

ANALISI SULL'INTERAZIONE TRA I DIVERSI ARVA NEI SEPPELLIMENTI MULTIPLI

Laboratory study by M.Eck, R.Sackl and M.Schober
Theoretical treatment by E. Oeljeklaus and M.Schreilechner
Summer 2006

Gli arva stanno cominciando a diventare sempre più complessi ad ogni nuova generazione, non ultimo per superare i problemi associati con i seppellimenti multipli. Per la prima volta in questo studio, le ragioni di fondo " i problemi associati ai seppellimenti multipli sono stati studiati sia attraverso un programma di laboratorio che con un trattato teorico ed era evidente che i metodi complessivamente differenti su questo argomento sono stati adottati dai vari fornitori di arva, deliberatamente oppure no.

Stato dell'arte : ora che il problema dei "massimi multipli" è stato risolto con l'introduzione degli apparecchi a tre antenne, il problema dei seppellimenti multipli rimane ancora come "l'ultima grande sfida" della prossima generazione di arva.

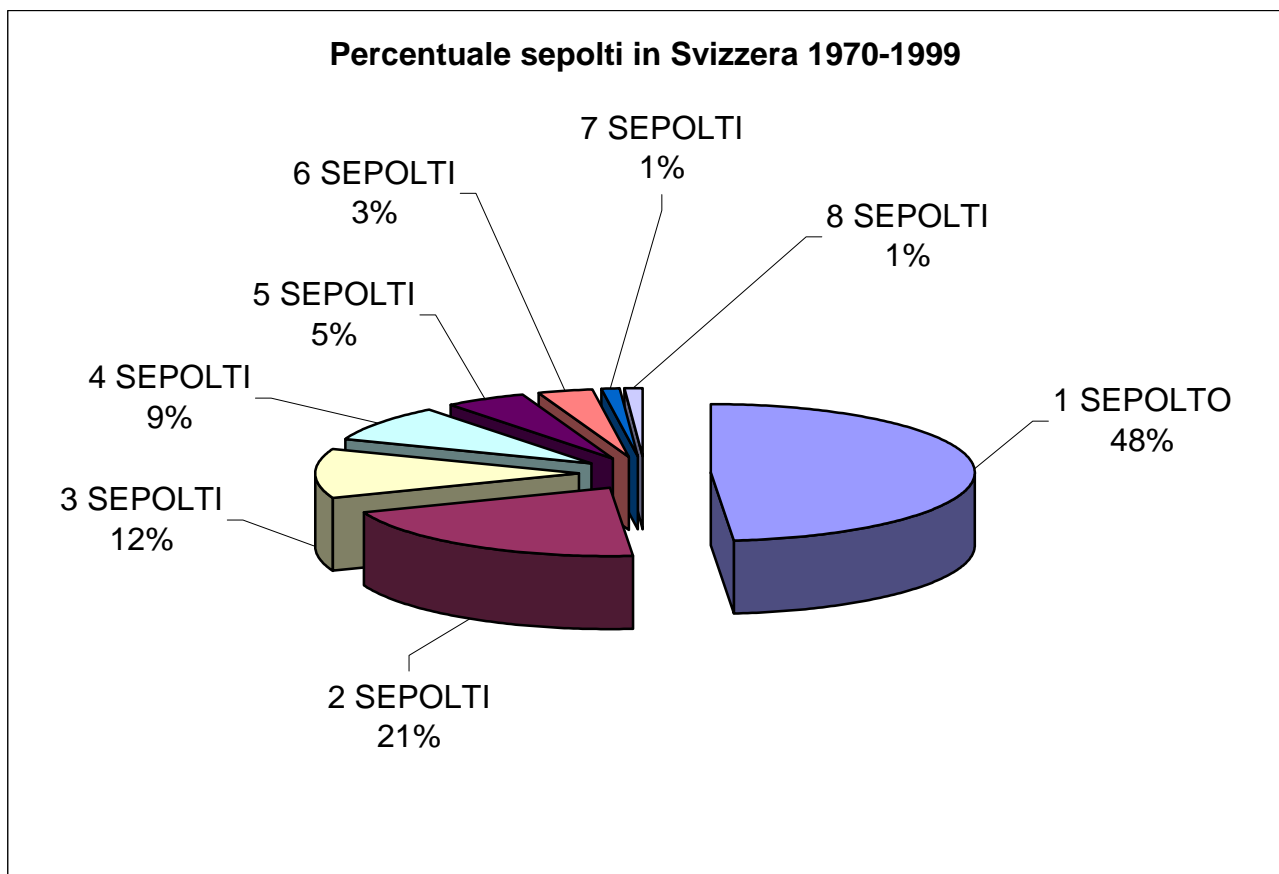
Limiti posti dalla fisica e dalle norme, e una ancora massiccia presenza di apparecchi di vecchio tipo sul mercato si contrappongono ancora ad una soddisfacente soluzione.

Il fatto è che i casi di seppellimenti multipli con almeno due vittime che si trovano vicine costituiscono una larga proporzione di tutti i seppellimenti richiede una seria considerazione .

