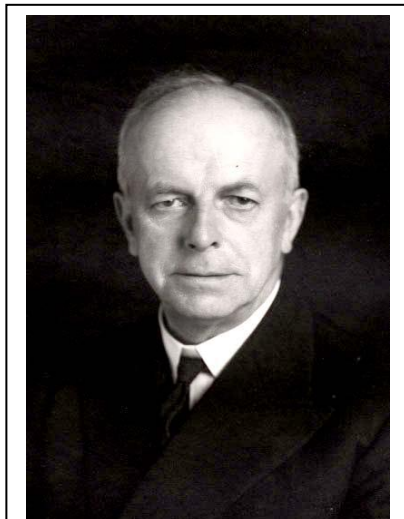


**Pierluigi Adriatico
I0KWK**

**UNA RADIO A REAZIONE
IN
ONDE MEDIE**



Charles Samuel Franklin

**Roma
2009**

UNA RADIO A REAZIONE IN ONDE MEDIE

Premessa

L'attuale tecnologia delle telecomunicazioni digitali, che ha raggiunto traguardi impensabili soltanto una ventina di anni fa, può far sembrare anacronistica la mia proposta di costruire un **ricevitore a reazione** in onde medie; tuttavia, mi auguro che la cosa possa ancora interessare gli appassionati di radiotecnica, gli autocostruttori e i dilettanti sensibili al fascino della radio.

Può sembrare inoltre sbagliata la scelta della gamma di ricezione, ma essa è dettata dalla maggiore facilità di sperimentazione e quindi dalla possibilità di impiegare le basette millefori con contatti a pressione (breadboard) che alle frequenze delle O.M. presentano ancora attenuazioni contenute, mentre in onde corte sono pressoché inutilizzabili; del resto, nulla vieta di modificare il circuito di sintonia LC in modo da ricevere la banda preferita in onde corte, ovviamente dopo aver montato i componenti sul circuito stampato in vetronite. D'altra parte, la ricezione serale e notturna delle onde medie ha un certo interesse, poiché dà la possibilità di ascoltare numerosissime stazioni broadcasting europee, nord africane e del medio oriente, alcune delle quali, attesa la loro grande potenza, con segnali molto forti sebbene anch'esse subiscano i capricci della propagazione che le porta a volte a scomparire e a far emergere, sullo stesso canale, l'emittente di un altro Paese.

Ricordo che la gamma delle onde medie occupa **1089 kHz** dello spettro elettromagnetico, da **526,5** a **1615,5 kHz**; in questo intervallo trovano posto **121** canali distanziati **9 kHz** l'uno dall'altro.

Un ascolto sistematico effettuato a Roma dall'autunno 1996 all'autunno 1997 ha consentito l'identificazione di 240 stazioni broadcasting di 46 Paesi diversi.

Breve storia della sperimentazione

La sperimentazione è iniziata realizzando uno dei tanti progetti pubblicati sui libri e sulle riviste di radiotecnica, basati sul circuito rigenerativo ideato dal radioamatore statunitense **Fred Schnell** (U1MO), di cui la **figura 1** rappresenta lo schema teorico impiegante il triodo.

Il principio di funzionamento è semplice e noto a tutti. L'accoppiamento induttivo fra la bobina di reazione L_2 e la bobina L_1 del circuito risonante fa sì che l'energia a radio frequenza amplificata venga riportata al circuito risonante L_1-C_1 compensando così le perdite di energia di quest'ultimo.

Questo accoppiamento si chiama **reazione** perché costituisce un'azione retroattiva del circuito di placca sul circuito di griglia, riportando l'energia R.F., amplificata nel circuito di placca, nuovamente alla griglia.

Aumentando la reazione, quando l'energia R.F. amplificata e riportata sul circuito risonante di sintonia compensa quasi le perdite di quest'ultimo, si ottiene una elevata amplificazione del segnale sintonizzato insieme ad una elevatissima selettività.

L'aumento ulteriore della reazione fa innescare un'autoscillazione. Il controllo graduale della reazione è affidato al condensatore variabile C_4 ; aumentando la capacità, aumenta il tasso di reazione, e viceversa.

