

Leonardo Mureddu

Radio a Transistor!

CLASSIFICAZIONE, TECNICA,
RESTAURO DEI RICEVITORI
D'EPOCA A TRANSISTOR
CON ESPERIMENTI

- **PETITESONDES** -



Introduzione

Fino a pochi anni fa, la radio a transistor era generalmente considerata niente altro che un oggetto di consumo, economico e utile, alla stregua di un qualunque piccolo elettrodomestico, dallo spazzolino elettrico al frullatore. Una vecchia radio non era altro che una vecchia radio: inutile perché rotta o sorpassata, non certo bella da conservare o esporre in salotto. Certo, c'erano i grossi ricevitori "transoceanici", quelli che erano costati molti soldi, che meritavano di essere tenuti con cura e riparati quando si guastavano. Le altre radioline, con le loro scatolette di plastica di vario colore ormai rotte, con le custodie in pelle sdrucita e gli auricolari mai utilizzati finivano senza pietà nella spazzatura o sul fondo di qualche cassetto.

Non sto parlando di un tempo remoto, ma di meno di dieci anni fa, quando ancora parlare di "radio da collezione" significava esclusivamente "radio a valvole". Poi, come sempre succede, è cominciato il risveglio, l'interesse e la rivalutazione spesso esagerata. Oggi le poche radio a transistor che si trovano nei mercatini, oltre a non essere quasi mai di gran pregio vengono pure offerte a prezzi esorbitanti: insomma siamo nel pieno dell'onda lunga del collezionismo di radio a transistor. Fioriscono riviste specializzate, siti internet, aste online dedicate a questi oggetti da pochi soldi. Nasce un nuovo interesse per la storia, la tecnica, il design. Ci si accorge tutto a un tratto che anche l'era della radio a transistor è finita, insieme a tante altre ere tecnologiche, e che vale la pena conservare e tramandare, se possiamo, qualche esempio di questa epoca.

L'epoca in questione va dalla seconda metà degli anni '50, quando le prime radio AM a transistor si affacciarono sul mercato mondiale, alla fine degli anni '70, quando la ricezione FM stereo è diventata comune anche per le piccole radio-walkman da passeggio. Poco più di venti anni nei quali il transistor è diventato, da semplice oggetto di curiosità tecnologica, padrone assoluto e incontrastato della tecnologia.



Questo libro si propone di fornire al collezionista e all'amatore della radio a transistor quegli strumenti che gli permettano di comprendere le semplici tecniche elettroniche che stanno alla base del funzionamento di una radio, sia per poter meglio valutare e datare gli apparecchi della sua collezione, sia per poter all'occorrenza rimetterli in funzione.

*I **primi due capitoli** affrontano brevemente la storia, il design e il collezionismo delle radio a transistor, con numerosi esempi e fotografie.*

*La trattazione tecnica parte dal **capitolo 3**, con un'introduzione al funzionamento del transistor. I **capitoli 4, 5, 6 e 7** affrontano l'esame dei circuiti a transistor, dagli amplificatori ai ricevitori AM ed FM., compresi i circuiti di alimentazione. Ogni argomento viene trattato con numerosi esempi e senza eccessivi appesantimenti teorici, in modo da non spaventare il meno esperto.*

*I **capitoli 8 e 9** sono dedicati alla ricerca dei guasti e alla taratura e messa a punto dei ricevitori. Operazioni eseguibili anche da parte di chi non possiede un laboratorio particolarmente attrezzato, né una grande esperienza in elettronica. Alla pulizia e riparazione dei mobiletti, con qualche piccolo trucco per risolvere alcuni tipici problemi, è dedicato il **capitolo 10**.*

*Coloro che vogliono sperimentare con semplici circuiti a transistor, dall'amplificatore all'oscillatore, fino a un piccolo trasmettitore per onde medie, troveranno qualche idea nel **capitolo 11**.*

*Infine il **capitolo 12** è dedicato alla costruzione di ricevitori facili da realizzare e dal sicuro funzionamento, dedicati a coloro che ancora una volta vorranno provare l'ebbrezza di ricevere e ascoltare la radio con un circuito costruito da sé.*

1 Cenni storici

**No finer gift
For CHRISTMAS
than the**

Regency

**ALL TRANSISTOR
POCKET RADIO**
(USES NO TUBES)

*Enjoy news, sports, music and other entertainment
— anywhere — with the beautifully engineered
REGENCY, WORLD'S SMALLEST STANDARD
RADIO (only 3" x 5" x 1¼" — only 12 ounces).*



Fig. 1 – Natale 1954. Viene lanciata in Usa la prima radio a transistor

A oltre cinquanta anni dalla sua prima realizzazione commerciale, la radio a transistor entra a buon diritto nel mondo della radio d'epoca. È del 1954, infatti, la commercializzazione del primo apparecchio ricevente interamente a transistori, il famoso **Regency TRI** di produzione americana, che batté di misura la concorrenza giapponese, allora rappresentata principalmente dalla emergente *Sony*. Potremmo quasi dire che la storia della radio riparte inaspettatamente da zero nel 1954, grazie al nuovo, rivoluzionario dispositivo inventato solo pochi anni prima nei laboratori della Bell Telephones. Ciò che ai primi del '900 si realizzava con rivelatori a cristallo (Fig. 2), elettrolitici o magnetici, triodi a vuoto dal funzionamento ancora incerto e bobine di filo dalle forme affascinanti, negli anni '50 viene reinventato in termini di transistori, trasformatori su ferrite e componenti miniaturizzati. Ecco le parole magiche: “stato solido” e “miniaturizzazione”. La prima indica la tecnologia dei dispositivi a semiconduttore, la seconda, conseguenza immediata della prima, indica l'affascinante possibilità di ridurre le dimensioni di qualunque dispositivo elettronico non dovendo più fare i conti con le ingombranti valvole e i loro dispendiosi sistemi di alimentazione.



"Mary, Harding's Elected!"

Fig. 2 - Un'immagine romantica del secolo scorso: ascolto con la radio a galena nei primi anni '20

L'idea di poter costruire un ricevitore completo che potesse stare, batterie comprese, nel taschino piccolo di una giacca, o addirittura in un orologio da polso, spinse le industrie a uno sforzo di riconversione che lasciò sul terreno non poche vittime, e fece affacciare sul mercato giovani aziende create apposta da parte di imprenditori lungimiranti. Tra queste aziende e tra questi imprenditori una buona parte la fecero le giovani industrie giapponesi, che si trovarono al posto giusto e al momento giusto per sfruttare l'ondata di rinnovamento politico ed economico del dopoguerra e conquistare stabilmente una grande porzione del mercato dell'elettronica di consumo basata sul transistor. Naturalmente anche l'America del Nord, patria della nuova tecnologia, ebbe una parte rilevante nei primi anni della radio a transistor, mentre l'Europa impiegò un tempo maggiore per mettersi al passo, o forse non ebbe imprenditori abbastanza lungimiranti da lanciarsi con la dovuta energia nel nuovo business. Fatto sta che, proprio nei primi anni del transistor, l'Europa fu letteralmente invasa da radioline giapponesi e da apparecchi americani di classe più elevata, mentre le industrie locali continuavano, almeno in Italia, a produrre le radio a valvole secondo la tradizione ormai consolidata. Il ricorso all'importazione dai paesi orientali per far fronte a una richiesta e ad una curiosità crescente è in qualche misura responsabile del fatto che la radio a transistor sia stata relegata nei primi anni ad un ruolo di semplice "curiosità", di oggetto simpatico, anche costoso ma non abbastanza affidabile da poter sostituire l'apparecchio di casa, col suo bel mobile di legno e le sue belle valvole calde e luminose.



Fig. 3 – Una bella donna con una piccola meraviglia tecnologica!