I dati sugli incidenti da valanga nelle alpi svizzere dal 1970 al 1999 forniti da SLF a Davos sono stati analizzati e pubblicati in uno studio nel 2000.

Sulla base di tale studio, sono state pubblicate diverse analisi e lavori, fra gli altri anche proprio riguardo al problema della "sepoltura multipla". L'interesse più grande per questo studio sono le statistiche relative al numero di vittime per singolo incidente :

NUMERO SEPOLTI	NUMERO INCIDENTI	NUMERO PERSONE COINVOLTE	NUMERO INCIDENTI (%)	NUMERO PERSONE COINVOLTE (%)
1	339	339	72,75%	48,57%
2	72	144	15,45%	20,63%
3	27	81	5,79%	11,60%
4	15	60	3,22%	8,60%
5	7	35	1,50%	5,01%
6	4	24	0,86%	3,44%
7	1	7	0,21%	1,00%
8	1	8	0,21%	1,15%
TOTALE	466	698	100,00%	100,00%



Lo schema ci offre una chiara immagine della situazione : gli incidenti che coinvolgono più di una vittima sepolta sono decisamente

frequenti (27.25%). Arriviamo , in base al numero di persone coinvolte in tali incidenti, a valori oltre il 50%

Autori e indirizzi :

Markus Eck, UIAGM Mountainguide, member of the national teaching team for Austrian mountaineering and ski guide training, Karolingerweg 5, A-8430 Leibnitz, Austria, markus.eck@mecks.net

Rudolf Sackl, electronics engineer, R&D Manager, PIEPS GmbH, Frauentalerstrasse 102, A-8530 Deutschlandsberg, Austria, sackl.rudolf@pieps.com

Ing. Michael Schober, electronics engineer, CEO, PIEPS GmbH, Frauentalerstrasse 102, A-8530 Deutschlandsberg, Austria, schober.michael@pieps.com

Dipl.-Ing. Marcellus Schreilechner, UIAGM Mountainguide, Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, institute for water resource management, hydrogeology and geophysics, Roseggerstrasse 17, A-8700 Leoben, Austria, marcellus.schreilechner@joanneum.at

Prof. Dr. Eberhard Oeljeklaus, University of Bremen, subject area: mathematics / informatics, Bibliothekstrasse 1, D-28334 Bremen, Germany, oel@math.uni-bremen.de Page 1 of 7

STANDARD E LIMITI FISICI

Le norme vigenti obbligano tutti i fornitori ad accertarsi che i loro arva rispettino le disposizioni quando trasmettono i segnali. Una compatibilità "a scendere" sembra essere determinante in numerose normative, ed ha avuto un importante, in gran parte negativo, influsso sugli sviluppi degli apparecchi. Per il segnale trasmesso, riguardo alla frequenza di trasmissione, la durata del periodo di ripetizione dell'impulso, le norme consentono grandi tolleranze che cadono nella zona buona in quello che è oggi tecnicamente possibile, tuttavia le norme non permettono ulteriori caratteristiche di identificazione supplementare del segnale (modulazione).

In effetti il problema "delle sepolture multiple" si riduce al caso di due trasmettitori posti nelle immediate vicinanze l'uno all'altro e i cui segnali vengano ricevuti da un Arva in ricerca praticamente alla stessa intensità. Ciò essenzialmente provoca la frequente interferenza del segnale che prende la forma di modulazione del segnale (alternando interferenza costruttiva e distruttiva del segnale), qualcosa che nei dispositivi analogici (separazione acustica del segnale con la percezione umana) nei dispositivi digitali fortemente sviluppati (che usando analisi del segnale) possono discriminare sempre senza ambiguità.

