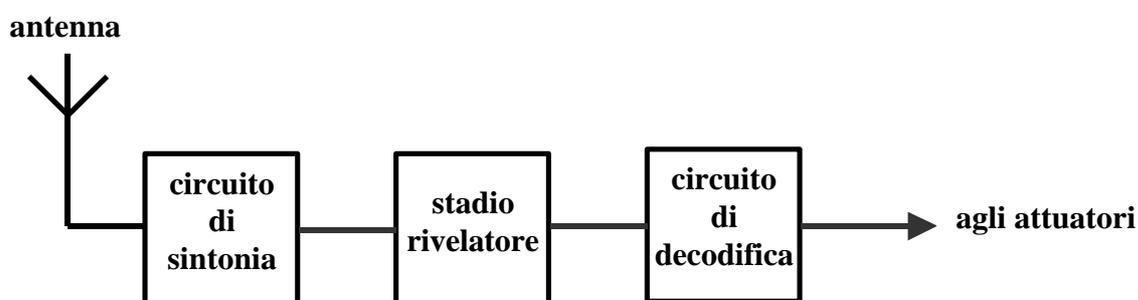


Singola, o doppia ?

Non sto parlando della camera d'albergo da prenotare in occasione della vostra prossima gara aeromodellistica (comunque, nel caso vi accompagnasse Naomi, consiglio vivamente la doppia...), ma del tipo di conversione impiegata sui nostri attuali ricevitori per radiocomando. Mi è sembrato infatti che ci sia carenza di informazione in materia: cercherò di chiarire i principi di funzionamento delle due tipologie, senza addentrarmi in particolari troppo tecnici (spero che i puristi perdoneranno le inevitabili semplificazioni).

Un po' di storia

Agli albori del nostro hobby venivano impiegati ricevitori assai semplici, costituiti come nello schema a blocchi che segue



Il **circuito di sintonia** è sintonizzato sulla frequenza emessa dal trasmettitore.

Lo **stadio rivelatore** ricostruisce il segnale, generato dal trasmettitore, che contiene le informazioni relative alla posizione dei comandi.

Il **circuito di decodifica** estrae dal segnale ricostruito dal rivelatore i comandi da inviare agli attuatori.

Il principale difetto di questo circuito consiste nella cattiva *selettività*, cioè dalla scarsa capacità di scartare segnali interferenti aventi frequenza vicina a quella emessa dal relativo trasmettitore. Supponiamo infatti di operare sul nostro attuale canale 81, cioè alla frequenza di 40.815 MHz, e di ricevere in antenna anche un segnale interferente a 40.835 MHz (canale 83); la frequenza differenza tra le due sarà pari a: $40.835 - 40.815 = 0.020$ MHz. Rispetto alla frequenza di lavoro, in percentuale, questo valore è:

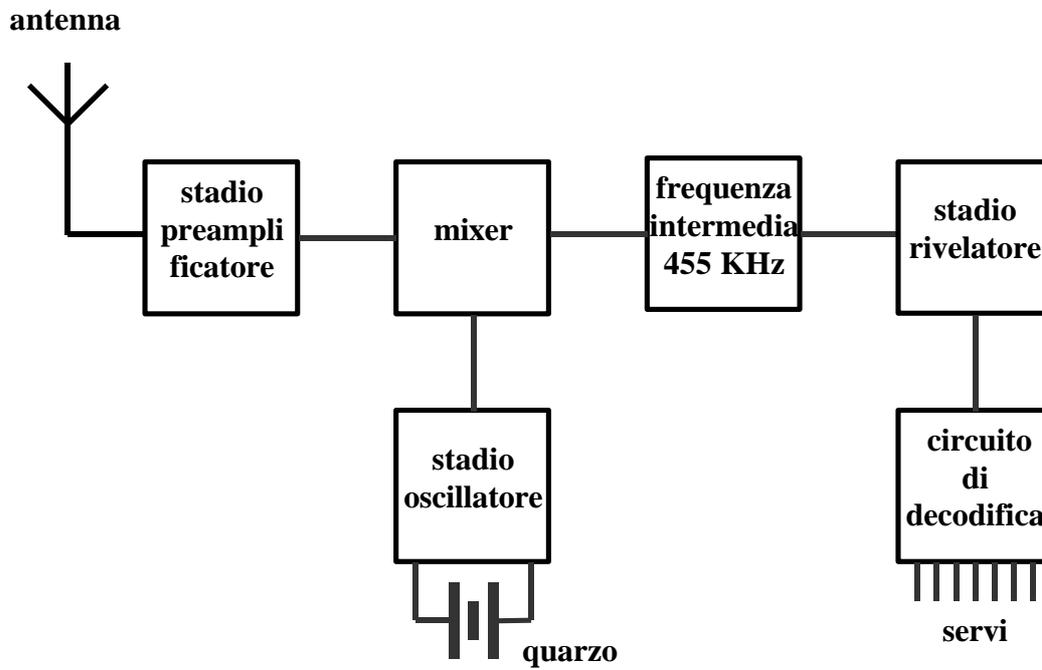
$$0.020 : 40.815 \times 100 = 0.049 \% ;$$