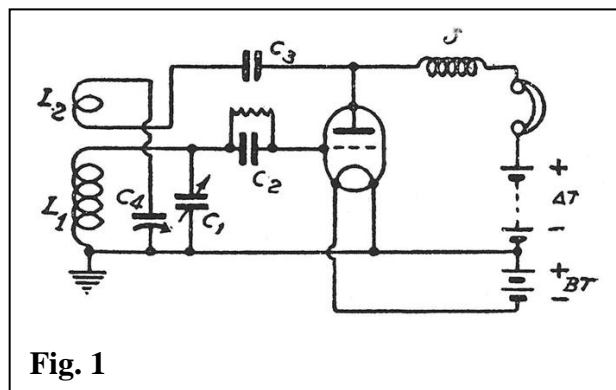


Fig. 1

La **figura 2** rappresenta lo schema elettrico della versione con il *transistor ad effetto di campo* (FET), i cui componenti sono in gran parte uguali a quelli di **figura 3**.

Tale circuito funziona bene, pur con i difetti peculiari di un ricevitore classico a reazione.

Per cercare di migliorare le cose ed eliminare possibilmente qualche inconveniente, ho separato il circuito risonante di sintonia dall'antenna inserendo due stadi amplificatori aperiodici R.F. (FT1 e FT2), come si vede in **figura 3**.

Inoltre, ho eliminato il circuito di reazione di Schnell ($L_R - C_R$) applicando il segnale radio rivelato ed amplificato da FT3, direttamente all'ingresso del secondo stadio amplificatore R.F. (FT2) tramite il condensatore C4.

Come ho saputo in seguito da un amico radioamatore, questo sistema di reazione è del tutto simile al circuito oscillatore inventato dall'ingegnere inglese **Charles Samuel Franklin** (vedi foto), insigne collaboratore di **Guglielmo Marconi**, ma pressoché ignorato dai progettisti che hanno preferito ricorrere ai circuiti rigenerativi inventati da **Armstrong**, **Schnell**, **Reinartz** ed **Hartley**.