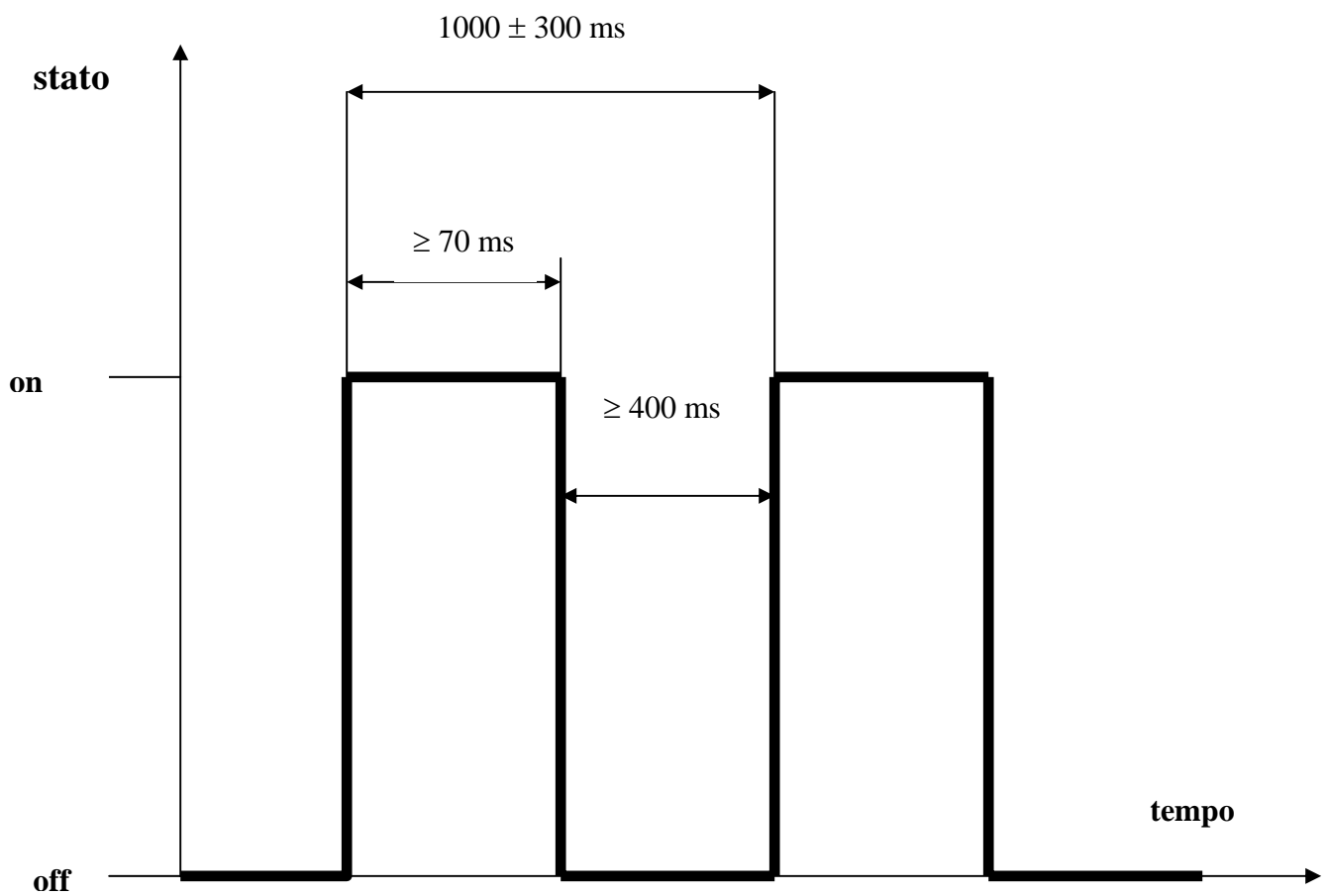
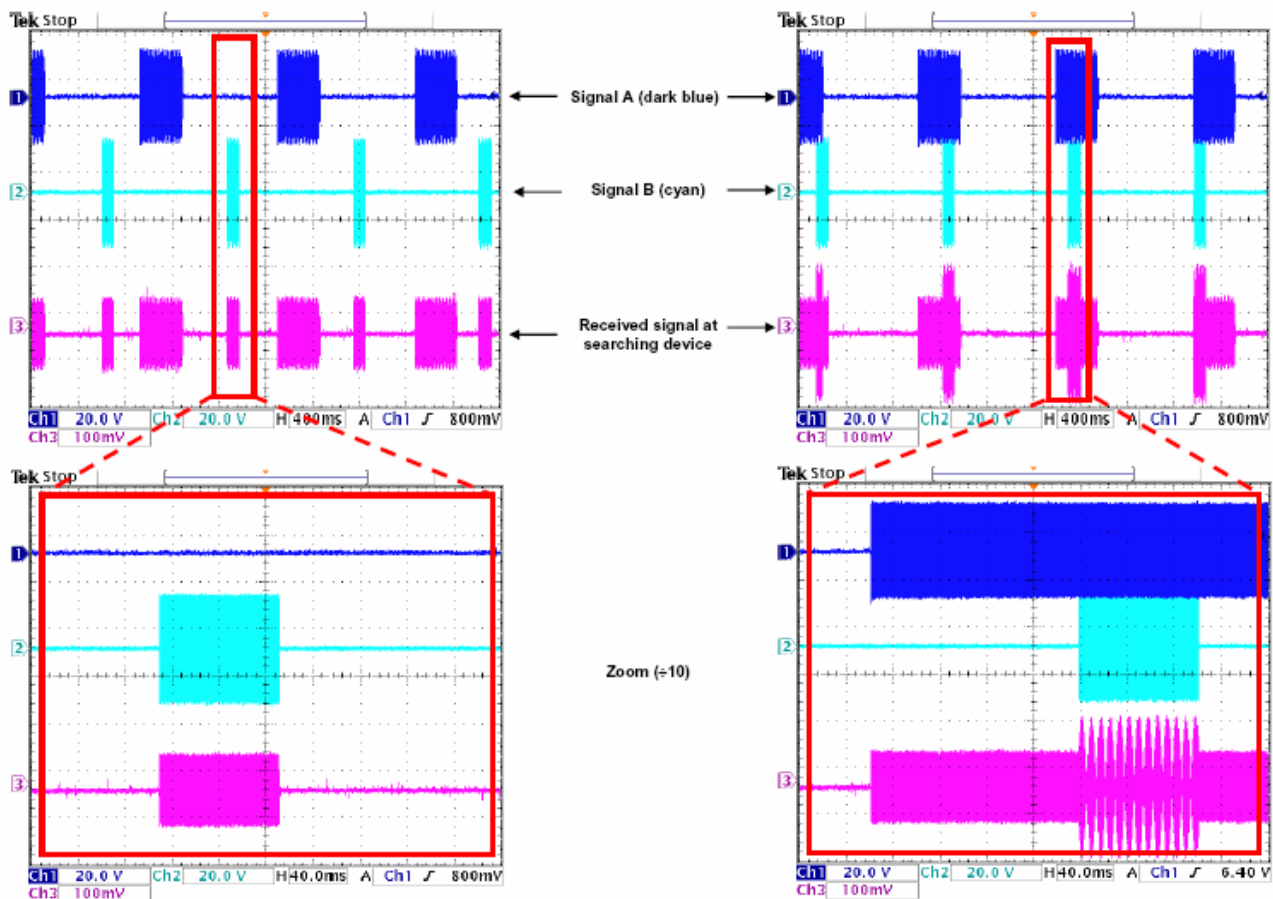