Coloro che hanno l'età per ricordare quegli anni, memorabili anche per tanti altri motivi, non possono certamente dimenticare il primo "contatto" con uno di quei curiosi oggetti variopinti, allora chiamati affettuosamente "radioline a transistor" o semplicemente "transistor", scatolette di plastica abbellite da qualche fregio cromato e racchiuse in una lussuosa custodia in cuoio, che col loro peso di poche decine di grammi erano in grado di sintonizzarsi con precisione su tante stazioni, riproducendo voci e suoni potenti, benché un tantino gracchianti, senza diventare neppure leggermente tiepide, ma diffondendo quel "profumo" di elettronica che ci sarebbe diventato in seguito tanto familiare. A fianco ai "transistor" tascabili, poi, c'erano – o arrivarono subito dopo – i "transistor" portatili, col mobiletto in legno rivestito in tela plastificata o "vinilpelle", provvisti di antenna telescopica e maniglia per il trasporto, che con le loro pile a lunga durata e un altoparlante di grande diametro assicuravano un suono di buona qualità, quasi comparabile con quello delle agguerrite concorrenti a valvole. Iniziò così una guerra, destinata a protrarsi per oltre un decennio, nella quale ogni giorno la nuova tecnologia rubava terreno alla vecchia, fino a soppiantarla del tutto e a renderla obsoleta e inutile. Qualcosa del genere capiterà tante altre volte negli anni a seguire, sempre a causa del transistor, che sotto altra veste cause-

rà dapprima la “morte” delle calcolatrici meccaniche, e successivamente quella delle gloriose macchine da scrivere, col conseguente crollo finanziario di numerose aziende storiche che basavano i loro affari sulla meccanica di precisione e non ebbero la prontezza di riconvertirsi.



Fig. 4 – “Nasce la radio senza valvole...” - 1954

La radio fu la prima ad arrivare, in questa invasione dell’elettronica “solid state”, per una accurata scelta di marketing ed anche grazie alla sua intrinseca semplicità, che ne rese possibile la realizzazione malgrado la tecnologia del transistor in quegli anni fosse ben lungi dall’essere matura. Il transistor (o “transistore” come si pretendeva che si dovesse pronunciare in italiano) dei primi anni era un dispositivo dal funzionamento ancora incerto e dalle caratteristiche ampiamente variabili anche tra individui dello stesso tipo e marca, al contrario delle valvole che dopo la Seconda Guerra Mondiale avevano raggiunto livelli altissimi di qualità, precisione meccanica e affidabilità, tanto da consentire ai progettisti la realizzazione di dispositivi elettronici in ogni campo di frequenza, dalla corrente continua fino alle microonde, e in ogni campo della tecnologia, dalla radio al calcolatore elettronico fino alle applicazioni aeronautiche e alle prime avventure spaziali. E anche per quanto riguarda le dimensioni, le minuscole valvole “subminiatura” e le sfortunate “nuvistor” degli anni ’50 non ave-

vano niente da invidiare ai primi, goffi transistor, offrendo inoltre una affidabilità di funzionamento tale da renderle preferibili per alcuni anni nelle applicazioni più delicate, come gli apparecchi di ausilio medicale e nelle apparecchiature militari e industriali. Dunque la “radiolina a transistor” fu il primo vero banco di prova commerciale per i nuovi dispositivi, favorendo un primo salutare impulso per la produzione di massa ed il conseguente calo dei prezzi, dapprincipio proibitivi.

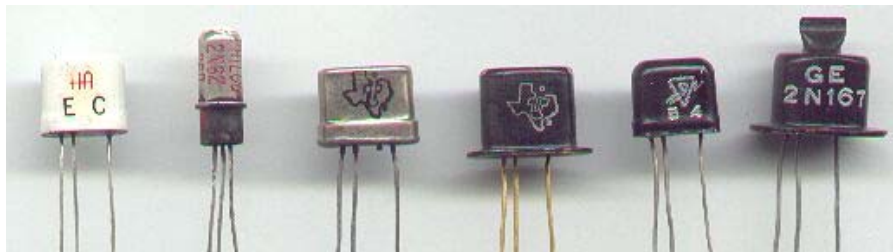


Fig. 5 – Vari tipi di transistor al germanio della prima generazione

Il capostipite della sterminata famiglia dei transistor dei nostri giorni, sicuri, affidabili, economici e riproducibili in milioni di esemplari su un unico “chip” di silicio, era un oggetto assai delicato, costituito da una piastrina di germanio su cui poggiavano due sottilissimi fili metallici. La produzione di questi dispositivi era quasi completamente artigianale, e la sua stessa costituzione li rendeva delicati, facili da distruggere in seguito a un urto o ad un semplice aumento di temperatura. Si pensi che bastava la temperatura di 65°, facilmente raggiungibile durante una saldatura, per distruggere un transistor al germanio durante il suo montaggio in un circuito, e che con soli 50° durante il funzionamento la resistenza interna del transistor diventava abbastanza bassa da causarne l’autodistruzione. Questi dati possono spiegare come mai le grandi Case produttrici di apparecchiature radio (RCA, Sylvania, Philips...) fossero tanto restie, pur conoscendo le potenzialità del dispositivo, ad avventurarsi nella produzione di apparecchi commerciali a transistor.

1.1 La radio portatile prima del transistor

I ricevitori portatili sono praticamente sempre esistiti, fin dai primi giorni della radio. Anche l’alimentazione a pile non era certo una novità ai tempi dei primi transistor, anzi la storia della radio ricorda numerosi esempi di apparecchi alimentati a pile o a batterie, vuoi per sopperire alla mancanza della rete elettrica, vuoi per preservare appunto la portatilità. Il problema, nell’alimentazione delle valvole, è che sono necessarie diverse batterie, che forniscano tensioni

basse per l'accensione dei filamenti e tensioni alte per l'alimentazione anodica. In definitiva il consumo elettrico di un apparecchio a valvole è sempre piuttosto alto, e di conseguenza l'autonomia dell'alimentazione a pile è decisamente scarsa. Ciò non ostante, con la fine della Seconda Guerra Mondiale vennero messe in produzione delle valvole a bassissimo consumo e dal minimo ingombro, che resero possibile la realizzazione di apparecchi riceventi veramente piccoli, leggeri e portatili (Fig. 6).



Fig. 6 – Apparecchio portatile a valvole miniatura, con alimentazione a pile (1953)

Questi apparecchi necessitavano di due pile: una da 1,5V per l'alimentazione dei filamenti ed una da 67,5 o 90V per l'anodica. L'autonomia era di dieci ore o poco più, ma il peso complessivo e le dimensioni dell'apparecchio erano veramente limitati, ed inoltre in molti casi era possibile alimentare l'apparecchio direttamente dalla rete luce quando era presente. I portatili a valvole ebbero un discreto successo, e furono prodotti e commercializzati da quasi tutti i grandi produttori. Con l'avvento dei transistor, per alcuni anni la produzione dei portatili a valvole proseguì, in quanto al momento dell'acquisto erano più economici degli equivalenti ricevitori a transistor, e inoltre permettevano l'ascolto delle onde corte, cosa che per un certo tempo non fu possibile con i ricevitori a "stato solido" a causa delle limitazioni dei transistor della prima generazione.



Fig. 7 – Grundig “Transistor Boy” (1958), raro esempio di radio a tecnologia ibrida con valvole e transistor. I transistor erano usati nello stadio finale

Fu così che, proprio negli anni dell’esplosione della radio a transistor, la radio a valvole tenne il mercato come concorrente diretta, con apparecchi piccoli e dai design accattivanti, che in molti casi ancora oggi potrebbero venir facilmente scambiati per radio a transistor. Questa coesistenza durò pochi anni, ma abbastanza da far fiorire una vasta produzione di modelli di varie foggie, colori e dimensioni, che oggi rappresentano il fiore all’occhiello di molte collezioni.

Ancora più breve fu la vita degli apparecchi “ibridi”, realizzati mediante valvole e transistor insieme (valvole nei circuiti ad alta frequenza, transistor negli stadi finali), quasi sempre destinati alle autoradio.

1.2 Nascita del transistor

Il transistor nasce in America alla fine del 1947, frutto di una lunga ricerca condotta presso i Bell Laboratories da Shockley, Bardeen e Brattain, che per questo risultato riceveranno il premio Nobel nel 1956.

La storia comincia negli anni precedenti la II Guerra Mondiale, quando alcuni ricercatori, studiando le caratteristiche del silicio scoprirono l’esistenza in natura di due diversi tipi di semiconduttore, quello di tipo “N” e quello di tipo “P”, a seconda di certe impurezze contenute nel reticolo cristallino.



Fig. 8 – Questo è l’aspetto del primo transistor, usato dagli inventori per una storica dimostrazione presso i Bell Labs il 23 dicembre 1947

Le impurezze favorivano, in diverso modo, la conduzione elettrica, che nel semiconduttore puro era quasi completamente assente. Qualcuno intuì che questa ricerca avrebbe potuto condurre a utili applicazioni, tanto che il giovane ricercatore William Shockley ebbe a dichiarare nel 1939: *“Sono certo che un amplificatore che faccia uso di semiconduttori al posto dei tubi a vuoto sia in linea di principio possibile”*.

