni anni un tubo più recente e migliore della EF93 (che è l'equivalente della 6BA6) ma con zoccolo NOVAL: si tratta della EF805S della Telefunken utilizzata ad esempio nei ricevitori professionali della Rohde & Schwarz. E' probabile che la scelta della EF93, come per le altre valvole dell'E309 sia stata dettata dalla logica di ricorrere a valvole prodotte in grandi volumi da più costruttori. La EF93 risponde sicuramente al requisito di grande diffusione essendo stata prodotta in Europa da Philips, Siemens, Telefunken ,Valvo , Thomson , FIVRE e negli Stati Uniti da RCA , G.E. , Sylvania oltre che da altri costruttori, mentre la EF805S era un prodotto esclusivo dalla Telefunken.

Dalla Fig.10 osserviamo che l'ultimo stadio di **M.F.** ha un singolo circuito accordato in uscita cui è connesso il diodo rivelatore ed è inviato il segnale del **BFO** per la demodulazione CW o RTTY. Essendo la demodulazione del CW ottenuta per rettificazione della risultante additiva del segnale di **M.F.** e di quello dell'oscillatore di nota, l'isolamento di quest'ultimo dal rivelatore per la tensione **AGC** determina indirettamente la soglia minima di intervento che può essere imposta nel progetto del ricevitore in presenza del Controllo Automatico del Guadagno. Se l'isolamento non è buono non si può progettare il ricevitore con una soglia di intervento dell'**AGC** bassa, altrimenti il segnale del **BFO**, rientrando entro la banda passante di media frequenza darebbe luogo ad una tensione di controllo, riducendo il guadagno del ricevitore anche in assenza di segnale ricevuto. Ovviamente questo problema è tanto più gravoso da risolvere tanto più elevato è il valore della Media Frequenza.

La soluzione più efficiente (e costosa) è quella di sdoppiare - dopo i filtri che determinano la selettività del ricevitore - il canale di **M.F.** con amplificatori separati per i due rivelatori, ovvero quello del segnale ricevuto e quello del Controllo Automatico di Guadagno. Ove questa soluzione non è applicata, come ad esempio, nel ricevitore Collins 51J1...51J4, la soglia di intervento dell'**AGC** è molto alta (circa 5 microvolt in antenna) e la tensione d'uscita all'ultimo stadio di **M.F.** deve superare i 12V prima dell'intervento dell'**AGC**. In taluni ricevitori come nel famoso ricevitore Collins R390/390A con canale di media frequenza sdoppiato, è anche previsto un circuito di neutralizzazione dell'ultima valvola che precede il rivelatore cui è inviato il segnale del **BFO**. Nell'E309 invece è stato curato molto bene l'isolamento del **BFO** dagli amplificatori di **M.F.** disponendolo in uno scomparto separato e schermato curando anche le altre vie di accoppiamento indesiderate. Notiamo infatti in Fig.10 il particolare del filtro **R.F.** disposto sull'alimentazione del filamento della valvola del **BFO** (numero 9) ed il filtro RC sulla linea di alimentazione anodica.

A valle del limitatore dei disturbi con diodo EB91 ( tubo 8-II ) e prima del potenziometro di controllo del volume, è inserito l'ingresso ausiliario all'amplificatore audio per la SSB. Per la ricezione della SSB il segnale di **M.F.** in uscita dall'E309 è inviato al demodulatore esterno (Funk 144 K 101) e da quest'ultimo sono inviati al ricevitore il segnale di controllo **ACG** ed il segnale audio demodulato.

La commutazione del segnale audio è data da un contatto ausiliario dello spinotto di interconnessione. Nel mercato surplus dei nostri giorni le unità di demodulazione SSB sono molto rare, anche perché sono state prodotte in quantità limitate. Per tale motivo è descritto in questa nota un semplice circuito esterno al ricevitore che consente una buona demodulazione dei segnali SSB utilizzando il **BFO** ed

rivelatore interno del ricevitore.