Fig.1 : Segnale conforme agli standard EN300718, forma de segnale 1a1, durata della pulsazione ≥ 70 ms ripetizione del periodo 1000 ± 300 ms e pausa ≥ 400 ms.



A sinistra due diversi trasmettitori che al momento della registrazione non presentano sovrapposizioni. Il ricevitore riesce a captare chiaramente entrambi i segnali. Dato però il diverso intervallo, si verificano regolarmente delle sovrapposizioni. A destra gli stessi segnali nel momento della sovrapposizione a causa dell'oscillazione e copertura la ricezione nel momento della sovrapposizione non può essere correttamente analizzata.

PROPOSTA DI STUDIO

Questo studio di laboratorio fu basato sulla proposta che due vittime di valanga siano sepolte nelle immediate vicinanze e ciò costituisca lo scenario nel caso peggiore. Riconoscendo anche che incidenti che coinvolgono 3 o più vittime sepolte coinvolgono ancora il 30.8% delle persone, uno può presumere che anche in questi scenari spazialmente estesi possano essere trattati come molte sepolture individuali e, al massimo, sepolture doppie. Noi presumiamo che ci siano un massimo di 2 vittime seppellite nelle immediate vicinanze (noi consideriamo

nell'intorno di 10 m) in questo modo copriamo il 95% di tutti gli incidenti.

COME FURONO CONDOTTE LE PROVE

Per permettere la semplice registrazione del segnale, fu costruito un semplice ricevitore diretto con a valle un trigger di Schmitt. Questi segnali furono connesso ad un oscilloscopio e passati ad un datalogger per essere registrati su un PC. Per accelerare l'elaborazione di prova, i tre segnali furono sempre registrati immediatamente. Usando la serie di dati (usando l'esempio dei 10 ms), le fasi di sovrapposizione e separazione dei segnali furono determinate per tutti gli accoppiamenti. Il calcolo fu compiuto da un piccolo programma di analisi.

Le serie temporali furono analizzate in tale modo che l'inizio di sovrapposizione (appena più di un segnale viene subito ricevuto) e la fine di sovrapposizione (quando il segnale viene di nuovo ricevuto separatamente) è stata marcata come fase di sovrapposizione. Questa fase di "sovrapposizione" e la fase di "occultazione" risultante furono calcolate matematicamente ed inserite nella serie temporale.



Inizialmente le apparecchiature dello stesso modello furono esaminate insieme, ogni prova comporta tre test di prova per rendere conto di potenziali cambiamento di avvenimenti (effetti della casualità del momento di accensione). Successivamente, furono esaminate tutte le possibili combinazioni di apparecchiature di fabbricanti diversi, di

nuovo con tre test di prova in ogni caso. Il periodo di registrazione per ogni esecuzione di prova individuale era sempre precisamente 10 minuti, da un lato per rivelare fasi di sovrapposizione a ripetizione e, d'altra parte in ordine a rappresentare una rilevante tempo di ricerca.

GLI STRUMENTI CHE SONO STATI TESTATI

Una selezione casuale di almeno tre esempi di ogni particolare modello fu dedotta da una grande raccolta di apparecchiature commercialmente disponibili ed apparecchiature dimostrative. Prima queste apparecchiature venivano tutte misurate individualmente e si valutarono i parametri di trasmissione fondamentali. Anche tutti gli apparecchi di prova sono stati caricati con batterie nuove.