Sfortunatamente la guerra interruppe le ricerche in questo settore, ma portò ad alcuni importanti progressi nella costruzione dei diodi al silicio, utilizzati per esigenze radar, che comunque venivano realizzati senza che se ne conoscesse il funzionamento.

Fu solo nel 1945 che venne ristabilito presso i Bell Labs un gruppo di lavoro sui semiconduttori, sotto la direzione di Shockley. Nei due frenetici anni successivi il gruppo concentrò le sue ricerche sul germanio, invece del silicio utilizzato prima della guerra. La scoperta chiave fu quella, nota con il nome di *“esperienza di Haynes e Shockley”* che portò quasi casualmente all’invenzione del dispositivo. La ricerca mirava a valutare la velocità di spostamento (drift) delle cariche in una piastrina di Ge. Le cariche venivano iniettate su una piastrina di *“base”* attraverso un elettrodo *“iniettore”* e venivano raccolte attraverso un secondo elettrodo *“collettore”* posto a distanza variabile dal primo. Ciò che si vide fu che, quando la distanza tra emettitore e collettore veniva enormemente ridotta, il segnale sul collettore era più ampio di quello iniettato. Questo era un risultato inaspettato, e poteva essere spiegato solo in termini di *“amplificazione”*. Il 23 dicembre 1947 i ricercatori coinvolti nell’esperimento poterono pre-

sentare al mondo intero un dispositivo amplificatore completamente nuovo, nella forma di un antiestetico intreccio di fili montati su un supporto di plexiglas (Fig. 8).

Il nome *transistor* (combinazione di TRANSconductance varISTOR) fu suggerito da un altro ingegnere dei Bell Labs, rispondendo ad un questionario fatto circolare internamente.

Il primo transistor (detto anche “triodo a stato solido”), è un diretto discendente del diodo a semiconduttore, a sua volta derivato dai classici rivelatori a galena conosciuti fin dai primi anni del secolo scorso. Il diodo a cristallo è basato su un pezzetto di cristallo di germanio su una superficie del quale viene collegato un conduttore (terminale di catodo), mentre sull’altra superficie viene realizzato un contatto a “baffo di gatto” con un filo sottilissimo (terminale di anodo), realizzando così una “giunzione” dalle proprietà rettificatrici per la corrente elettrica. La corrente può fluire con facilità dall’anodo verso il catodo, ma non viceversa.

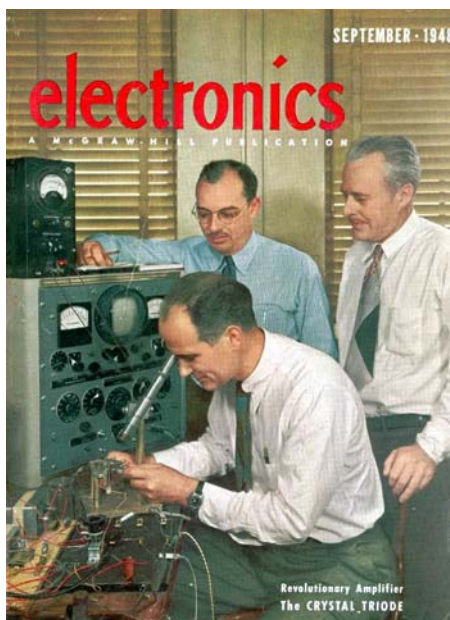


Fig. 9 – I tre inventori del transistor (il “triodo a cristallo”) ritratti per una copertina della celebre rivista “Electronics”

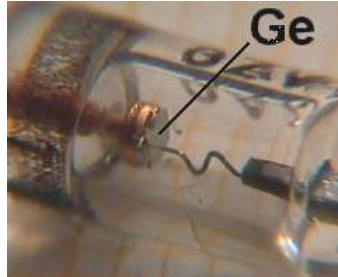


Fig. 10 – Particolare di un diodo al germanio a “punta di contatto, utilizzato per la rivelazione di piccolo segnali

Il transistor originale a *punte di contatto* era basato su una tecnologia simile; consisteva in una piastrina di germanio, detta **base**, a una faccia della quale era connesso un elettrodo, mentre sull'altra faccia erano poggiati altri due sottili elettrodi a punta: uno era detto **emettitore** (o anche “emittore” dall'inglese *emitter*), l'altro **collettore**. In questo modo si avevano due punti di contatto, quello tra base ed emettitore e quello tra base e collettore. Vedremo in seguito in quali condizioni e con quali limiti questa configurazione è in grado di amplificare un segnale elettrico. Il ben noto simbolo grafico del transistor deve la sua origine proprio alla configurazione iniziale.

1.3 L'avventura della Regency TR-1



Le caratteristiche dei primi transistor non erano certo entusiasmanti: il coefficiente di amplificazione era piuttosto scarso, il comportamento alle alte frequenze largamente deludente, e l'affidabilità complessiva lasciava molto a desiderare. Ciononostante, le grandi industrie cominciarono quasi immediatamente la produzione di proprie serie di transistor, soprattutto in vista di applicazioni particolari, in cui la miniaturizzazione e il basso consumo fossero elementi determinanti per il progetto. Dunque all'inizio degli anni '50 del secolo scorso, le principali aziende americane già attive nel campo dei tubi elettronici (RCA, Sylvania, Raytheon.), mantenevano una linea di produzione di dispositivi a semiconduttore, senza peraltro "spingere" troppo, e senza inserirli in prodotti di largo consumo, soprattutto per evitare di rischiare sulla propria immagine.

L'unica tra le grandi industrie a lavorare seriamente ad una applicazione che favorisse il lancio commerciale del transistor era la Texas Instruments (**TI**), azienda leader nel settore dei semiconduttori. Di fatto già nel 1953 gli ingegneri della TI avevano messo a punto un progetto di ricevitore tascabile interamente a transistor. I prototipi, pur perfettamente funzionanti, denotavano però alcuni problemi dovuti alla necessità di selezionare i transistor da installare in ciascuno stadio, a causa dell'alta variabilità delle caratteristiche di ciascun elemento. Ciò faceva lievitare il prezzo del prodotto finito a livelli improponibili, data l'alta percentuale di lavoro manuale necessaria per la produzione e messa a punto di ciascun esemplare.

Intanto, una giovane azienda di Indianapolis, la **Idea** (Industrial Development Engineering Associates), nata dall'associazione di alcuni ex dipendenti dell'RCA, stava a sua volta cercando un proprio sbocco commerciale, con prodotti che non la mettessero in diretta concorrenza con le grandi Case. Già attiva nel campo dell'elettronica con un amplificatore d'antenna per TV, nel 1954 fondò una divisione nuova, cui venne dato il nome di **REGENCY**, con lo scopo di sviluppare e brevettare nuovi dispositivi in campo elettronico. Il presidente dell'Idea, Ed Tudor, fu entusiasta all'idea di iniziare la produzione di un ricevitore tascabile a transistor, partendo dal presupposto che con l'avvento della guerra fredda con l'Unione Sovietica, in previsione di un attacco nucleare la radio a transistor avrebbe potuto rappresentare un elemento essenziale per la sopravvivenza. Fu l'ingegnere capo della Regency, Dick Koch, a sviluppare l'idea

che mancava alla TI per rendere commerciabili i suoi apparecchi a transistor. Con le modifiche di Koch il progetto della TI diventava insensibile alle caratteristiche intrinseche dei componenti utilizzati, che quindi potevano essere montati e saldati direttamente sulla piastrina a circuito stampato senza alcun altro intervento umano. Inoltre il numero dei transistor scendeva da sei a quattro, con un conseguente ulteriore calo di costo alla produzione. Una terza azienda, la Painter, Teague & Petertil, specializzata in design industriale, fu incaricata di progettare il contenitore in materiale plastico colorato, da realizzarsi per semplice stampaggio a caldo, senza alcuna successiva lavorazione meccanica (fresatura, lucidatura o altro).

