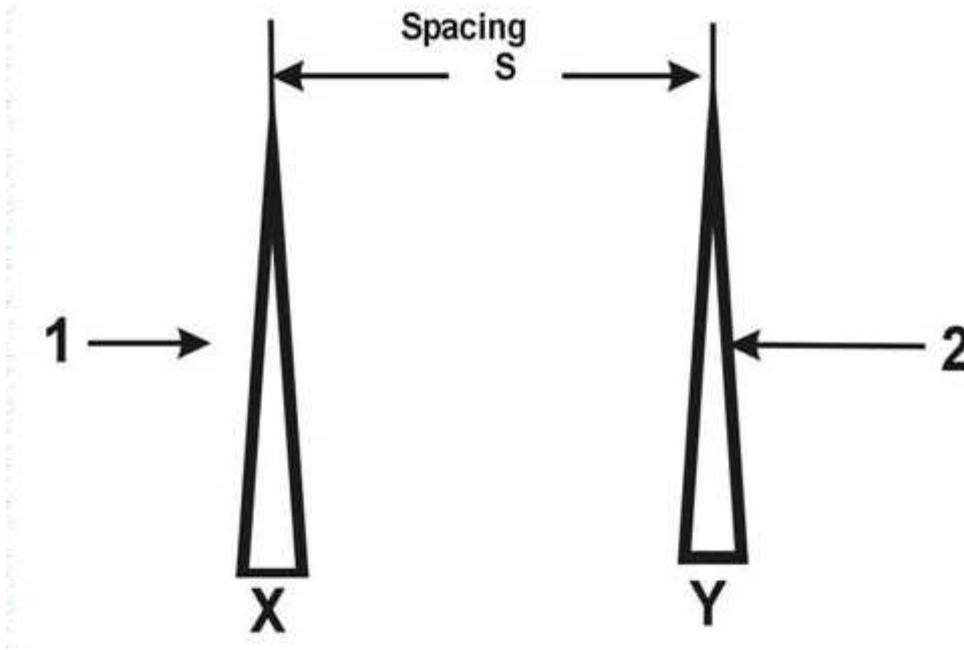


Crossfire Phasing (by W8JI)

La maggior parte dei sistemi d'antenna amatoriali in fase sono copie o idee basate su installazioni a singola frequenza, come per stazioni broadcasting in AM. La maggior parte del mio lavoro si è svolto su sistemi HF e nell'ambito delle bande amatoriali. Generalmente questi sistemi richiedono ampie larghezze di banda, anziché un certo lobo su una singola frequenza.

Il modo appropriato per estendere la larghezza di banda è di usare il "crossfire phasing", dove la fase di un elemento è ruotata di 180° e il ritardo è impostato approssimativamente alla distanza di spaziatura. Vediamo come funziona:

Abbiamo due elementi con una spaziatura "s" tra X e Y. Il segnale proviene dalla direzione 1 o 2



Ora supponiamo che le antenne X e Y di cui l'immagine, siano spaziate 90 gradi sugli 80 metri.

La modalità tradizionale ritarderebbe la fase del segnale di alimentazione su entrambi X o Y di $180-s = 90$ gradi. In altre parole normalmente pensiamo che per una spaziatura di $\frac{1}{4}$ d'onda sia necessario una linea di ritardo di $\frac{1}{4}$ d'onda.

In questo esempio, immaginiamo l'alimentazione di X in ritardo di 90 gradi rispetto l'alimentazione di Y. Prendiamo a riferimento un segnale che arrivi a X dalla direzione 1. Come riferimento possiamo chiamarlo 0 gradi.