Test device	Manufacturer / Model	Serial number	Frequency deviation. Standard: 457,000 ± 80 Hz	Repetition period Standard: 1000 ±300ms	Pulse duration Standard: ≥ 70ms	Pulse/pause ratio
A-1	Arva / Advanced	1D-0052-1109	+0 Hz	916 ms	74 ms	8.8%
A-2	Arva / Advanced	E-4604-1210	-2 Hz	890 ms	74 ms	9.1%
A-3	Arva / Evolution	2260	+3 Hz	890 ms	76 ms	9.3%
B-1	Barryvox / Opto3000	M0122375	-3 Hz	996 ms	102 ms	11.4%
B-2	Barryvox / Opto3000	M0122797	-1 Hz	968 ms	102 ms	11.8%
B-3	Barryvox / Opto3000	M0049664	+7 Hz	1004 ms	102 ms	11.3%
P-1	Pieps / DSP	06048324620321	-5 Hz	960 ms	100 ms	11.6%
P-2	Pieps / DSP	06048324620357	-6 Hz	1020 ms	100 ms	10.9%
P-3	Pieps / DSP	06048324620383	-5 Hz	890 ms	100 ms	12.7%
T-1	Tracker / DTS	98618	+9 Hz	804 ms	96 ms	13.6%
T-2	Tracker / DTS	52279	+23 Hz	792 ms	94 ms	13.5%
T-3	Tracker / DTS	58767	+9 Hz	776 ms	94 ms	13.8%
V-1	Pieps / 457	98 99	-8 Hz	916 ms	100 ms	12.3%
V-2	Pieps / 457	10 06	1 Hz	890 ms	96 ms	12.1%
V-3	Pieps / 457	25 06	-7 Hz	890 ms	94 ms	11.8%
X-1	Ortovox / X1	444404	-7 Hz	868 ms	212 ms	32.3%
X-2	Ortovox / X1	454547	+5 Hz	880 ms	220 ms	33.3%
X-3	Ortovox / X1	347092	+18 Hz	804 ms	196 ms	32.2%
F-1	Ortovox / F1	821072	-40 Hz	1180 ms	366 ms	45.0%
F-2	Ortovox / F1	443745	-91 Hz	1210 ms	370 ms	44.0%
F-3	Ortovox / F1	747747	-79 Hz	1190 ms	388 ms	48.4%
M-1	Ortovox / M2	033201	-54 Hz	704 ms	108 ms	18.1%
M-2	Ortovox / M2	143766	-33 Hz	872 ms	104 ms	13.5%
M-3	Ortovox / M2	132864	-34 Hz	622 ms	112 ms	22.0%

TABELLA DEI RISULTATI

Il segnale di sovrapposizione (grado di sovrapposizione in % di tempo totale) è il fattore decisivo nelle condizioni dei problemi che affronta il ricercatore, il grado di separazione. Noi lo chiamiamo il "grado di segnale libero" fu scelto come risultante di uscita. Questo esprime la proporzione del periodo di collaudo per la quale il segnale era "separato", e ricevibile senza ambiguità o disturbi. Tutte le possibili

combinazioni furono esaminate insieme e le medie di tre test di prova entrarono nella tabella dei risultati.

	Arva	Barryvox	Pieps DSP	Tracker DTS	Pieps 457	Ortovox X1	Ortovox F1	Ortovox M2
Arva	68,15	73,62	72,17	71,90	74,40	61,25	41,93	62,50
Barryvox	73,62	77,34	69,77	64,44	70,49	58,10	45,58	56,97
Pieps DSP	72,17	69,77	66,64	63,88	70,93	54,98	41,68	58,47
Tracker DTS	71,90	64,44	63,88	72,41	69,03	56,90	30,88	62,87
Pieps 457	74,40	70,49	70,93	69,03	69,84	57,07	41,79	62,81
Ortovox X1	61,25	58,10	54,98	56,90	57,07	47,37	22,25	59,10
Ortovox F1	41,93	45,58	41,68	30,88	41,79	22,25	35,60	21,84
Ortovox M2	62,50	56,97	58,47	62,87	62,81	59,10	21,84	47,03