Fu necessario anche trovare aziende di componenti elettronici in grado di produrre le parti miniaturizzate necessarie (condensatore variabile, bobine di sintonia, trasformatori per alta e bassa frequenza), che in quell'epoca non erano facili da trovare. Infine, con un grande sforzo ingegneristico, tutti i componenti vennero montati a stretto contatto l'uno con l'altro fino a poter essere contenuti in una custodia in materiale plastico delle dimensioni esterne di circa 8 x 12 cm. Un vero miracolo! La Regency TR-1 fu pronta per il lancio commerciale alla fine di ottobre del 1954, in tempo per le grandi vendite natalizie. Nonostante tutte le economie, il design accurato e l'esiguo margine che la Regency tenne per sé, il prezzo di vendita del primo ricevitore a transistor fu fissato in ben 49,95 \$, più altri 3,95 per la custodia in pelle e altri 7,50 per l'auricolare, un prezzo certamente non proprio economico per gli stipendi di allora. Ciò non frenò minimamente il successo commerciale, che fu immediato e travolgente, tanto che l'unico limite alle vendite della TR-1 fu rappresentato solo dalla scarsa capacità produttiva dell'azienda.

Il progetto della TR-1, brevettato integralmente nel 1955, fu poi ceduto dalla Regency alla Texas Instruments per far fronte a un grosso debito. Fu poi la stessa TI ad amministrare la cessione delle licenze sul brevetto originale, in modo da favorire lo sviluppo del mercato.

La TR-1 non restò a lungo sola sul mercato. Fu la Raytheon, altra produttrice di semiconduttori, a mettere in commercio pochi mesi dopo il secondo apparecchio americano "all transistor". Si tratta del modello 8TP-1, un apparecchio a otto transistor, di dimensioni ragguardevoli, con mobile in legno rivestito in similpelle, altoparlante di grandi dimensioni e pila a lunga autonomia. Il lancio avvenne nel febbraio del 1955, al prezzo di circa 80 \$, l'equivalente di oltre 500 € di oggi. Anche in quel caso il successo fu immediato e superiore alle aspettative. Alla fine del 1955, che fu il primo anno intero di vita della radio a transistor, i modelli disponibili sul mercato americano erano già una mezza dozzina: la ZENITH aveva lanciato il suo ROYAL 500, EMERSON il modello 842, RCA il BT-10, General Electric il 675. La TR-1 restò comunque per lungo tem-

po l'unica radio da taschino, e venne accusata di non essere proprio una “cosa seria”, in confronto agli altri modelli più costosi ed elaborati.



1.4 Arrivano i Giapponesi



Ma intanto in Giappone non tutto era calmo e tranquillo. Un piccolo produttore di registratori a nastro, la Tokyo Tsushin Kogyo (TOSUKO), riuscì nel 1953 a convincere il Ministro del Commercio e dell'Industria ad autorizzare l'acquisto della licenza di produzione dei transistor da parte della Western Electric sotto il brevetto Bell Labs. Dopo il tempo necessario ad apprendere la tecnologia e i processi di fabbricazione la Totsuko poté cominciare la produzione di una propria linea di transistor, e di lì a poco, nell'agosto 1955, immise sul mercato il primo apparecchio da taschino, il modello TR-55, utilizzando per la prima volta il marchio SONY.



Fig. 11 - Sony TR-55, il primo ricevitore a transistor di fabbricazione giapponese

Sfortunatamente il TR-55 fu prodotto in piccola quantità e solo per il mercato interno, ed è quindi praticamente introvabile. Il secondo apparecchio prodotto, il TR-72, di grandi dimensioni e con mobile in legno, fu esportato solo in Canada sotto il nome del loro distributore locale GENDIS (General Distributors). Il terzo modello (TR-6) non ebbe maggior fortuna commerciale, ma merita di essere ricordato essendo il primo ricevitore a transistor a montare il rivoluzionario condensatore variabile MITSUMI.

Il **TR-63**, il primo vero ricevitore "tascabile", fu prodotto nel marzo del 1957. In quel periodo la Totsuko aveva già adottato definitivamente l'accattivante denominazione SONY Corporation, ben adatta a penetrare nel mercato occidentale. Il TR-63 fu una vera rivoluzione, un nuovo modo



di vedere la tecnologia e la progettazione estetica. Contrariamente al TR-1 che mischiava al suo interno una miscela di vecchia e nuova tecnologia, il TR-63 fu realizzato completamente con componenti miniaturizzati progettati apposta e tutti marchiati SONY, compresi i transistor. Il successo del TR-63 fu mondiale, e sancì con forza dirompente l'ingresso dell'industria elettronica giapponese nel mercato occidentale.



Fig. 12 - Il Sony mod. TR-6 con a fianco la simpatica mascotte pubblicitaria

Dopo il grande successo del TR-63 la Sony introdusse sul mercato un ricevitore ancora più piccolo, il famosissimo **TR-610**. Questo fu, ed è tuttora, il più tipico esempio di radio a transistor tascabile, il prototipo intorno al quale si sarebbe sviluppata la produzione mondiale di centinaia di apparecchi più o meno simili. Da allora in poi, fatalmente, ogni nuova radio a transistor tascabile sarebbe stata confrontata, e giudicata, in base alle caratteristiche della TR-610.



Fig. 13 – La Sony TR-610, leader del mercato mondiale nel 1958

2.3 Radio a transistor e design



Fig. 32 – Brionvega mod. TS502, nota come “il cubo”. Disegnata da Zanuso e Sapper nel 1964



**Fig. 33 – Brionvega mod. RR126 (1965).
Design: Castiglioni**

Gli anni di sviluppo e diffusione della radio a transistor, ossia il periodo 1955-1970, sono anni di grande vivacità creativa da parte degli architetti delle forme e dei materiali. Sono anni d'oro per il design degli interni: mobili e suppellettili vengono reinventati con i nuovi materiali e con le fogge dell'era “spaziale”.

Ovviamente la radio risente dell'influenza estetica di questa rivoluzione, e ancor oggi ne sono testimoni alcuni “pezzi” notevoli, creati nei più importanti centri di design e destinati a restare a lungo nei musei e nelle collezioni. La produzione italiana subisce più di altre l'influsso delle nuove tendenze, tanto da fornire esempi di fama internazionale, che naturalmente oggi sono diventati oggetti di culto e di ricerca da parte dei collezionisti raffinati. Chi fosse interessato a questo aspetto della storia del-

la radio potrà trovare una trattazione molto accurata e ben documentata in alcuni volumi, riccamente illustrati, che sono stati recentemente messi in commercio. Qui ci limitiamo a un cenno, che potrà servire almeno per comprendere il valore commerciale di alcune radio, che dal punto di vista tecnico non offrono niente di più di altri apparecchi, magari meno belli. Alcune Case si specializzarono nel rivestire le loro radio di un guscio attraente, affidando la propria immagine soprattutto all'aspetto estetico. La più nota tra queste marche è senz'altro, in Italia, la Brionvega, che fece ricorso all'intervento di grandi designers, come Zanuso e Sapper, autori nel 1964 del famosissimo "cubo" e dell'altrettanto famoso televisore "Algol"; Castiglioni, il cui radiofonografo con le rotelle del 1965 è tuttora esposto nei musei dell'arte moderna; fino a Bellini, autore nel 1970 del complesso Hi-Fi noto come "Totem". La Europhon fece ugualmente ricorso a forme e utilizzi non usuali per rivestire apparecchi radio di media qualità: molto noti sono la "Radio-Lampada" di Rampoldi (1970), il "Radio-Orologio" da parete, sempre del 1970, e il "Radio-Stiloforo", portapenne da scrivania con radio incorporata del 1967.



Fig. 34 – Europhon “Radio-lampada”. Design Rampoldi, 1970

All'estero la tendenza del design “moderno” fu meno seguita, tanto che non abbiamo un grande numero di esempi altrettanto illustri di quelli italiani. Tra le doverose eccezioni è da citare un delizioso modello della tedesca Grundig, il famoso “Mini-boy transistor 200” del 1961, un orologio da comodino munito di radio estraibile da utilizzare in modo autonomo: un vero gioiello della tecnologia e del design; la giapponese Panasonic si distinse ugualmente, nei primi anni '70, con la celebre “panapet”, la radio a forma di palla, vagamente somigliante a un piccolo animale domestico, e la “toot-a-loop”, una radio a forma di spirale da avvolgere intorno al polso.



Fig. 35 – Grundig Mini Transistor Boy 200 (Germania, 1961). Una piccola radio a transistor si inserisce nel fianco dell’orologio trasformandolo in una radiosveglia.