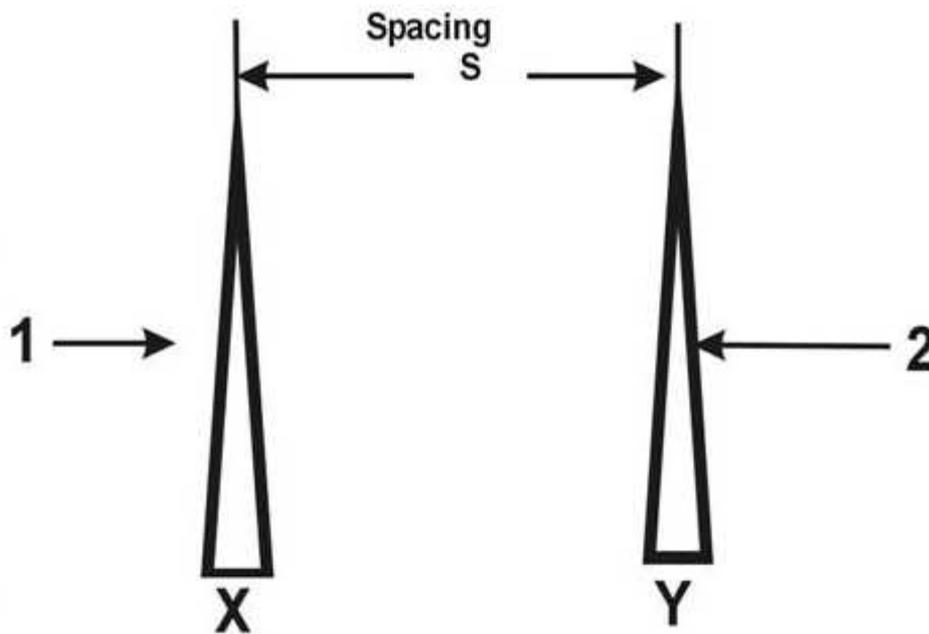
Lo stesso segnale dalla direzione 1 prosegue arrivando ad Y. Avendo questo viaggiato per una distanza di ulteriori 90 gradi (spaziatura $\frac{1}{4}$ d'onda), arriva a Y 90 gradi dopo. Questo ritardo è dovuto alla distanza fisica percorsa nello spazio tra le due antenne X e Y alla definita velocità dell'onda (velocità della luce).

Nel nostro sistema in fase, ricordiamo X essere in ritardo rispetto a Y. Questo comporta che i due segnali da X e Y arrivino ad un punto comune del sistema di alimentazione con ulteriori cambiamenti.

Al segnale di riferimento fase 0 di X si aggiunge -90 di ritardo introdotto. Il risultato è che il segnale da X arriva al punto comune con un ritardo di -90 gradi.

I segnali di X e Y sono perfettamente in fase, il risultante segnale è la somma in fase dei due segnali. Il nostro livello ricevuto duplica rispetto un singolo elemento.

Ora vediamo con il segnale proveniente dalla direzione 2.

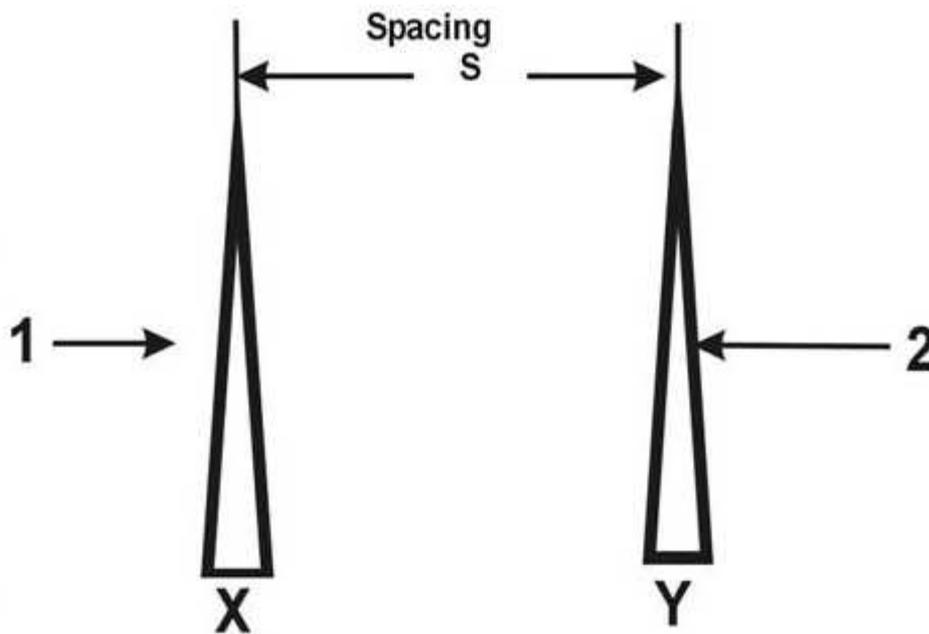


Per un segnale proveniente dal punto 2, la fase dell'elemento Y diventa il nostro riferimento 0 gradi.

L'elemento X riceve il segnale 90 gradi più tardi per una fase di -90 . Questo è l'elemento alimentato attraverso una linea di ritardo di -90 gradi. -90 gradi di ritardo della fase dell'elemento X oltre al tempo di viaggio nello spazio da Y a X si aggiungono ai -90 della linea di ritardo, per un risultato di -180 gradi di sfasamento al punto comune.