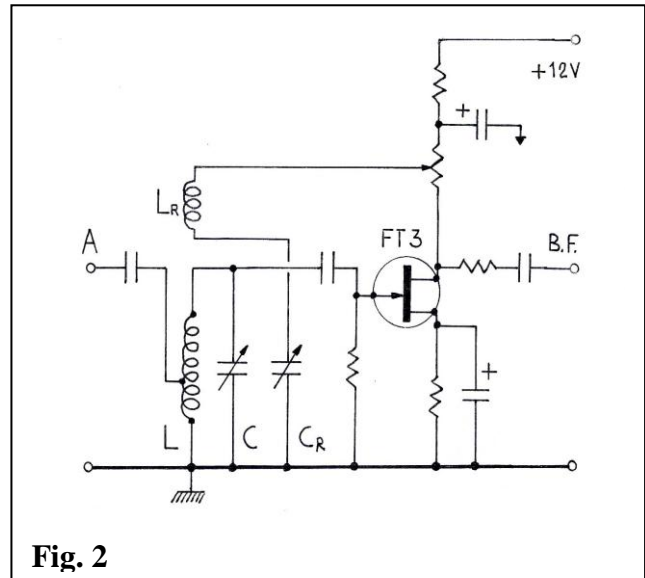


Fig. 2

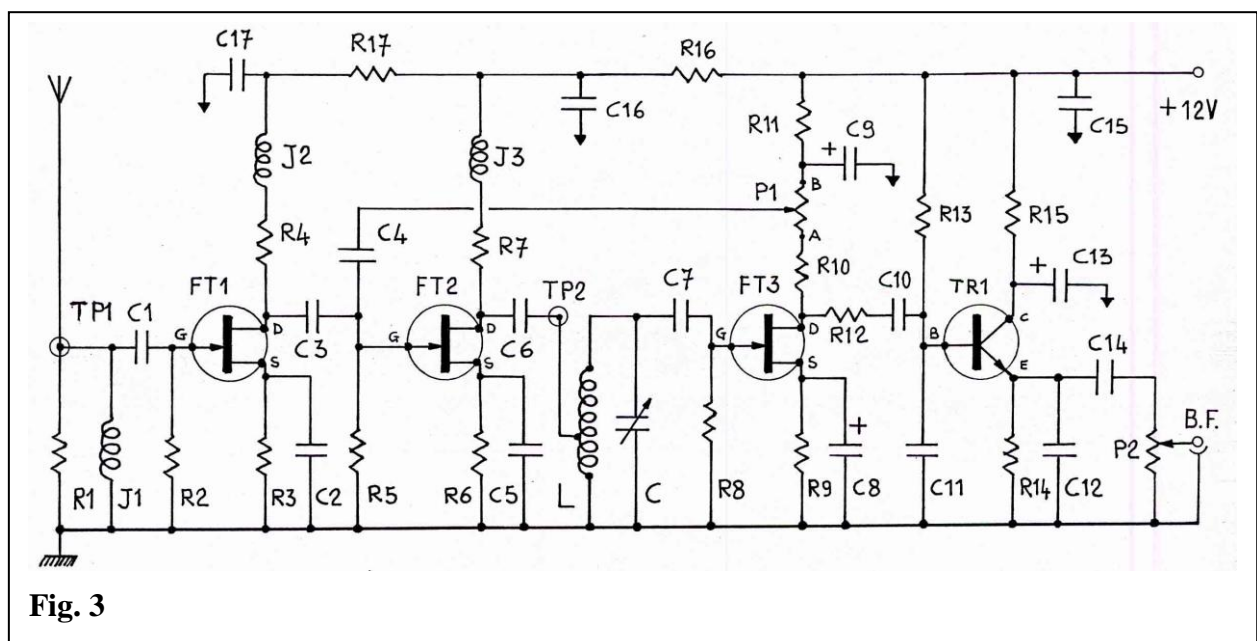


Fig. 3

I componenti dello schema elettrico di **figura 3** sono:

R1 = 47 k Ω ; R2, R5 = 150 k Ω ; R3, R6 = 470 Ω ; R4, R7 = 330 Ω ; R8 = 1,2 M Ω ; R9 = 3,3 k Ω ;

R10, R14 = 4,7 k Ω ; R11 = 1,5 k Ω ; R12, R15 = 2,7 k Ω ; R13 = 1 M Ω ; R16, R17 = 100 Ω ;

C1 = 22 pF; C2, C5, C11, C12 = 4,7 nF; C3 = 47 pF; C4 = 4,7 pF;

C6, C10, C14, C15, C16, C17 = 100 nF; C7 = 270 pF;

C8 = 10 μ F-12V (elettrolitico); C9 = 100 μ F-50V (elettrolitico); C13 = 47 μ F-50V (elettrolitico);

P1 = 4,7 k Ω (lineare); P2 = 10 k Ω (logaritmico);

J1, J2, J3 = 10 mH;

FT1, FT2, FT3 = 2N3819 (BF244B); TR1 = BC108A.

I resistori sono da 0,25W. Le impedenze R.F. (RS 240-589; $I_{max}=0,04A$; $R_{cc}=162\Omega$) sono simili ai resistori e hanno lo stesso codice. I condensatori, salvo diversa indicazione, sono ceramici a disco.

I condensatori C1, C3, C4 e C6 sono interdipendenti, nel senso che la modifica della capacità di uno comporta di solito la necessità di variare la capacità dell'altro o degli altri per ottenere un buon funzionamento. La procedura che ho seguito per trovare il compromesso migliore è la seguente.

Ho posto il cursore del potenziometro P1 al punto B (vedi **figura 3**), cioè nella posizione di reazione minima (praticamente assente). In questa condizione il ricevitore si comporta come un semplice rivelatore preceduto da due stadi amplificatori R.F..

Poi ho modificato i valori di C1, C3 e C6 in modo da ottenere la massima sensibilità senza arrivare alla saturazione, cioè in pratica senza avvertire distorsione nella modulazione della stazione locale.