Fig. 36 – National Panasonic R70S, nota come “Pana-Pet” per la sua somiglianza con un animaletto domestico



Fig. 37 - Questo barattolo di un noto snack “nasconde” una radio AM/FM (1990)

2.4 Le radio “novelty”

Un discorso a parte meritano le “novelty”. L’utilizzo della radio a transistor per scopi promozionali risale più o meno ai primi anni di diffusione della stessa radio a transistor. L’idea di poter inserire una minuscola radio in qualunque oggettino pubblicitario (in inglese “novelty”) fu da subito, ed è ancora, alla base di numerose campagne pubblicitarie. In questo modo abbiamo avuto radio a forma di bottiglia di birra, di lattine di bibite varie, di mucca, di panino imbottito, di scatoletta di tonno, di mulino e così via, passando per i vari personaggi dei cartoni animati e per le varie marche di biscotti, sigarette, caffè, pasta eccetera.



Fig. 38 – Alcuni esempi di radio dalle foggie particolari, spesso abbinate a campagne pubblicitarie. Sono oggetto di collezione da parte di numerosi appassionati



Fig. 39 - Una delle tantissime radio a forma di lattina di Coca-Cola. Possono da sole costituire l'oggetto di una collezione specializzata

Il collezionismo delle radio “novelty” è un ramo a parte, ben distinto dalla passione per le radio a transistor. Qui prevale l'estetica sulla tecnica, e il funzionamento dell'oggetto come radio in quanto tale è una caratteristica del tutto marginale. Tuttavia, il collezionista di “novelty” più di chiunque altro pretende la completa integrità del pezzo che acquista, e rifiuta o disprezza le radioline mancanti di particolari, di fregi o del coperchietto delle batterie, spesso assente.



Fig. 40 – Questa radio, a forma di “Topolino”, ha i comandi seminascosti su un fianco e l'altoparlante posteriore. E' fatta per essere appesa al muro, per esempio nella cameretta di un bambino.

Un'altra esigenza fondamentale è che la radio funzioni – cosa che spesso avviene trattandosi di apparecchi che in pratica non sono mai stati usati – pur

con la certezza che nessuno mai vorrà utilizzare quella radio per ascoltare una trasmissione. Dal punto di vista puramente tecnico, le radio in questione sono in genere ricevitori estremamente economici e quasi dozzinali, realizzati da produttori asiatici (oggi cinesi, un tempo di Hong Kong, Giappone o Singapore) e importati a prezzo bassissimo. Certo non ci si deve aspettare molto, oltre al fatto che si riesca a sentire qualcosa. Tuttavia, trattandosi di oggetti destinati al collezionismo, le radio “novelty” hanno raggiunto in certi casi quotazioni di tutto rispetto, tanto da fare concorrenza a ricevitori di ben altre qualità e prestazioni. Dunque, non ci sarà da stupirsi se in qualche banchetto del mercatino domenicale troveremo una radiolina a forma di “sofficino” messa in vendita a parecchie decine di euro, a fianco di un multigamma Grundig del 1968 offerto a 20 euro



2.5 Il mercato

Esistono in commercio delle guide, nate nel mondo anglosassone dove la passione per il collezionismo sistematico è molto più diffusa che da noi, che cercano di “fare ordine” nel variegato mondo della radio a transistor, stabilendo valutazioni tecniche e commerciali, tendenze di mercato e criteri di stima a uso di chi compra e di chi vende. Occorre dire subito che, in questo campo più che altrove, questi volumi hanno un valore assolutamente qualitativo e indicativo, dato che in realtà, almeno in Italia, non esiste un vero e proprio “mercato” della radio a transistor, con tanto di “borsa” basata sul reale volume delle transazioni. Il mercato, quando esiste, è spontaneo e localizzato, ossia dipende strettamente dalla domanda e dall’offerta in una particolare regione o provincia. L’avvento recente delle “aste” on-line è servito come sistema di normalizzazione, ma ha avuto anche un effetto negativo, quello di spingere i venditori a gonfiare le pro-

prie pretese sulla base delle cifre “spuntate” qui e là nelle varie aste per oggetti apparentemente simili.

Dopo questa doverosa premessa, possiamo parlare della quotazione di alcuni tipi di radio a transistor, almeno per mettere sulla giusta strada chi si volesse cimentare nella ricerca di un vero “affare”.

Intanto, i pezzi di grande pregio e valore sono praticamente solo quelli risalenti ai primissimi anni, ossia dal 1955 al 1959, e non oltre. In quel periodo si collocano le prime radio da taschino (Sony eccetera), che oggi sono valutate fino a qualche centinaio di euro, purché siano in perfette condizioni. Naturalmente la Regency TR1 fa storia a sé anche in questo caso, e alcuni modelli (e colori) di particolare rarità superano abbondantemente i mille euro di valore commerciale.

Per quanto riguarda la produzione italiana di quegli anni, non esiste in realtà alcun modello che possa essere considerato veramente di “culto”. Tra i più ricercati vi sono le prime tre serie del famoso “Zephyr” della Voxson, mentre le serie IV e V sono diffusissime e facili da trovare a prezzi abbordabili. La tendenza è comunque quella di raccogliere, per ogni modello e serie, anche tutte le varianti cromatiche e tutti gli accessori (borsette a tracolla, alimentatori per auto eccetera). Tutta la produzione Voxson è comunque ben valutata e apprezzata dai collezionisti italiani. In generale l’industria italiana della radio non produsse, nei primi anni, niente di veramente significativo: ogni Casa inserì in catalogo uno o due modelli (tascabile e portatile), aggiornandolo da un anno all’altro secondo lo sviluppo tecnico. Per costruire una bella collezione è quindi indispensabile rivolgersi al mercato estero.

La Francia, la Germania e, in second’ordine l’Inghilterra sono delle ottime fonti di radio a transistor d’epoca di bell’aspetto e dal costo relativamente basso. Le radio francesi, per esempio, si trovano con facilità nelle nostre fiere e nei mercatini domenicali, a prezzi decisamente abbordabili malgrado il ricarico dei rivenditori. Certo si potrebbe spendere molto meno andando direttamente in Francia o ricorrendo alle aste su Internet, tuttavia spesso si tratta di un risparmio effimero, a cui vanno aggiunte le spese di trasporto e il rischio di non sapere bene cosa si sta comprando. Un buon apparecchio francese OM-OL a 7 transistor della fine degli anni ’50, col mobile in legno rivestito in similpelle o tela e un bell’altoparlante si può ancora acquistare a meno di 50 euro (estate 2005). Le radio tedesche costano un po’ di più dato il migliore livello tecnologico, e quelle inglesi stanno ora raggiungendo valori di mercato piuttosto alti, specie alcuni modelli della Bush e una famosa serie “da barca” della Roberts, dotata di basamento orientabile su cuscinetto a sfere.

Le radio di produzione USA importate in Europa alla fine degli anni ’50 (Admiral, RCA, Zenith...) hanno raggiunto anch’esse quotazioni notevoli da noi, specie alcuni modelli di prestazioni elevate come le famose “Transoceanic”

della Zenith. Anche in questo caso, basta dare un'occhiata alle aste on-line per accorgersi che in America moltissimi di questi apparecchi hanno una quotazione veramente bassa, tanto da invogliare all'acquisto diretto, per pochi dollari, di una radio che da noi costerebbe venti volte tanto. In questo caso si corre il rischio di subire un eccessivo carico di diritti doganali, IVA e trasporto (a volte va bene, a volte va male...).

E infine c'è l'enorme, variopinta produzione dei Paesi asiatici, che va dalle grandi marche "storiche" (Sony, Standard, National, Sanyo...) fino alle marche del tutto sconosciute, che nascevano e morivano nel giro di una stagione a Hong Kong, Taiwan e Singapore. Occorre ovviamente distinguere tra le marche giapponesi e le altre, tuttavia al giorno d'oggi anche le scatolette di plastica create per essere vendute a bassissimo prezzo nel 1962 e destinate a durare al massimo pochi anni, stanno diventando oggetti ricercati, proprio per la loro natura effimera, che li rende preziosi perché sono arrivati fino a noi. Dunque non dobbiamo stupirci se a fianco di un microscopico Standard Micronic Ruby offerto a 150 euro troviamo una radiolina marcata "Sonic" o "Panavox" messa in vendita ad alcune decine di euro, pur essendo infinitamente inferiore come qualità e come reputazione. Per non parlare del mercato dei "quasi veri", imitazioni quasi perfette di fogge e marchi famosi, che stanno addirittura arrivando, oggi, a ribaltare le quotazioni. Vale più una falsa Philips, magari identica all'originale ma marcata "Phillips" (con due "l"), del modello originale. Naturalmente non funziona ugualmente bene, anzi spesso contiene un apparecchio radio appena sufficiente a poter "sentire qualcosa".