Sia il primo stadio che quello d'uscita dell'amplificatore audio hanno controeazione di catodo: tuttavia il livello di distorsione non è basso, probabilmente anche per limiti dovuti al trasformatore d'uscita. (T.H.D. < 5% con uscita audio di 1,5Watt)

La banda passante audio è "telefonica" ovvero da 300 a 3000Hz ( @ -3dB), ma può essere estesa incrementando il valore di **C77** e riducendo il valore di **C78**. Quest'ultimo punto è una modifica semplice che si traduce anche in una riduzione del tasso di distorsione, apprezzabile da chi intende utilizzare l'E309 per l'ascolto delle stazioni *broadcasting* in Onde Corte.

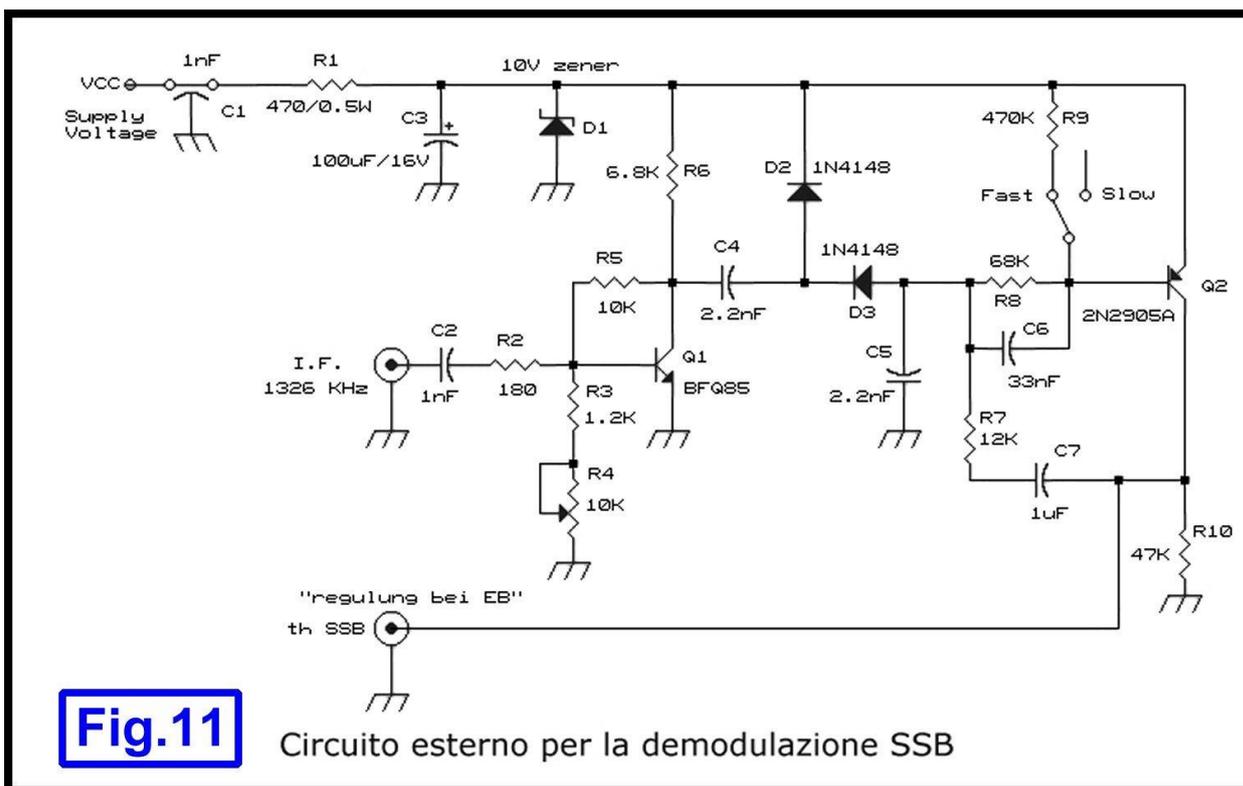
Ove si desideri ridurre ulteriormente la distorsione armonica dell'amplificatore audio si può applicare una controeazione aggiuntiva con una rete **R-C** serie interconnessa tra l'anodo della valvola finale (EL90) ed il catodo del triodo pilota (1/2 ECC81): ciò ovviamente comporta un compromesso con il guadagno complessivo.

## 5 - Circuito esterno per la demodulazione SSB

Le modifiche e gli aggiornamenti agli apparati d'epoca possono essere suddivise in 3 gruppi fondamentali:

- Modifiche reversibili o irreversibili con dati (ed anche parti) fornite dal costruttore.
- Modifiche reversibili, non specificate dal costruttore, ed applicate dall'utilizzatore.
- Modifiche irreversibili, non specificate dal costruttore, ed applicate dall'utilizzatore.