non esistono stadi rivelatori che possano discriminare frequenze contigue così prossime. In altre parole il nostro modello, sul quale avessimo installato questo ipotetico ricevitore, in presenza di una emissione radio su una frequenza prossima alla sua, sarebbe inesorabilmente destinato al volo libero...

Simili ricevitori non sono più in uso da svariati anni; ho descritto questo circuito perché contribuirà alla comprensione di quanto vedremo in seguito.

Supereterodina a singola conversione

Il ricevitore attualmente più utilizzato nei nostri radiocomandi è illustrato nello schema a blocchi che segue



Lo **stadio preamplificatore** ha il compito di adattare i segnali provenienti dall'antenna ai requisiti richiesti dai circuiti successivi; in particolare, in questo stadio è presente il circuito A.G.C. (Automatic Gain Control = controllo automatico di guadagno), che limita l'amplificazione in presenza di segnali forti, allo scopo di evitare la saturazione degli stadi che seguono.

Lo **stadio oscillatore** è pilotato dal quarzo di ricezione: questo deve avere una frequenza di oscillazione pari a quella del quarzo di trasmissione, meno il valore della frequenza intermedia, che in questi apparati è pari a 455 KHz (usando il canale 81 dell'esempio precedente: $40.815 - 0.455 = 40.360$ MHz).

Il **mixer** effettua la miscelazione dei segnali provenienti dal preamplificatore e dall'oscillatore; tenendo conto di quanto detto sopra, alla sua uscita sarà sempre presente un segnale avente frequenza pari a 455 KHz (nel solito esempio: $40.815 - 40.360 = 0.455$ MHz).

Lo **stadio a frequenza intermedia** è accordato sulla frequenza di 455 KHz, ed ha il compito di eliminare tutte le altre frequenze presenti al suo ingresso.

Lo **stadio rivelatore** ricostruisce il segnale, generato dal trasmettitore, che contiene le informazioni relative alla posizione dei comandi.

Il **circuito di decodifica** estrae dal segnale ricostruito dal rivelatore i comandi da inviare ai servi.

A questo punto qualcuno potrebbe chiedersi: perché tante complicazioni (cambi di frequenza, miscele, ecc.) ? A cosa serve tutto ciò?

Ovviamente la risposta è: serve, eccome se serve!

Riprendiamo l'esempio del ricevitore che lavora a 40.815 MHz, ed è interferito da una frequenza di 40.835 MHz: bene, all'uscita del mixer della nostra supereterodina troveremo entrambe i segnali, convertiti di frequenza, il primo a $40.815 - 40.360 = 0.455$ MHz, il secondo a $40.835 - 40.360 = 0.475$ MHz. La differenza in frequenza tra i due segnali è ovviamente rimasta invariata ($475 - 455 = 20$ KHz), ma percentualmente i nuovi calcoli ci dicono che rispetto alla frequenza di lavoro, il segnale interferente sarà scostato di:

$$20 : 455 \times 100 = 4.39 \% !$$

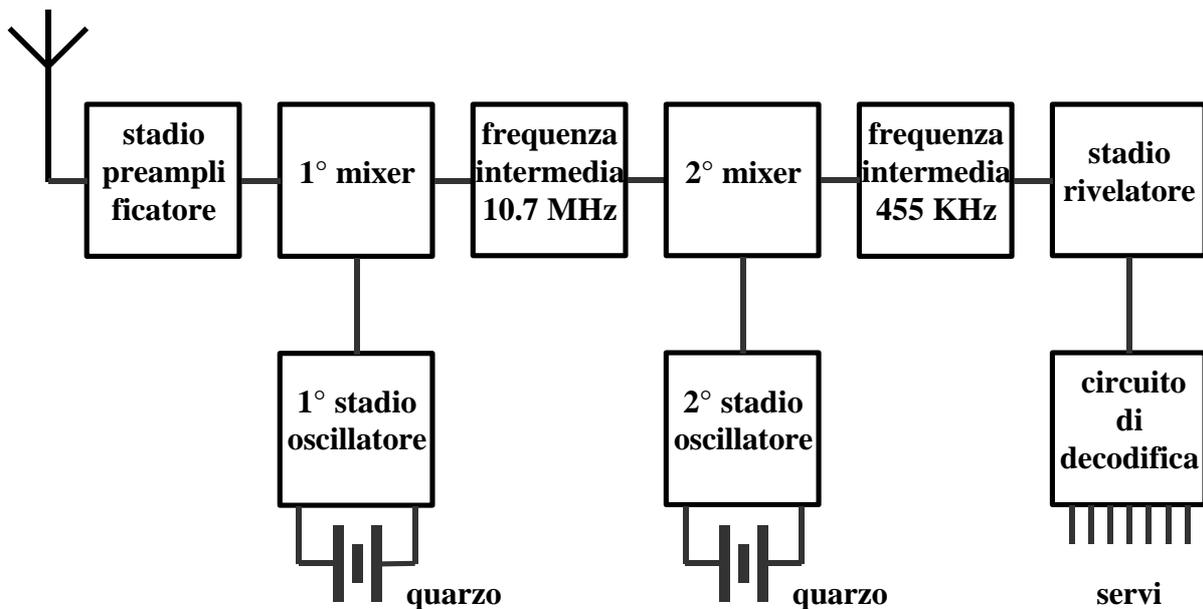
Lo stadio a frequenza intermedia che segue, accordato a 455 KHz, sarà agevolmente in grado di eliminare un segnale che dista dalla sua propria frequenza di oltre il 4%

Questo spiega perché l'impiego del circuito supereterodina è assolutamente necessario, se ci si vuole proteggere da segnali non voluti, sia che questi siano emessi da altri radiocomandi che operano su canali adiacenti al nostro, sia che vengano generati da impianti radio destinati alle comunicazioni.

Supereterodina a doppia conversione

Negli ultimi tempi sono stati presentati, e stanno ottenendo notevole successo commerciale, i nuovi ricevitori a doppia conversione: vediamo come funzionano, e se il loro impiego è veramente conveniente. Come al solito, illustriamo prima lo schema a blocchi

antenna



Lo **stadio preamplificatore** è identico a quello descritto nel ricevitore a singola conversione.

Il **1° stadio oscillatore** è pilotato dal quarzo di ricezione: questo deve avere una frequenza di oscillazione pari a quella del quarzo di trasmissione, meno il valore della prima frequenza intermedia, che in questi apparati è pari a 10.7 MHz (usando il canale 81 dell'esempio precedente: $40.815 - 10.7 = 30.115$ MHz).

Il **1° mixer** effettua la miscelazione dei segnali provenienti dal preamplificatore e dal primo oscillatore; tenendo conto di quanto detto sopra, alla sua uscita sarà sempre presente un segnale avente frequenza pari a 10.7 MHz (nel solito esempio: $40.815 - 30.115 = 10.7$ MHz).

Il **1° stadio a frequenza intermedia** è accordato sulla frequenza di 10.7 MHz, ed ha il compito di eliminare tutte le altre frequenze presenti al suo ingresso.

Il **2° stadio oscillatore** è pilotato da un quarzo, non intercambiabile, posto all'interno del ricevitore: questo deve avere una frequenza di oscillazione pari a quella della prima frequenza intermedia, meno il valore della seconda frequenza intermedia, che in questi apparati è ancora pari a 455 KHz, quindi $10.7 - 0.455 = 10.245$ MHz.

Il **2° mixer** effettua la miscelazione dei segnali provenienti dalla prima frequenza intermedia e dal secondo oscillatore; tenendo conto di quanto detto sopra, alla sua uscita sarà sempre presente un segnale avente frequenza pari a 455 KHz ($10.7 - 10.245 = 0.455$ MHz).