5 Ricevitori per AM

AM sta per “Ampiezza Modulata”. È il metodo di trasmissione usato per le Onde Medie, le Onde Lunghe e le Onde Corte. Il segnale sonoro da trasmettere, che è un segnale elettrico a bassa frequenza, viene utilizzato per variare l’ampiezza di un segnale a radiofrequenza, che può facilmente essere irradiato da un trasmettitore munito di apposita antenna. Questo sistema fu usato fin dagli albori della radiofonia, essendo semplice da realizzare in trasmissione e in ricezione. La ricezione dei segnali in AM può addirittura essere effettuata mediante un semplice diodo a cristallo e una cuffia (**radio a galena**), metodo non utilizzabile con altri tipi di trasmissione. Le frequenze usate per l’AM vanno da circa 200 kHz (onde lunghe) fino a 20 MHz (onde corte).



Fig. 71 – Il famoso ricevitore Voxson mod. “Zephyr” (1957), il cui circuito viene esaminato in dettaglio in questo capitolo

Le Onde Medie occupano la banda compresa tra 500 e 1600 kHz circa. Fino a qualche anno fa, erano le più utilizzate per le trasmissioni a carattere nazionale o regionale. Ecco perché le prime radio a transistor erano adatte per la ricezione delle sole onde medie. In alcuni Paesi europei esclusa l’Italia si sono usate molto (e si usano tuttora) anche le onde lunghe, e infatti molti apparecchi, sempre della prima generazione, erano in grado di ricevere anche quella gamma. Le

onde corte, fiore all'occhiello dei grossi apparecchi a valvole dei decenni precedenti, perdevano importanza proprio negli anni di sviluppo dei transistor, ciononostante molti ricevitori vennero ben presto equipaggiati con una o più bande di onde corte, appena lo sviluppo del transistor permise ai progettisti di spingersi verso frequenze più alte. Le onde corte non furono molto usate nei ricevitori economici, specie in Europa e negli Stati Uniti.

Nei prossimi paragrafi ci occuperemo della radio per le sole onde medie, fermo restando che il discorso fatto per la radio in OM vale identicamente per il multibanda OM-OL-OC. Tutti i circuiti sono identici, a parte naturalmente il gruppo ad alta frequenza (bobine e commutatori). Ben diverso sarà il discorso quando dovremo occuparci dei ricevitori AM/FM.

5.1 Schema a blocchi

Le radio a transistor della prima generazione (dal 1955 al 1965) sono quasi tutte equipaggiate con un numero di transistor compreso tra 4 e 8 oltre a un diodo rivelatore. Lo standard è di sei-sette transistor più uno-due diodi. Le radio con un maggior numero di transistor erogano generalmente una maggiore potenza d'uscita, ma gli stadi ad alta e media frequenza sono pressoché identici per tutti i ricevitori.

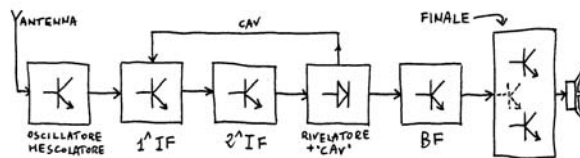


Fig. 72 – Schema a blocchi di un tipico ricevitore AM a transistor. Nello stadio finale i transistor possono essere tre invece che due

Lo schema a blocchi di Fig. 72 mostra un tipico ricevitore AM con i suoi stadi principali e con l'indicazione del numero di transistor coinvolti in ciascuno stadio. Si tratta di un ricevitore **supereterodina**, a conversione di frequenza. Quasi tutti gli apparecchi commerciali a transistor sono di questo tipo. Nei primi anni vennero prodotti anche degli apparecchietti con un numero di transistor inferiore a 4, destinati ai ragazzi per l'ascolto della sola emittente locale. Erano in genere poco sensibili e poco selettivi, poco più che giocattoli, basati sul sistema dell'amplificazione diretta. Ci occuperemo di questo tipo di ricevitori nei capitoli dedicati alla sperimentazione. In questo capitolo ci concentriamo sulle supereterodine commerciali in AM, e in particolare quelle per la ricezione delle **Onde Medie** (OM), che furono le più diffuse nei primi anni.

Torniamo allo schema a blocchi. A sinistra c'è l'antenna, a destra l'altoparlante. Il primo stadio è quello che opera la **conversione di frequenza**. Il segnale da ricevere viene **mescolato** con un segnale prodotto localmente avente una differenza di frequenza fissa rispetto al segnale d'ingresso, in genere tra 450 e 470 kHz più alta. Se si mescolano due segnali a differente frequenza si ottiene come risultato una miscela degli stessi segnali, più uno con frequenza uguale alla somma e uno con frequenza pari alla **differenza** tra i due. È questo che viene selezionato da un apposito filtro e viene avviato alle amplificazioni successive. Si tratta del segnale a **frequenza intermedia** (IF). I due stadi che seguono effettuano un'amplificazione molto selettiva del segnale a frequenza intermedia. Segue un **rivelatore**, costituito da un diodo al germanio, e infine uno o più stadi di **amplificazione a bassa frequenza** che pilotano l'altoparlante. Chi ha avuto a che fare anche con la radio a valvole si sarà reso conto che lo schema di principio è alquanto simile. Una differenza che salta agli occhi sta nel fatto che la radio a transistor ha generalmente due stadi di amplificazione a IF, mentre la radio a valvole ne aveva uno solo. Vedremo più avanti il perché di questa differenza. Molte altre differenze appariranno quando esamineremo il dettaglio dei singoli circuiti.

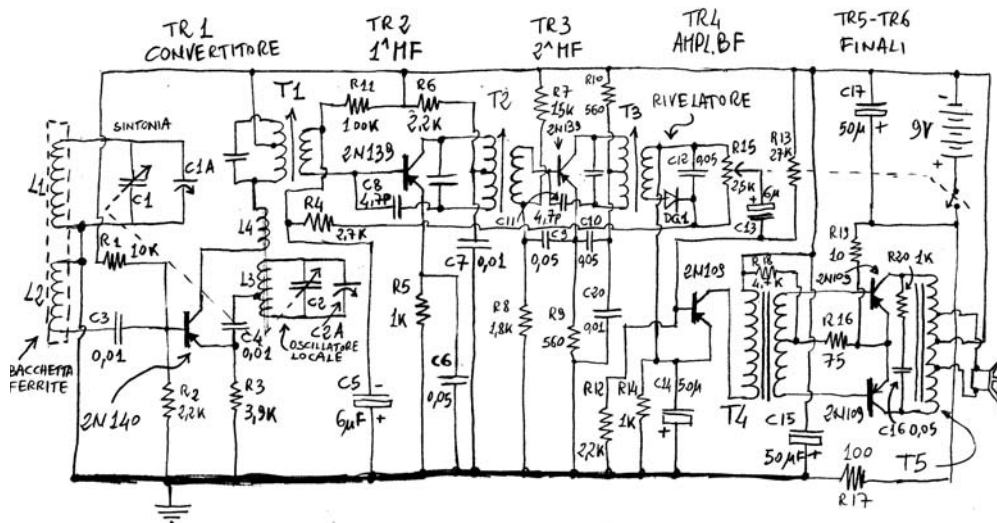


Fig. 73 – Schema completo del ricevitore Voxson mod. 725 “Zephyr” (1957)

Nel seguito di questo capitolo, per fissare le idee e rendere più concreto il discorso, esamineremo lo schema reale di un apparecchio commerciale, scelto tra i più rappresentativi della “prima generazione”. Si tratta del famoso “Zephyr”

prodotto in Italia dalla Voxson nel 1957. Fu il primo modello di una lunga e fortunata serie. La comprensione completa del circuito dello Zephyr permetterà di interpretare correttamente tanti altri circuiti di radio AM. Prima di addentrarci nella discussione dei dettagli, sarà bene dare un'occhiata approfondita allo schema, riportato in Fig. 73 nella sua interezza, e confrontarlo con lo schema a blocchi di Fig. 72, cercando di delimitare i singoli "blocchi"⁹. Intanto è bene osservare da subito che i transistor usati sono di tipo PNP, come si vede dal simbolo (la freccia dell'emettitore punta verso la base). Ciò implica che la batteria vada collegata col positivo a massa, come pure tutti i condensatori elettrolitici. L'inversione di polarità rispetto agli schemi "standard" può ingenerare qualche confusione, specie in coloro che sono abituati con i vecchi circuiti a valvole o con la maggior parte degli oggetti elettronici moderni, tutti col negativo a massa. In realtà, nella pratica di laboratorio, il problema si risolve facilmente: basta scambiare i puntali del tester.