Alla prima categoria appartengono generalmente gli aggiornamenti che il prodotto subisce durante il ciclo di vita della produzione, con applicazione anche in periodi successivi al termine della stessa. Alla seconda e terza categoria appartengono gli aggiornamenti classici cui i radioamatori - da sempre - si sono dedicati. E' opinione di chi scrive che le modifiche irreversibili debbano essere assolutamente evitate poiché snaturano gli apparati d'epoca: ancorché si traducano in vantaggi o in prestazioni migliori (in molti casi discutibili o nulle) queste ne distruggono il valore storico e non solo. Con tale premessa è stato pertanto studiato un circuito esterno che consentisse la demodulazione SSB senza alcun intervento sul ricevitore. In Fig.11 è riportato lo schema elettrico del circuito sviluppato.



Ovviamente la soluzione proposta per l'E309 non è l'unica possibile: altre modifiche (alternative e reversibili) possono essere applicate intervenendo sul circuito del ricevitore ed inserite al suo interno. Ma stante l'accesso esterno alla linea di controllo **AGC** ho scelto quella più "indolore" che lascia il ricevitore nelle condizioni d'origine in tutte le sue parti.

La funzione di questo circuito è quella di aumentare lo scarto tra il livello del segnale da demodulare e quello del **BFO** che sono sommati al diodo rivelatore: in tal modo si ottiene una rivelazione con un moderato tasso di distorsione (di seconda armonica). Il circuito sviluppato pilota l'**AGC** del ricevitore con una tensione che ha tempi di salita rapidi e di rilascio lenti, quali appunto richiesti per la **SSB**. Per ottenere questo risultato il segnale di Media Frequenza - prelevato dal connettore presente su retro del ricevitore - è amplificato da un transistor (**Q1**) ed è applicato ad un rettificatore a doppia semi-onda (**D2,D3**) che pilota uno stadio integratore (**Q2**) la cui uscita è connessa alla linea **AGC**. In tal modo il circuito del Controllo Automatico di Guadagno riduce il livello del segnale inviato al rivelatore e la soglia di intervento dell'**AGC** è ridotta. Pertanto siamo in grado di ricevere i segnali **SSB** con il Guadagno **R.F.** sempre posizionato per il massimo. Naturalmente il livello audio all'uscita del rivelatore risulta ridotto ma ciò non costituisce un problema perché il livello di amplificazione audio è più che adeguato per ottenere, con margine, la piena potenza d'uscita all'altoparlante.

Da notare che, a parità di segnale d'ingresso al ricevitore, l'indicazione **R.F.** dello strumento (*S-meter*) risulta più alta perché più alta è la tensione **AGC**: per ripristinare il valore d'origine o avere una calibrazione diversa è necessario modificare, all'interno del ricevitore, il valore della resistenza "**W36**" che connette il microamperometro alla linea della tensione **AGC**. Con riferimento a Fig.10 altre osservazioni sono le seguenti :

- a) La resistenza **R4** regola il guadagno di **Q1** , e quindi la soglia di intervento. Questa regolazione è stata inserita perché il livello del segnale I.F. disponibile al connettore del ricevitore non è uguale per tutti gli esemplari ; ciò è dovuto principalmente alla inevitabile dispersione delle caratteristiche di controllo delle EF93 impiegate, oltre a quello derivante da effetti di secondo ordine.
- b) La rapidità d'intervento del circuito è assicurata dalla costante di tempo **R8-C6**.
- c) il tempo di rilascio può essere ridotto con l'inserzione di **R9**.
- d) la tensione nominale d'alimentazione è di 12 V ; l'assorbimento del circuito è di 4 mA e pertanto il circuito può essere convenientemente alimentato da batteria.
- e) per ridurre il consumo **D1-R1** può essere sostituito da un C.I. regolatore di tensione tipo L7810.
- f) In alternativa al BFQ85 possono essere impiegati i tipi: BFR90, BFG65, BFR91.