A questo punto non mi restava che individuare la capacità minima di C4 che mi consentisse l'innescò della reazione anche alla frequenza più bassa della gamma, perché il tasso di reazione e la capacità del condensatore C4 sono inversamente proporzionali alla frequenza.

Ne consegue quindi che bisogna raggiungere un compromesso nel fissare la capacità di C4; per esempio, nel mio prototipo, 2,2 pF è il valore più idoneo per avere un controllo dolce della reazione a 1620 kHz, ma insufficiente a 531 kHz.

Se si collega il generatore R.F. su TP1 (scollegando ovviamente l'antenna) e l'oscilloscopio su TP2, ponendo al minimo i controlli di volume e reazione, e assegnando ai condensatori C1, C3 e C6 i valori indicati nell'elenco dei componenti, si ottiene il diagramma di **figura 4** rappresentato in tratto continuo. Per evidenziare l'influenza sul guadagno delle capacità dei condensatori di accoppiamento, ho indicato in tratteggio, nella stessa **figura 4**, la *risposta in frequenza* ottenuta con C1 = 12 pF, C3 = 12 pF e C6 = 100 pF. In entrambe le *risposte* il guadagno massimo si ottiene a circa 1200 kHz.

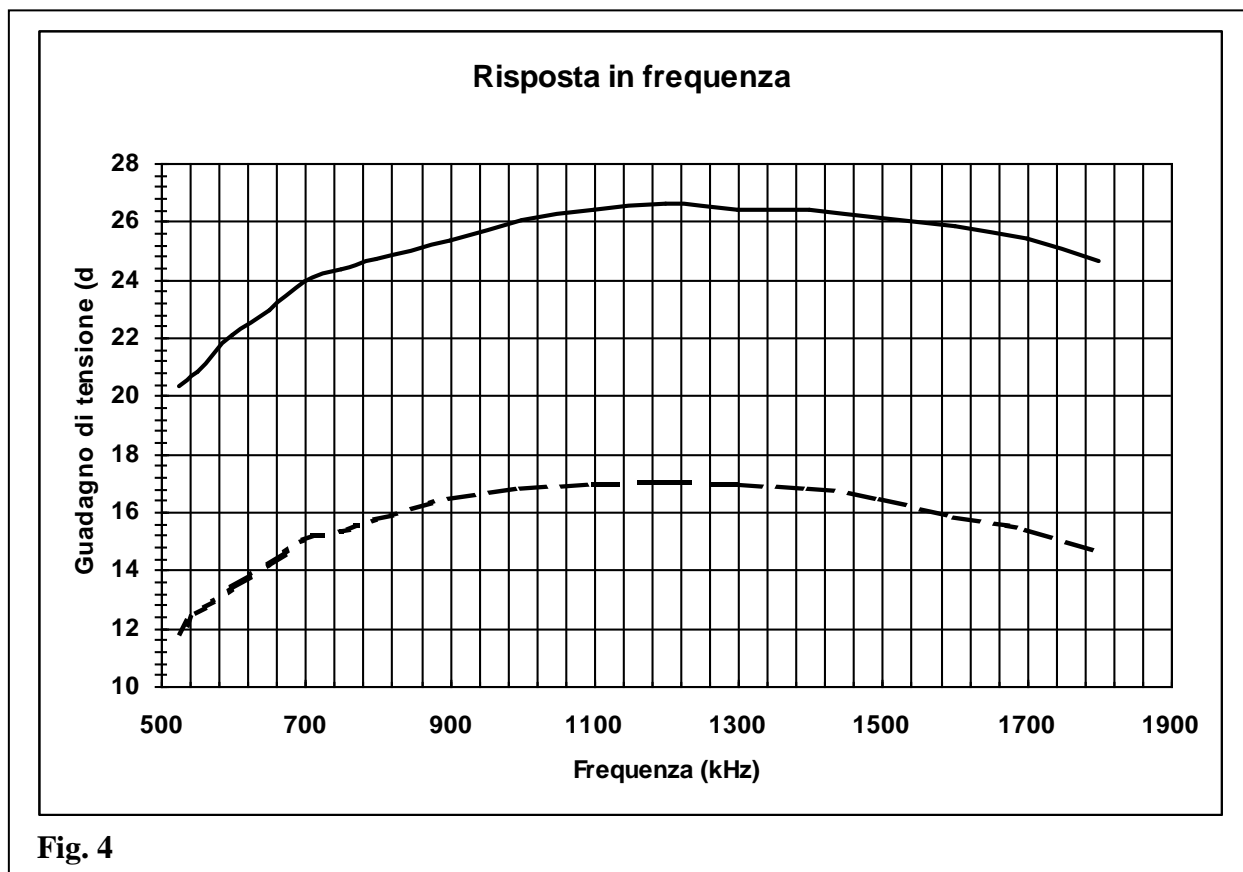


Fig. 4

La procedura è semplicissima. Regolate l'uscita del generatore R.F. per un segnale sinusoidale di ampiezza pari a 50 mVpp (volt picco picco) e della frequenza stabilita, per esempio 1200 kHz.

Sintonizzando il ricevitore sulla stessa frequenza vedrete l'ampiezza dell'onda sinusoidale aumentare repentinamente e assumere il valore massimo di 1070 mVpp.

Il rapporto tra i due valori di tensione vi darà il guadagno:

$$G = V_{out} / V_{in} = 1070 / 50 = 21,4$$

che corrisponde ad un guadagno in **decibel** pari a:

$$G_{(dB)} = 20 \cdot \log_{10} (V_{out} / V_{in}) = 20 \cdot \log_{10} (1070 / 50) = 26,6 \text{ dB.}$$

Ripetendo la stessa procedura per le altre frequenze della gamma (per esempio, ogni 100 kHz) potrete calcolare i relativi guadagni e tracciare poi la curva.