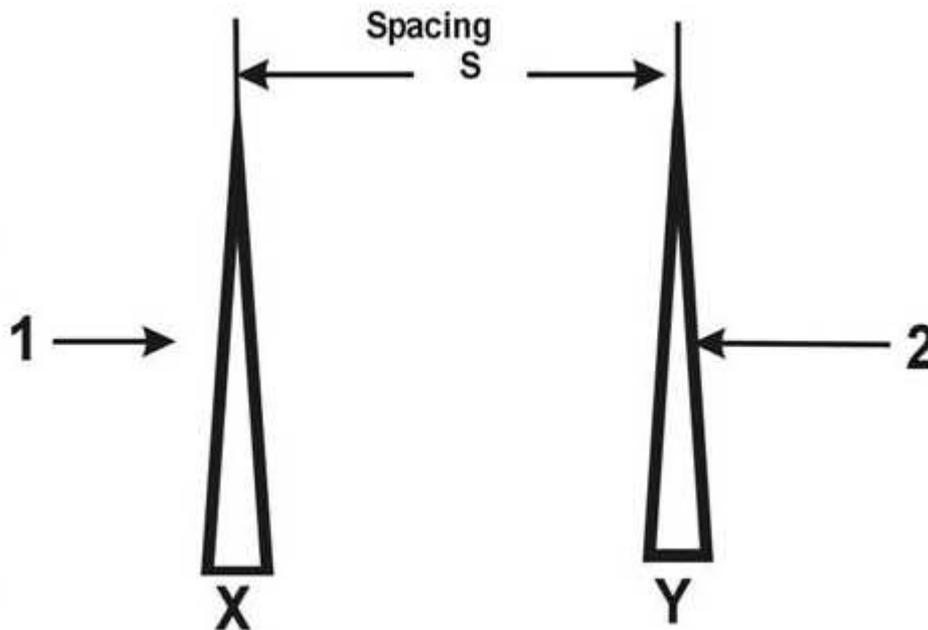
Essendo Y a 0, aggiungendo al punto comune -180 di ritardo dal segnale di X, i segnali si sottraggono esattamente a 0. Non c'è risposta nella direzione 2 fin quando il livello dei segnali si equivale.

Supponiamo di spostare il nostro sistema sui 160 metri, dove la stabilita linea di ritardo e la spaziatura risultano ora essere entrambe di 45 gradi.



La direzione in fase di 1 è ancora la somma diretta dei due segnali, ma la direzione fuori fase diventa $(-45) + (-45)$ gradi, ovvero -90 gradi al punto comune. La somma vettoriale del segnale (\sin di 90 gradi = 1) è ora unitario. Questo determina un "null" molto scarso.

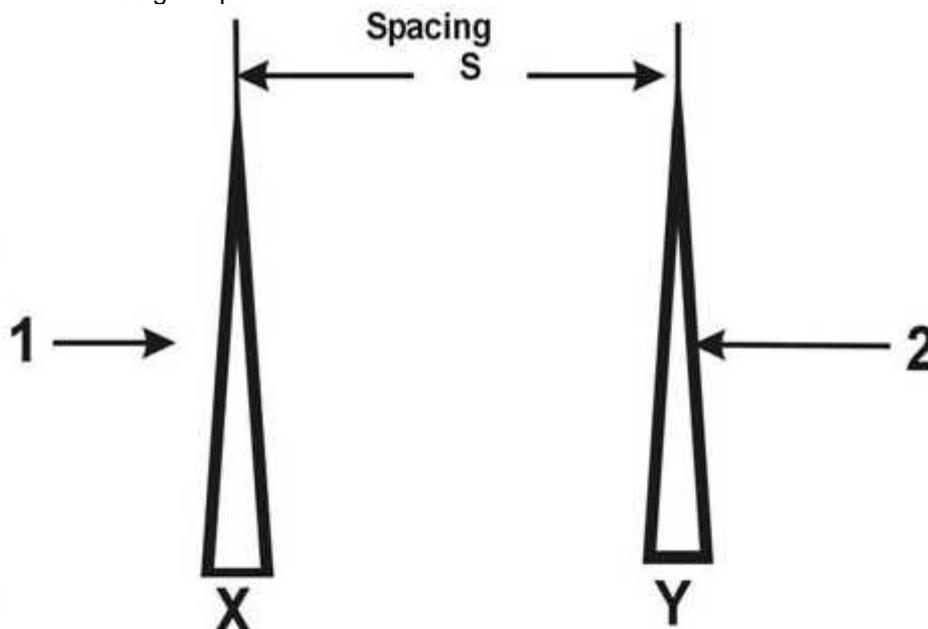
Se ci spostiamo nuovamente in 80 metri e da qualche parte nel sistema invertiamo un elemento di 180 gradi, avremo quanto segue:



Da 1 abbiamo $X = 0$ gradi più -90 attraverso l'aria diventa -90 su Y. Immaginando Y invertito di fase (funziona anche se rovesciamo solo X. Non importa quale degli elementi rovesciamo o invertiamo la fase). La fase su Y è -90 ma ruotata dalla parte opposta del circolo di fase per via della rotazione speculare di 180 apportata sull'elemento Y. -90 con una rotazione di 180 equivale a $+90$. Questo combina con il ritardo di -90 dell'elemento X per via della linea di ritardo, e la somma dei due segnali di -90 e $+90$ di stesso livello equivale a 0. -90 è esattamente 180 gradi da $+90$, ora il sistema non risponde affatto nella direzione 1.

Quando il segnale arriva dalla direzione 2, la fase è ora rovesciata nello stesso modo e il risultato è un'addizione perfetta. Abbiamo $Y = 0$ gradi (essendo ora il nostro punto di riferimento 0 gradi) più l'inversione di 180 diventa -180 gradi. Il ritardo introdotto dal propagarsi dell'onda è -90 più -90 della linea di ritardo comporta un ritardo netto di -180 . Il risultato è che i segnali dalla direzione 2 sono ora in fase da entrambi gli elementi. L'unica cosa che cambia nel sistema aggiungendo una rotazione di 180 gradi su un elemento è l'inversione di direzione.

Ora diventa interessante, mi sorprende il fatto che sfugga a moltissimi progettisti d'antenne. Y è tutt'ora invertito di 180 gradi per via della fase ruotata.



Quando ci spostiamo in 160 metri, il ritardo dalla direzione 1 è:

$X = 0$ gradi, il nostro punto di riferimento. Il ritardo della linea aggiunge -45 gradi di ritardo, lo stesso come per la distanza l'onda è ritardata durante la percorrenza nello spazio da X a Y. Dal momento che la linea di ritardo e spazio sono gli stessi (in questo caso -45 gradi), il ritardo nella linea di ritardo e lo spazio effettivamente si cancellano. Sono entrambi -45 gradi. Essendo l'elemento Y invertito di 180 gradi dalla rotazione nel sistema di alimentazione, la fase combinata al punto comune è ora esattamente 180 gradi fuori fase. Il risultato è risposta zero dalla direzione 1!!!

Ancora più sorprendente, ciò è vero per ogni frequenza! C'è sempre un "null" perfetto dalla direzione 1 fermo restando ugual livello dei segnali e impedenze equivalenti su entrambe le antenne, nonché usare una linea fisica di ritardo anziché componenti discreti.

Nella direzione 2 abbiamo:

$Y = 0$ gradi (il segnale arriva lì prima, pertanto è il nostro riferimento) più 180 di rotazione al punto di alimentazione per una fase di -180 nel sistema di ritardo. In X abbiamo -45 di ritardo per la propagazione dell'onda nello spazio dall'antenna Y all'antenna X, più la linea di ritardo di -45 gradi per un totale di -90 di ritardo. Abbiamo -90 gradi di differenza di fase. Il segnale è lo stesso come per il segnale di un unico elemento.

L'unico effetto, riducendo la frequenza, è il calo di sensibilità dell'array. Abbiamo un minor segnale, ma questo lo avremmo avuto comunque anche usando il sistema di sfasamento comunemente usato a banda stretta. Siccome in un array trasmittente a basse perdite è presente mutuo accoppiamento, l'antenna avrà guadagno in questa configurazione. Sarà esattamente come un perfetto "null" posteriore. In un array ricevente con perdite, dove il mutuo accoppiamento è inondato di perdite, il livello del segnale ricevente sarà uguale come per il singolo elemento da solo.

Perché i radioamatori, che quasi sempre si spostano in frequenza, usano un sistema di sfasatura a singola frequenza $180-S$? (dove s è la spaziatura degli elementi in gradi) Probabilmente per la stessa ragione usiamo 90 e 180 gradi di "shift" per una quattro verticali in fase. Abbiamo iniziato in maniera errata e semplicemente continuiamo a fare la stessa cosa. Mentre questo non prevede banda passante per ottave in trasmissione, riduce sostanzialmente l'errore di fase in una singola banda. Prevede inoltre un metodo di sfasamento che ci consente di costruire arrays riceventi coprenti ottave senza alcuna perdita nella direzione del "null" o profondità.

Original source from W8JI, translated by I4LEC