Ove si desideri ottenere un tempo di intervento più rapido è necessario ridurre il valore di **C87** (0,5uF) che è locato all'interno del ricevitore. Il circuito sviluppato è stato provato con tre E309 di provenienza diversa ottenendo risultati eccellenti in tutti i casi. Per la realizzazione non vi sono difficoltà particolari: questa può essere eseguita sia con montaggio "in aria" su un foglio di laminato metallizzato o con un circuito stampato. In entrambi i casi i laminati in resina epossidica FR4 sono adeguati.

## 6 - I concorrenti dell'E309

L'E309 è nato nel 1958 sostituendo, in casa Siemens, il bellissimo E305 che era stato progettato 7 anni prima e del quale ricalca la filosofia circuitale. (Fig.12)



In quel periodo le Onde Corte avevano ancora grande rilevanza sia sul piano commerciale che su quello strategico e molti erano i ricevitori concorrenti prodotti in Europa e negli Stati Uniti. Alcuni tra i più noti RX professionali contemporanei dell'E309 erano: R388/URR Collins, E127 Kw Telefunken, OC11 Allocchio Bacchini, RP32 Magneti Marelli, 680 Eddystone, SP600 Hammarlund, RA17 Racal, EK07 Rohde & Schwarz. Naturalmente non possiamo confrontare l'E309 con l'EK07 della R&S che è il miglior ricevitore valvolare HF in assoluto, di tutti i tempi ed a livello mondiale, anche perché il costo di questo apparecchio era ben 7 volte superiore! Ricordiamo inoltre che l'E309 è stato costruito in collaborazione con la R&S, segno inequivocabile che le due Case avevano in essere un accordo di *marketing* volto ad evitare la sovrapposizione di aree di mercato e lo sviluppo di prodotti reciprocamente concorrenti. Se limitiamo il confronto tra i ricevitori a singola conversione, l'E309 risulta il migliore tra tutti i concorrenti risultando anche superiore ad alcuni RX a doppia conversione. Il modello concorrente più diretto, in termini di prestazioni e costo d'origine, è il modello E127 Kw della Telefunken, anche perché alcune soluzioni circuitali hanno avuto denominatore comune nei laboratori di progettazione delle due Case. Ad esempio il filtro di Media Frequenza a banda passante regolabile, realizzato con due quarzi, deriva dal medesimo sviluppo condotto nei laboratori Telefunken, brevettato negli anni '30, e successivamente impiegato anche nel ricevitore E52 del periodo bellico. In fig.13 è illustrato l'E127 Kw nella versione per applicazioni civili.



**Fig.13 - Ricevitore per onde corte Telefunken modello E127 Kw**

Nel modello E127 Kw la selettività è regolata a scalini (in 4 posizioni) e non con variazione continua come nell'E309. In particolare il modello E127 Kw avendo la Media Frequenza a 525 KHz impiega un *Front-end* con 2 stadi di amplificazione R.F. e 4 circuiti risonanti al fine di garantire un valore minimo di 60 dB di reiezione immagine a 30MHz. Naturalmente il fattore di forma del filtro di Media Frequenza a 525KHz (contro 1326KHz dell'E309) risulta migliore particolarmente nelle 2 bande più strette utilizzate per il traffico in RTTY e CW. Il modello E127 Kw, nato qualche anno prima, ha avuto una grande diffusione sia in campo militare che civile ed era apprezzato per avere grande sensibilità e basso rumore, risultando tuttavia inferiore all'E309 in termini di resistenza al sovraccarico con forti segnali d'ingresso. L'E127 Kw non consente una lettura della frequenza precisa come nel E309 ed è stato uno degli ultimi modelli prodotti nei quali la lettura della frequenza è ottenuta senza strumenti di interpolazione tra due punti di calibrazione di un segnale marker a 100 KHz (errore di lettura = 5 KHz max.) Questo risultato è ottenuto con un sistema di trascinarsi della sintonia a 2 velocità realizzato con ingranaggi a recupero di gioco: tirando la manopola di sintonia si passa da un rapporto di trasmissione di 4:1 ad uno 110:1 che consente un movimento molto dolce e preciso. A confronto con altri RX con Oscillatore Locale libero l'E309 ha prestazioni di stabilità in frequenza decisamente superiori: la compensazione in temperatura dell'O.L. è un altro punto di forza non solo nel confronto con i prodotti europei, ma anche con tutti i prodotti d'oltre Oceano. Anche la realizzazione elettrica e meccanica dell'E309 è un elemento di distinzione a partire da una disposizione ordinata dei componenti e del cablaggio, rispecchiando in ciò la grande tradizione e gli elevati standard qualitativi della Siemens nel settore della telefonia.

