

THEORY: Principi di funzionamento dei Metal Detector VLF/IB

Vuoi sapere cosa indica la frequenza operativa di un MD? E come faccia a riconoscere i vari metalli?

Cercherò di spiegartelo nel modo più semplice che conosco.

Il principio di funzionamento della maggior parte dei prodotti in commercio basati su tecnologia "Induction Balance" (Equilibrio di induzione) operanti con "Very Low Frequencies" (frequenze molto basse..da 1 a 30KHz) è più o meno il seguente.

Se si fa passare una corrente alternata all'interno della bobina trasmittente della piastra del nostro metal detector, grazie al principio di induzione, si genererà un campo elettromagnetico.

Questo campo magnetico circonda la bobina assumendo la forma di una grande "ciambella". In alcune zone di questa ciambella, fortemente legate alla forma della bobina, ci sarà una concentrazione maggiore di linee isomagnetiche che, come vedrai, permetteranno di individuare con maggiore intensità gli oggetti sepolti.

Le forme classiche di queste zone di maggiore intensità sono quella simil-conica per le piastre di tipo concentrico (vedi Fisher F2, White's Coinmaster, molti modelli Tesoro etc), simil-conica schiacciata con piastre concentriche ovali (vedi GARRETT ACE 150/250, Fisher F5), a chiglia di nave per le piastre Doppia D (XP Goldmaxx, Fisher F75, Teknetics T2, White's V3 etc)

Ti ricordo che questi "coni" e queste "chiglie di nave" (strette e lunghe) sono presenti simmetricamente sia sopra che sotto la piastra.

Andiamo avanti...

Questo campo magnetico pervade lo spazio intorno alla piastra sia in aria che in terra se, ovviamente, avviciniamo la bobina al terreno.

La produzione di questo campo magnetico è continua grazie al continuo flusso di corrente all'interno della bobina trasmittente.

Ora immagina questo "cono" (per semplicità) che inizia a penetrare il terreno.

Ma cavolo! Perché mi dicono che le bobine presenti in una piastra sono due? L'altra a cosa serve?

Serve per "ricevere" il segnale trasmesso che sarà "alterato" dalla presenza di oggetti metallici sepolti.

Qualcuno si potrà domandare... Ma normalmente, anche in assenza di oggetti metallici nei paraggi, la bobina ricevente non capta la presenza di quella trasmittente?

La risposta è....Ni...

I progettisti, attraverso un attento posizionamento geometrico e delle correzioni elettroniche, fanno in modo che questo fenomeno sia minimo. Tali accorgimenti vengono tecnicamente definiti "NULLING" di una piastra.

Ora... Cosa accade quando un oggetto metallico si trova nel campo magnetico emesso dalla bobina trasmittente?

Semplice... Il campo elettromagnetico induce una corrente elettrica nell'oggetto metallico. Questa corrente è molto particolare. Segue un percorso circolare sulla superficie dell'oggetto intorno ad un asse. E' come se fosse un "Vortice". Queste correnti vengono appunto definite "Correnti Eddy" da Eddy che in inglese significa vortice.

Altro fenomeno che accade è la deformazione/alterazione del campo magnetico emesso. Questo fa perdere il famoso "Equilibrio di induzione" di cui abbiamo parlato all'inizio che poi è il responsabile del NULLING.

In altre parole, quando un oggetto metallico viene investito dal campo magnetico, fa perdere l'equilibrio che impediva alla bobina ricevente di sentire quella trasmittente.

Siamo arrivati alle correnti eddy... non divaghiamo...

Queste correnti producono a loro volta un campo magnetico molto molto più debole di quello emesso dalla bobina trasmittente.

La bobina ricevente capta questo campo magnetico debole che, a sua volta, genera per induzione una corrente alternata all'interno della medesima bobina.

A questo punto il segnale ricevuto può essere pre-amplificato, amplificato e analizzato dai circuiti dell'unità centrale del MD.

Ma come fa il detector a distinguere i vari metalli?

Finalmente arriviamo al cuore del quesito...

Devi sapere che ogni oggetto metallico, a seconda della sua composizione, della sua forma e della sua posizione, possiede, tra le tante caratteristiche, due fattori che sono particolarmente importanti: la permeabilità magnetica e la conduttività elettrica.