Il **2° stadio a frequenza intermedia** è accordato sulla frequenza di 455 KHz, ed ha il compito di eliminare tutte le altre frequenze presenti al suo ingresso.

Lo **stadio rivelatore** e il **circuito di decodifica** sono identici a quelli descritti nel ricevitore a singola conversione.

Anche qui vale l'equazione: maggiore complicazione = migliori prestazioni

Con alcuni semplici passaggi matematici (così diceva sempre il mio professore di Fisica, prima di riempire sei metri quadri di lavagna con un'interminabile sequela di equazioni...) si dimostra che l'utilizzo di due successive conversioni di frequenza comporta un nuovo, importante incremento nella *selettività* del ricevitore; ciò significa che, a parità di ogni altra condizione (potenza del trasmettitore, sensibilità del ricevitore, antenne, ecc.) otterremo sempre una migliore *ricezione* (è il corretto termine tecnico, vuol dire rigetto) dei segnali e dei disturbi presenti su frequenze immediatamente adiacenti a quella su cui operiamo.

Allora, è conveniente l'impiego di un ricevitore a doppia conversione? Tenendo presente che i vantaggi descritti sopra non hanno alcuna contropartita negativa (a parte, ovviamente, il maggior costo...), e che le frequenze radio sono, e saranno sempre più, affollate dal proliferare di nuovi servizi, la risposta può essere una sola: sì, incondizionatamente sì!

Parliamo dei quarzi

Quanto esposto fino ad ora dovrebbe aver contribuito a chiarire alcuni dubbi che si affacciano quando si debbono scegliere i quarzi destinati ai propri apparati: vediamo di riassumere.

Il canale di trasmissione, oltre ad essere contrassegnato da un numero attribuito dall'apposito Comitato Internazionale (ad esempio, canale 81), è caratterizzato dalla frequenza operativa (nel caso indicato 40.815 MHz): questo valore indica la frequenza a cui opera il trasmettitore, e quindi il quarzo installato nel TX è "tagliato" per oscillare proprio alla frequenza nominale del canale.

Per quanto riguarda il ricevitore, bisogna invece distinguere i due casi:

- *Ricevitore a singola conversione*
Il quarzo del ricevitore deve oscillare alla frequenza di trasmissione, meno il valore della media frequenza di conversione, che vale 455 KHz (pari a 0.455 MHz); riprendendo l'esempio precedente relativo al canale 81, abbiamo che:
 $40.815 - 0.455 = 40.360$ MHz – frequenza reale del quarzo da montare sul ricevitore.
- *Ricevitore a doppia conversione*
Il quarzo del ricevitore deve oscillare alla frequenza di trasmissione, meno il valore della **prima** media frequenza di conversione, che vale 10.7 MHz; riprendendo il solito esempio relativo al canale 81, abbiamo che:
 $40.815 - 10.7 = 30.115$ MHz – frequenza reale del quarzo da montare sul ricevitore.

Nella pratica, i costruttori di radiocomandi marcano i quarzi da montare sui loro apparati con l'indicazione del canale e della frequenza nominale, in modo da non richiedere all'utente fastidiosi calcoli: ma la frequenza **reale** dei quarzi utilizzati sulle riceventi non corrisponde a quella stampigliata sul loro involucro.

Questo spiega (almeno lo spero...) perché non si possono invertire i quarzi tra TX e RX, e il motivo della non intercambiabilità dei quarzi di ricezione fra RX a semplice e doppia conversione.

Ultime note

Negli ultimi tempi ho avuto modo di constatare che c'è spesso confusione tra i termini **doppia conversione** e **PCM**: probabilmente ciò è dovuto al fatto che, quasi sempre, i ricevitori di fascia alta possiedono entrambe queste caratteristiche. In realtà, non c'è nessun nesso tra le due prestazioni: possono esistere ricevitori PPM a doppia conversione (e in commercio ne sono presenti alcuni) e ricevitori PCM a singola conversione. PCM, infatti, è l'acronimo di Pulse Code Modulation... ma no, il discorso è interessante, ma diventerebbe troppo lungo!

Se vorrete, ne parleremo una prossima volta...

Andrea Avagliano