## 7 - L'E309 oggi

L'E309 oggi non ha solo un valore storico per il collezionista ma anche di impiego pratico per altri settori di appassionati. E' un buon ricevitore per gli SWL ed il fatto di avere un ingresso d'antenna ad alta impedenza consente una ricezione decorosa anche con antenne filari molto corte e senza l'impiego

di accordatori. L'ascolto delle stazioni *broadcasting*, anche in Onde Lunghe, è piacevole potendo regolare la banda passante a valori consoni per una buona riproduzione dei toni alti e con modesta distorsione. E' un ricevitore d'interesse per i cultori delle apparecchiature d'epoca che intendono utilizzarle correntemente anche ai nostri giorni. La costruzione del semplice modulo descritto per la ricezione SSB consente infatti di ricevere agevolmente le emissioni in banda laterale unica: la buona stabilità in frequenza sul breve periodo, pur con Oscillatore Locale libero, è una caratteristica che sorprende piacevolmente chi l'impiega per la prima volta. E' anche un ricevitore adatto per i cultori della Modulazione d'Ampiezza che in USA già contano una nutrita schiera e che - con la propagazione aperta - si possono ascoltare anche a casa nostra intorno a 29.100 KHz, ovvero nel segmento dei 10 metri pianificato per questo tipo di traffico radiantistico. L'E309 come gli altri protagonisti del suo tempo è un apparecchio costruito per durare, con componenti professionali. E' un apparecchio sempre riparabile oggi come fra altri 50 anni - se ve ne sarà bisogno - allorquando funzionerà altrettanto bene, come appena uscito dalla linea di produzione.

Tutte le parti dell'apparecchio sono facilmente accessibili e la taratura può essere eseguita anche senza disporre di costosa strumentazione. Non possiamo fare la medesima affermazione per gli apparecchi d'oggi, siano questi radiantistici o professionali: anche prima dei 50 anni di vita in molti casi saranno elettricamente morti, e non avremo - per una serie di motivi diversi - la possibilità di ripararli o di farli riparare. La disponibilità dell'E309 in Italia è ancora oggi buona ed a prezzi accessibili. La quasi totalità degli apparecchi deriva dalle dismissioni della **Bundeswehr** e della **Bundespost**.

I primi esemplari sono giunti nel nostro paese a metà anni '80: in tempi successivi grossi quantitativi sono stati resi disponibili dopo la caduta del muro di Berlino. I prezzi trattati all'inizio 2004 vanno da un minimo di 250 Euro per gli esemplari con piccoli problemi di funzionamento e/o più rovinati e usurati (pannello, manopole o scala con graffi, parte meccanica con piccoli problemi, tracce d'ossidazione sul telaio e le parti interne etc.) sino a circa 500 Euro per gli esemplari praticamente nuovi: esteticamente, meccanicamente ed elettricamente perfetti, ovvero con la terminologia USA corrente "*Mint conditions*".

Con poca spesa possiamo quindi ancora divertirci riscoprendo questo bel ricevitore. Personalmente mi sono appassionato nello studiarne, anche se superficialmente, i difetti e le virtù e pertanto invito altri divertirsi facendomi compagnia ovvero...

*Viel Spass beim Stöbern zusammen !*

**Gianfranco Sabbadini - I2SG**

## **Bibliografia**

- 1) "**Electro-mechanical transducers and Wave filters**" W.P. Mason - 2nd Edition  
D.Van Nostrand Company Inc.
- 2) "**Die deutschen Funknachrichtenanlagen bis 1945**"  
(Band 2 : Der zweite Weltkrieg) - Friz Trenkle -  
Telefunken Systemtechnik GmbH - Ulm - 1990
- 3) "**KurzWellen Empfänger Funk 745 E 309 a,b**" Siemens & Halske
- 4) "**Receivers past & present**" Fred Osterman -Universal Radio Research
- 5) "**Communications Receivers**" U.Rohde - McGraw-Hill
- 6) "**Frequency Filter Methods**" T. Laurent - John Wiley & Sons