La prima misura l'attitudine di un oggetto a magnetizzarsi, il secondo la "facilità" con cui esso è in grado di condurre corrente elettrica.

Quasi ogni metallo possiede caratteristiche che lo identificano da questi due punti di vista.

Gli oggetti in ferro, per esempio, hanno una elevata permeabilità magnetica ma una bassa conduttività elettrica. D'altra parte l'argento ha una bassa permeabilità magnetica ma una altissima conduttività elettrica (non a caso i migliori cavi per impianti HIFI sono realizzati in argento o in rame argentato).

Ma, in pratica, questi parametri, come influenzano il nostro segnale ricevuto dal MD?

Semplice...

Il segnale trasmesso è connotato da una certa frequenza operativa...Si tratta, per fare qualche esempio, di quei 8.5 KHz dell'EUROACE, del 14 KHz dell'M6, dei 18 KHz dell'XP Goldmaxx.

Quando il campo magnetico investe gli oggetti e si dà luogo alle eddy e al successivo campo magnetico e alla ricezione del nuovo segnale, ci sarà stato qualche altro cambiamento?

Risposta: SI!

Quello che cambia è un certo RITARDO TEMPORALE (detto "Ritardo di Fase") tra il segnale trasmesso e quello ricevuto. Questo ritardo è influenzato in modo particolare da quei due parametri di cui abbiamo appena parlato.

Per fare un esempio... All'aumentare della conduttività, aumenterà il Ritardo di fase. Studiando questo ritardo sarà possibile tentare di individuare quale tipo di metallo stiamo investigando. Si tratta di una stima che soffre di numerosi limiti specie al variare della dimensione dell'oggetto, della sua forma regolare o irregolare, all'aumentare della distanza dell'oggetto dalla bobina, della eventuale compresenza di minerali ferrosi o alcalini che alterano la rilevazione e persino della posizione (di piatto o di taglio) dell'oggetto rispetto alla bobina.

Abbiamo allora (spero) capito, con una lunga e pallosa introduzione, i principi che permettono di rilevare e identificare un oggetto metallico...

Rimane ora da spiegare un'altra cosa... Le differenti frequenze operative utilizzate!

La fisica e le evidenze empiriche ci dicono che minore è la frequenza impiegata e migliore sarà la sensibilità e la precisione di identificazione di metalli a maggiore conduttività (rame e argento per esempio) e la capacità di "penetrazione" del terreno, viceversa frequenze più alte avranno minore penetrazione, migliore sensibilità e precisione su metalli a minore conduttività (oro sottile, alluminio) e su oggetti molto minuti e sottili. Frequenze intermedie sono usate per ottenere un compromesso tra le due esigenze.

Perchè le alte frequenze (maggiori di 15 KHz per esempio) sono più efficaci sugli oggetti molto piccoli e sottili?

Anche qui la fisica ci viene in aiuto per capire...

La Legge di Lenz ci dice che all'aumentare della frequenza che genera il campo magnetico, la corrente eddy indotta sull'oggetto metallico sarà sempre intensificata verso la superficie. In altre parole coinvolgerà in maniera più intensa solo gli strati più esterni dell'oggetto. E' ovvio che se l'oggetto è minuto o sottile, utilizzare le frequenze alte sarà la scelta più intelligente ed efficace. Per altro le frequenze più alte sono, di solito, quelle meno disturbate dalle interferenze elettromagnetiche (EMI) derivanti dai tralicci dell'alta tensione, dai generatori elettrici, dalle auto etc.

Attenzione però... Le alte frequenze comportano due effetti collaterali principali... In primis tendono ad essere le meno efficaci nel gestire la mineralizzazione salina/alkalina (che aumenta la conduttività del terreno o dell'acqua in cui è contenuta) e hanno anche una minore efficacia nel segnalare oggetti ad altissima conduttività a causa del particolare principio di funzionamento dei sistemi di bilanciamento del terreno (per ulteriori approfondimenti su questi aspetti consultate il mio blog).

Spero di essere stato utile e non troppo noioso...

Leonardo/Bodhi3

Provenienza articolo: <http://bodhi3.wordpress.com/2011/11/10/theory-principi-di-funzionamento-dei-metal-detector-vlfib/>