Come in tutti gli schemi di ricevitori radio, l'antenna è a sinistra, l'altoparlante è a destra. Dunque la frequenza del segnale decresce da sinistra a destra (almeno per le Onde Medie): RF-IF-BF.

L'antenna è un elemento "nuovo" delle radio a transistor rispetto a quelle a valvole. Non è più costituita da un filo esterno al ricevitore, ma da una bobina avvolta intorno a una bacchetta di ferrite: si tratta della versione "moderna" delle antenne a telaio (antenne magnetiche) usate negli anni '20 del secolo scorso. L'antenna di ferrite rende il ricevitore realmente portatile e assicura una buona efficienza. Tra l'antenna e l'altoparlante vi è tutto il percorso del segnale, costituito da un certo numero di componenti elettronici, condensatori, resistenze, induttori, trasformatori, transistor e un diodo. Consiglio coloro che non avessero una buona dimestichezza con tutti questi simboli di dedicare qualche tempo all'approfondimento dell'elettronica di base, prima di andare avanti nella lettura di questo libro.

5.2 Lo stadio convertitore

Il convertitore di frequenza delle radio a transistor è molto semplice da disegnare, ma non è altrettanto semplice da capire, in quanto un singolo transistor funziona sia da oscillatore che da mescolatore. Svolge queste due funzioni in modo del tutto indipendente, quasi come se si trattasse di due transistor distinti. Ciò è dovuto al fatto che viene utilizzato nella configurazione a **base comune**

⁹ **Suggerimento:** quando in un circuito elettronico vi sono dei trasformatori, è facile individuare i blocchi di cui è composto: ogni trasformatore è l'elemento di separazione tra due blocchi.

come oscillatore, e a **emettitore comune** come amplificatore-mescolatore. Per comodità ho riportato in Fig. 74 la sezione di cui ci occupiamo in questo paragrafo. Essa parte dal circuito accordato d'antenna e termina con il primo trasformatore a frequenza intermedia.

Il circuito d'antenna è costituito dalla bobina L1 avvolta intorno alla bacchetta di ferrite, che risuona in parallelo con una sezione (C1) del condensatore variabile. Insieme costituiscono il **circuito accordato d'ingresso**, che permette di sintonizzare un segnale radio nella banda delle Onde Medie (tra 520 e 1600 kHz circa). Vi è anche un piccolo condensatore semifisso (C1A), regolabile in sede di taratura. Un secondo avvolgimento (L2), posto nelle vicinanze della bobina di sintonia, effettua il trasferimento del segnale sintonizzato sulla base del primo transistor TR1. R1 e R2 provvedono alla polarizzazione di base, R3 è la resistenza di emettitore mentre L4 e una parte del primario di T1 costituiscono il carico di collettore. Questo per quanto riguarda il funzionamento di TR1 come amplificatore a emettitore comune del segnale d'ingresso.

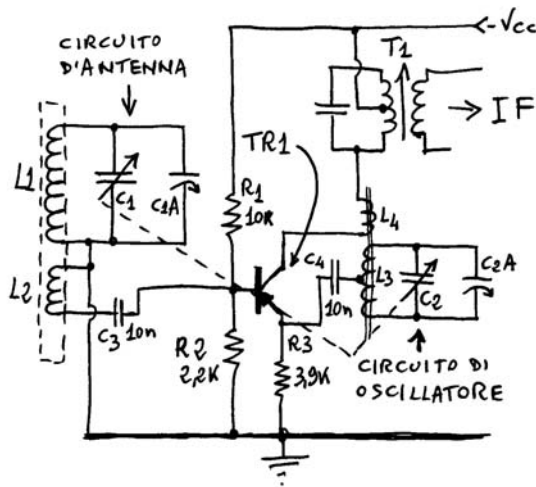


Fig. 74 – Stadio convertitore del ricevitore Voxson 725

Veniamo ora all'oscillatore. Il gruppo L3//C2 costituisce il **circuito accordato d'oscillatore**, la cui variazione è comandata dallo stesso comando di C1, ma la cui frequenza di accordo è mantenuta superiore alla frequenza d'ingresso di una quantità fissa pari a 455 kHz, che è il valore della media frequenza scelto per questo ricevitore. Per ottenere questa differenza di frequenza, la capacità di C2 e l'induttanza di L3 sono entrambe minori rispettivamente di C1 e L1. Inoltre L3 è provvista di nucleo di ferrite regolabile per ottenere l'allineamento dei due circuiti. A questo contribuisce anche il compensatore C2A.

Alla frequenza dell'oscillatore il circuito accordato d'antenna è completamente fuori sintonia, essendo sintonizzato 455 kHz "sotto", e si comporta come un cortocircuito virtuale. Dunque la base di TR1 si trova anch'essa (per questa frequenza), collegata virtualmente a massa tramite C3 e L2, e quindi il transistor rispetta la configurazione "base comune". In questo caso l'emettitore rappresenta l'ingresso e il collettore l'uscita. Il circuito d'oscillatore e la bobina L4 formano un sistema di reazione positiva che favorisce l'innescio di un'oscillazione persistente alla frequenza stabilita da $L3/C2$.

La base di TR1, pur essendo virtualmente collegata a massa per l'oscillatore, si trova invece ad avere un'impedenza piuttosto alta per il segnale d'antenna, che è quello su cui è accordato il relativo circuito. Dunque, malgrado il transistor stia oscillando alla frequenza locale, è tuttavia perfettamente in grado di amplificare il segnale d'ingresso lavorando nella configurazione a emettitore comune; di conseguenza i due segnali si trovano contemporaneamente sul collettore di TR1. È qui che avviene la terza fase del processo, ossia la **mescolazione**. I due segnali si combinano dando luogo a dei segnali derivati (somma, differenza...). Tra questi, quello che ci interessa ha frequenza pari alla differenza dei due segnali, ossia 455 kHz, e porta la stessa modulazione del segnale d'ingresso. È il **segnale a frequenza intermedia (IF)**.

Per essere onesti, la spiegazione suesposta ha trascurato un dettaglio non irrilevante, ossia il fatto che due segnali, per poter essere mescolati e dare luogo alle frequenze somma e differenza, devono passare attraverso un dispositivo **non lineare**. Un transistor polarizzato correttamente è invece un dispositivo piuttosto lineare, e a rigore non potrebbe svolgere il compito di mixer. In realtà capita che le oscillazioni prodotte vengono parzialmente raddrizzate dalla giunzione emettitore-base e livellate, e provocano lo spostamento del punto di lavoro verso l'interdizione, in una zona non lineare, favorendo così la conversione. È probabile che questo concetto non risulti particolarmente chiaro, ma non c'è da preoccuparsi: non è molto importante per la comprensione del resto del discorso. Può essere invece importante sapere che la polarizzazione di base di TR1 varia a seconda che stia oscillando o no: durante l'oscillazione la tensione di base diventa uguale o anche leggermente inferiore a quella di emettitore. Questo è un modo rapido per controllare il funzionamento dell'oscillatore!

Per terminare l'esame dello stadio di conversione resta da vedere il circuito d'uscita, ossia l'avvolgimento primario del primo trasformatore a media frequenza (T1). Questo, che funge da carico di collettore per TR1, non è altro che un circuito accordato alla frequenza di 455 kHz. Il nucleo regolabile permette l'aggiustamento fine della frequenza. Per evitare un eccessivo "smorzamento" del circuito dovuto alla bassa impedenza di collettore del transistor, quest'ultimo è alimentato attraverso una parte dell'avvolgimento, mediante una presa intermedia. Vedremo meglio in seguito come sono fatti i trasformatori IF.