Il fattore di merito **Q** del circuito risonante senza reazione è risultato 57 alla frequenza di 1200 kHz. Per calcolare **Q** ho variato la frequenza del generatore R.F. (dopo aver sintonizzato il circuito risonante per la massima tensione in uscita a 1200 kHz) fino ad avere sullo schermo dell'oscilloscopio un segnale sinusoidale di ampiezza pari a 0,707 volte il valore massimo (-3dB). Com'è noto, tale condizione si ottiene sia ad una frequenza leggermente superiore (**f₂**) della frequenza di risonanza (**f_R**), sia ad una frequenza inferiore (**f₁**); nel mio caso le due frequenze sono risultate di 1206 kHz (**f₂**) e 1185 kHz (**f₁**). Pertanto la banda passante **B** a -3 dB è:

$$B = f_2 - f_1 = 1206 - 1185 = 21 \text{ kHz}$$

Conseguentemente, il fattore di merito **Q** a 1200 kHz (senza reazione) è:

$$Q = f_R / B = 1200 / 21 = 57$$

Tale valore può sembrare troppo basso e indice di una bobina poco efficiente, atteso che quasi tutte le perdite sono imputabili ad essa e non al condensatore variabile in aria, ma bisogna tener presente che il circuito risonante è *caricato* sia a monte, dal secondo stadio amplificatore R.F., sia a valle, dal rivelatore di griglia...*pardon* di gate. Quando innesca la reazione, però, il fattore di merito aumenta rapidamente e può raggiungere valori elevati.

Invece di 'giocare' sulla capacità dei condensatori di accoppiamento C1, C3 e C6, il guadagno degli stadi amplificatori può essere variato in altri modi più 'eleganti'.

Per esempio, si possono sostituire i resistori R3 e R6 con trimmer dello stesso valore e collegare i cursori a massa tramite i rispettivi condensatori C2 e C5 (che ovviamente vanno scollegati dai source), la cui capacità può essere aumentata fino a 100 nF.

Nella **tabella 1** ho riportato le tensioni, misurate rispetto a massa, e le correnti c.c. rilevate con il tester digitale.