Tabella 3 : Release level (%) come media di tre minuti di test ognuno

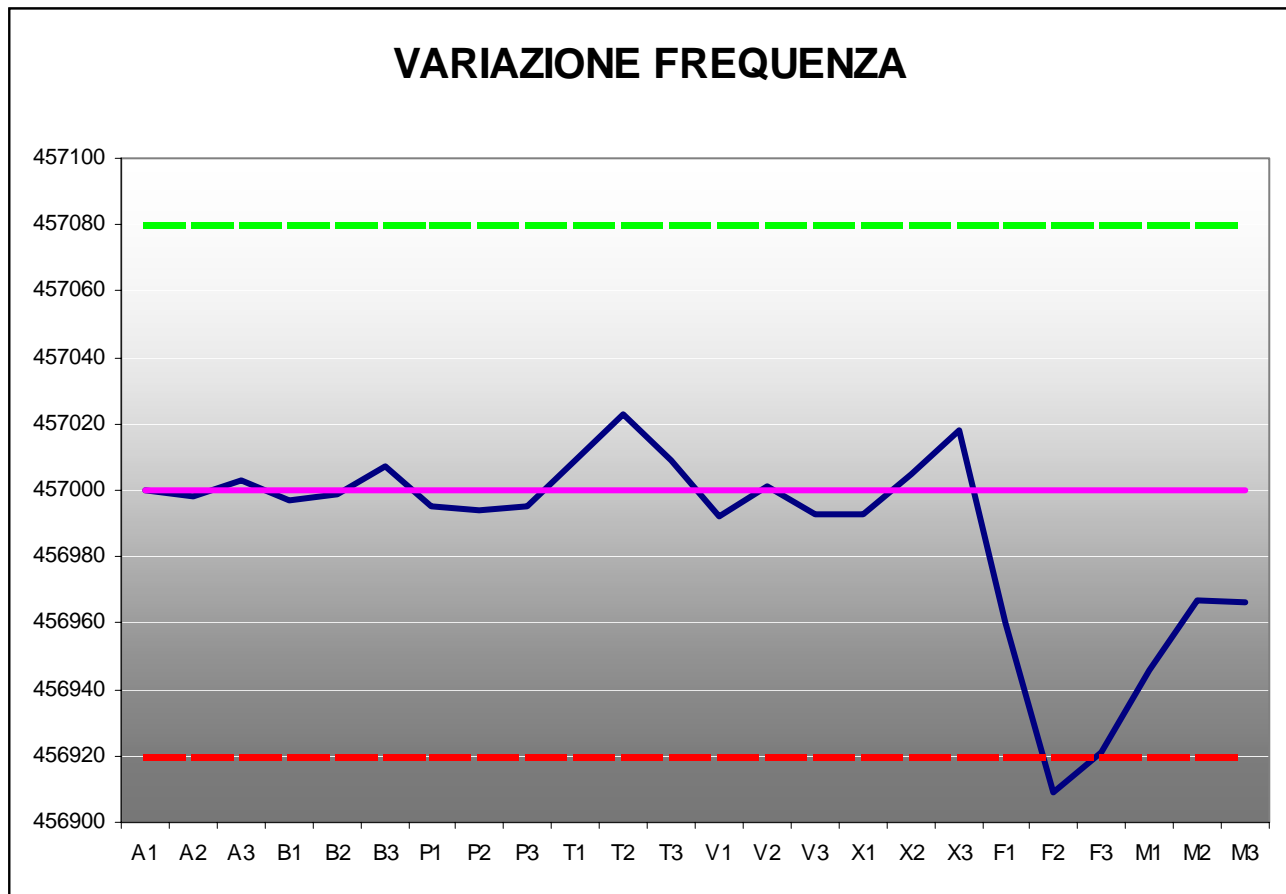
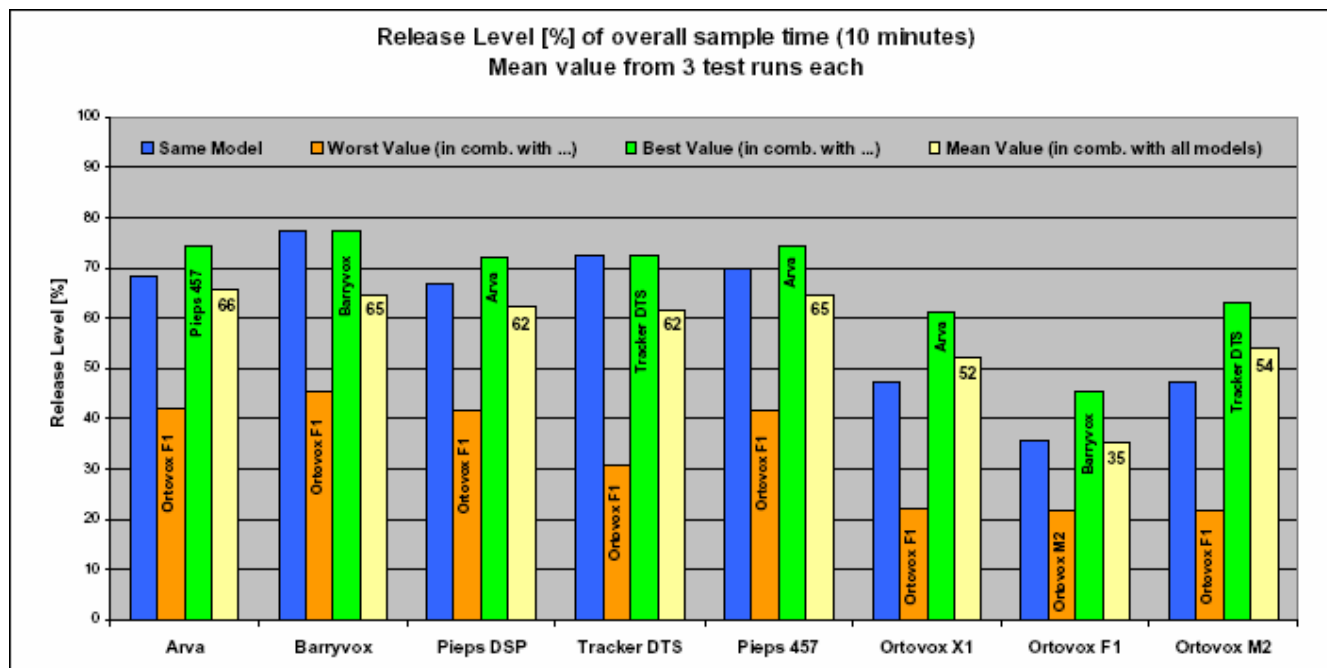
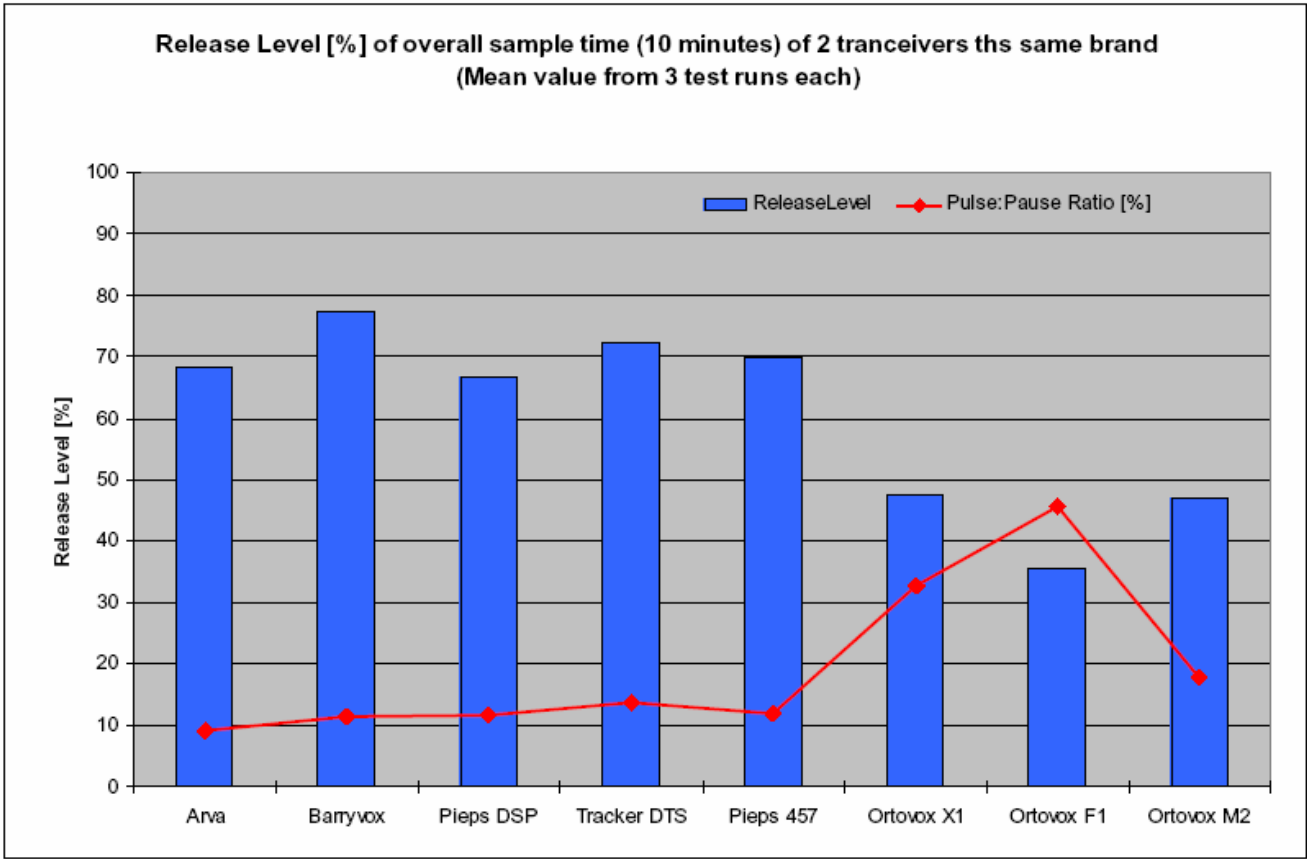