5.3 L'amplificatore IF

Pur trattandosi di una parte di circuito piuttosto semplice, essendo un amplificatore a frequenza fissa, il blocco a FI è stato il vero problema da risolvere nelle prime radio portatili a transistor. Infatti si trattava di ottenere un'elevata amplificazione - indispensabile per raggiungere la sufficiente sensibilità di ricezione - associata a una buona selettività e un buon rapporto segnale/rumore, il tutto in uno spazio ridottissimo e facendo uso dei transistor della prima generazione che non erano particolarmente adatti per funzionare in radiofrequenza, oltre ad avere caratteristiche differenti da un esemplare all'altro. Circuiti troppo efficienti risultavano eccessivamente proni all'instabilità, anche a causa dell'estrema vicinanza dei vari circuiti accordati, mentre d'altra parte circuiti dalla risposta più "piatta", decisamente più stabili, non avrebbero assicurato la giusta selettività. D'altronde non si può pensare di ridurre troppo l'amplificazione a frequenza intermedia riservandosi poi di amplificare maggiormente la bassa frequenza: il risultato sarebbe un segnale d'uscita accompagnato da un rumore intollerabile, in quanto lo stadio a bassa frequenza dovrebbe amplificare, oltre al debole segnale rivelato, anche il "soffio" generato dai transistor a radiofrequenza. Tutti questi problemi portarono a una soluzione di compromesso, che fu adottata dalla maggioranza dei progettisti: due stadi amplificatori a IF, ciascuno con guadagno contenuto, invece del singolo stadio IF che era sempre stato usato nelle radio a valvole.

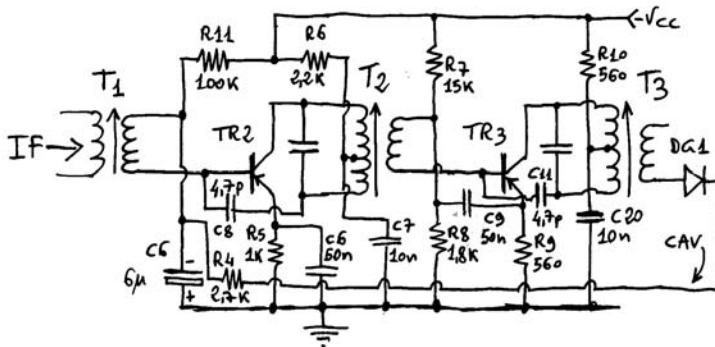


Fig. 75 – Circuito di amplificazione a frequenza intermedia a due stadi con controllo automatico di guadagno (Voxson 725)

Il circuito IF della radio che stiamo esaminando rappresenta una delle versioni più semplici di amplificatore a media frequenza. Osserviamolo in Fig. 75 e analizziamone le caratteristiche principali:

- 2 transistor in configurazione “emettitore comune”;
- 3 trasformatori con il solo primario accordato, con condensatore fisso e induttanza variabile mediante regolazione del nucleo magnetico. Secondario non accordato;
- alimentazione di ciascuno stadio mediante una presa intermedia nel primario del trasformatore;
- la polarizzazione di base del primo transistor a IF (TR2), è ottenuta anche mediante una resistenza che proviene dal rivelatore (R4). Questo collegamento serve per il **controllo automatico di guadagno** e verrà discusso in seguito.

Altre caratteristiche rilevabili dallo schema sono il sistema di polarizzazione di base dei transistor, del tipo a partitore di tensione (R11-R4 per TR2, R7-R8 per TR3) con resistenza di emettitore (per la stabilizzazione termica), e due piccoli condensatori (C8 e C11) posti tra la base di ciascun transistor e un'estremità dell'avvolgimento primario del trasformatore che segue. Si tratta dei condensatori di **neutralizzazione**. Di questi parleremo tra breve.

I tre trasformatori IF, che nello schema appaiono identici, sono in realtà differenti l'uno dall'altro e **non intercambiabili**. Il primo ha in genere un'efficienza minore rispetto agli altri due, il secondo ha caratteristiche più spinte per quanto riguarda il rapporto di trasformazione (spire primario/spire secondario); infine il terzo ha un secondario con un numero elevato di spire in quanto deve pilotare non un transistor ma il diodo rivelatore. Come si vede, la faccenda è più complessa di quanto appaia. Nonostante queste differenze, possiamo però tentare di descrivere un tipico trasformatore a IF e caratterizzarlo per ciò che riguarda i suoi parametri fondamentali: induttanza e capacità di accordo, fattore di merito, rapporto di trasformazione.

L'avvolgimento primario porta in genere qualche centinaio di spire di filo smaltato sottilissimo (0,04mm) o di equivalente filo Litz a 10 capi. Maggiore il numero delle spire, minore la capacità del condensatore da mettere in parallelo per ottenere la risonanza alla frequenza intermedia. Per esempio, con 160 spire (313 μ H) serve una capacità di 390 pF, con 270 spire (1019 μ H) bastano 120 pF. Qual è la differenza tra questi due circuiti? Qui entra in gioco il cosiddetto “fattore di merito”, universalmente indicato con la lettera **Q**. Maggiore il rapporto induttanza/capacità, maggiore il valore di Q. Un Q elevato implica una curva di risonanza stretta e alta, quindi elevata selettività ed efficienza del trasformatore; d'altra parte come abbiamo accennato un Q eccessivo potrebbe rendere critico e instabile il circuito amplificatore. Come sempre, si cerca un compromesso.

L'avvolgimento secondario porta invece poche spire, in genere non più di 10. Ciò serve a non “caricare” eccessivamente il circuito accordato, e ad ottene-

re un buon adattamento di impedenza con la base del transistor che segue. Come già detto, fa eccezione l'ultimo trasformatore che ha invece un secondario di qualche decina di spire dovendo pilotare il diodo rivelatore.

Naturalmente, nell'infinità di schemi di radio a transistor prodotte nel corso dei decenni è possibile trovare numerose varianti rispetto allo schema semplice di amplificatore IF che abbiamo appena visto. Per esempio vi sono alcuni casi (pochi e in ricevitori di classe elevata) di trasformatori accordati sia sul primario che sul secondario. È possibile anche trovare esempi di apparecchi con un singolo stadio amplificatore IF. In moltissimi casi, poi, è possibile riscontrare la presenza di un diodo nel primo stadio IF. Questo diodo fa parte del circuito di controllo automatico di guadagno, e ne discuteremo come variante nei paragrafi successivi.

5.4 Instabilità e neutralizzazione

Gli stadi a frequenza intermedia degli apparecchi a transistor presentano il grave problema delle "oscillazioni parassite": è facile che una porzione del segnale amplificato trovi una strada per ripresentarsi all'ingresso di un transistor in fase con il segnale da amplificare, generando così il ben noto fenomeno della **reazione**, con il risultato che l'altoparlante non riproduce più il segnale ricevuto, ma un potente fischio generato localmente. Certamente ciò non capita mai con un apparecchio nuovo di fabbrica e ben funzionante, ma è un caso che potrebbe presentarsi dovendo per esempio sostituire un transistor o un altro componente dei circuiti a IF. Nelle radio molto antiche la causa principale delle oscillazioni parassite risiede nell'elevata capacità collettore-base, tipica dei transistor della prima generazione (OC45 o simili). Questa capacità, interna al transistor e quindi ineliminabile, può riportare sulla base una porzione del segnale amplificato presente sul collettore. Oltre a rendere meno efficiente il transistor questo fenomeno è il principale responsabile di oscillazioni indesiderate. Chi ha avuto a che fare con le radio a valvole degli anni '20 si ricorderà che anche i triodi di allora soffrivano dello stesso male, e anche allora veniva adottato un procedimento detto appunto "neutralizzazione".

Nella radio che stiamo esaminando, la Voxson Zephyr, la neutralizzazione è ottenuta mediante due piccoli condensatori esterni, rispettivamente C8 per TR2 e C11 per TR3. Si tratta di condensatori di piccola capacità (4,7 pF), posti tra un'estremità del primario del trasformatore IF e la base del transistor. Servono a riportare sulla base un segnale, identico a quello che ritorna attraverso la capacità parassita di collettore, ma in opposizione di fase, in modo da annullarne (neutralizzare) l'effetto. Infatti, se osserviamo per esempio T2 dal punto di alimentazione, cioè la presa centrale dell'avvolgimento primario, notiamo che il segnale che si trova sul collettore è in opposizione di fase rispetto a quello che si trova