TABELLA 1			
	V_D(e) (V)	V_S(e) (V)	I_D (mA)
FT1	11,19	0,60	1,30
FT2	11,21	0,53	1,14
FT3	5,34	2,10	
TR1	9,38	4,63	

Ricordo che a causa della nota dispersione dei parametri tra un esemplare e l'altro di uno stesso tipo di transistor (bipolare o FET) e della tolleranza dei componenti, i valori delle tensioni e delle correnti possono subire variazioni significative.

Come tutte le cose, anche questo tipo di reazione ha il suo "*rovescio della medaglia*".

A Roma, nel mese di febbraio 2004, le più forti stazioni locali erano quattro: Radio Vaticana a 585 kHz, due stazioni RAI 2 a 846 kHz e a 1107 kHz, e la stazione RAI 1 a 1332 kHz.

Ebbene, se sintonizzavo le frequenze di 1692, 1431 e 522 kHz ascoltavo i deboli segnali dei prodotti di battimento (somma e differenza) tra Radio Vaticana e le due stazioni di RAI 2.

Infatti, 585 + 1107 = 1692kHz; 585 + 846 = 1431 kHz; 1107 - 585 = 522 kHz; 846 - 585 = 261 kHz. In pratica, su queste frequenze si ascoltavano contemporaneamente i programmi di Radio Vaticana e di RAI 2. L'ultima frequenza era troppo fuori gamma e per riceverla ho introdotto provvisoriamente all'interno della bobina una barretta di ferrite; in tal modo sono sceso di frequenza fino a circa 250 kHz e ho ascoltato anche i principali radiofari.

Tuttavia, poiché dal 15 maggio 2004 a Roma è operante una sola stazione locale RAI che trasmette su 1107 kHz, le frequenze spurie si riducono a due: 1692 kHz e 522 kHz, entrambe fuori gamma.

Comunque, questo inconveniente è il prezzo da pagare per aver omesso la bobina L_R e l'ingombrante condensatore variabile in aria C_R ; in compenso ho il vantaggio di una maggiore sensibilità e di una minore interdipendenza tra il controllo di reazione e il controllo di sintonia; infatti, sintonizzando una stazione e aumentando il tasso di reazione, è necessario un lievissimo ritocco della capacità del condensatore variabile di sintonia per ricevere la stessa stazione, ritocco che è invece di maggiore entità con il circuito di Schnell e con gli altri circuiti rigenerativi classici.

Il disaccoppiamento tra gli stadi è affidato ai resistori R16 e R17 e ai condensatori C16 e C17.

Il resistore R1 evita autoscillazioni quando si scollega l'antenna dal ricevitore.

Eventuali basse frequenze captate dall'antenna sono fugate a terra tramite l'impedenza J1.

Tutti i componenti del ricevitore sono reperibili nei migliori negozi di componentistica elettronica o presso la *RS Components S.p.A.* di Milano.

L'unico componente da autocostruire è la bobina di sintonia, che nel mio caso è formata da 100 spire di filo di rame smaltato da 0,3mm, avvolte su tubo bachelizzato del diametro di 25mm, con presa alla 25^a spira lato massa.

Il condensatore variabile in aria da me impiegato ha due sezioni con capacità complessiva massima di circa 750pF ed è munito di demoltiplica meccanica, utile per una sintonia più agevole.

Il potenziometro P2 è il controllo di volume e il cursore va collegato all'ingresso di un qualsiasi amplificatore di bassa frequenza (LM386, TAA611B, TDA2002, ecc.).

Se l'alloggiamento ovvero il contenitore del potenziometro P1 che controlla la reazione è metallico deve essere collegato a massa per evitare l'*effetto mano*.

Come antenna ho impiegato il dipolo monobanda per i 20 metri, collegando all'ingresso del ricevitore il solo conduttore centrale del cavo coassiale RG58.

La presa di terra è indispensabile: è sufficiente il collegamento alla massa del termosifone.

Per le misure ho impiegato i seguenti strumenti:

1. Oscilloscopio 20 MHz doppia traccia (UNAOHM – mod. G4030)
2. LCR (METER INTERNATIONAL CORP. – mod. MIC-4070D)
3. Frequenzimetro digitale (LUTRON – mod. FC-1200)
4. Multimetro digitale (DIGIMASTER – mod. DM-85)

* * *