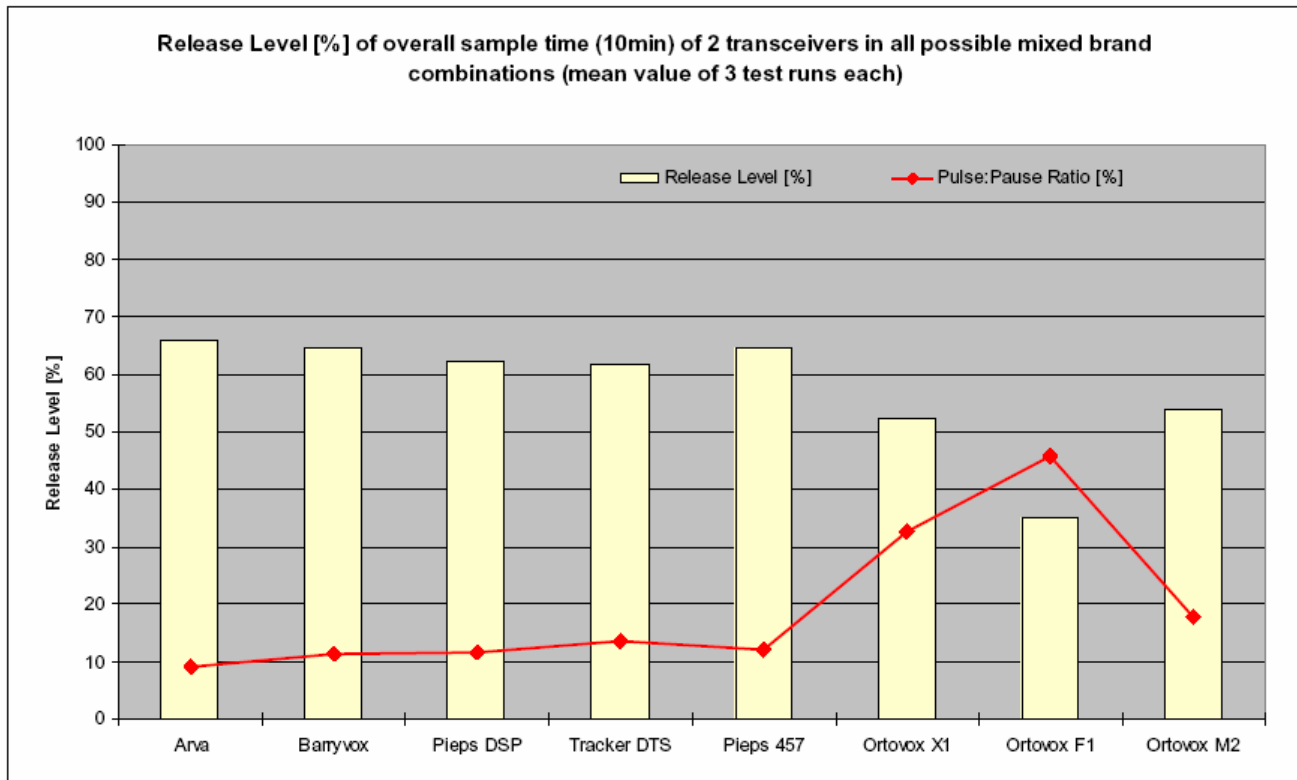
Tabella 4 : grafico delle variazioni della frequenza per ogni apparecchio



Grado di trasmissione libera (in % sul tempo di misurazione): le colonne indicano la combinazione di apparecchi dello stesso tipo (blu), i valori migliori (arancio e indicazione dell'apparecchio) peggiori (verde con indicazione dell'apparecchio) ed i valori medi fra tutte le combinazioni



Grado di trasmissione libera (% del tempo di chiara e distinta ricezione) in combinazione di apparecchi dello stesso modello.



Grado di trasmissione libera (% del tempo di chiara e distinta ricezione) per tutte le combinazioni (sempre a coppie di diversi trasmettitori)

Ogni fabbricante è fondamentalmente libero di scegliere la forma in cui il suo segnale è emesso, solo che rimangano all'interno dei confini prescritti dalle norme. Dai risultati raccolti noi possiamo riconoscere le diverse strategie di base usate dai vari fabbricanti che sono andati ad influenzare il grado di sovrapposizione del segnale, ovvero il conseguente grado di trasmissione in chiaro. Ultimamente il fattore fondamentale è il rapporto impulso/pausa.

Strategia 1 : *pulsazioni molto brevi con intervalli quanto più possibile costanti e lunghi*

Un buon rapporto impulso/pausa risulta in termini puramente matematici da brevi impulsi e lunghi intervalli – anche prendendo un risultato positivo grazie al più alto segnale del grado di trasmissione libera. Nel caso della combinazione di due apparecchi con eguale ripetizione del periodo, ci sono lunghe fasi senza sovrapposizione ma anche corrispondentemente lunghe fasi con interferenza.

Strategia 2 : *impulsi brevi, con intervallo quanto più lungo possibile e vario*

Questa strategia sembra essere la più adottata tra gli apparecchi digitali moderni.

Ciò è dovuto alle variazioni in produzione oppure tramite un generatore di numero casuale attivato durante l'accensione, così si definisce un periodo differente di ripetizione. Ciò presenta lo svantaggio che la sovrapposizione accade frequentemente, ma il vantaggio decisivo che queste sovrapposizioni sono di durata molto breve.

Strategia 3: *intervalli brevi*

Questo peggiora il rapporto di impulso/pausa e può prevedibilmente causare un più alto grado nella sovrapposizione, ma almeno comporta il vantaggio che molte rapide indicazioni sono possibili nell'apparecchio in ricerca.

Strategia 4: *impulso lungo, lungo intervallo*

Questa strategia è stata selezionata ovviamente senza considerare le sepolture multiple. Mentre ci possono essere vantaggi in termini di gamma, ci sono svantaggi significativi, non minimi come conseguenza del rapporto sfavorevole di impulso/pausa.

Conclusioni :

Nel passato la seguente frase era comunemente accettata :

Che si usino un vecchio dispositivo analogico o un dispositivo digitale moderno, entrambi vanno bene.

Questa asserzione può essere chiaramente smentita da questo studio.

Per qualcuno che sia sepolto, quello che conta è come trasmette il suo apparecchio – cioè se utilizza la frequenza corretta e la strategia corretta.

Se il loro segnale può essere rilevato dal ricercatore senza ambiguità o dispersione, questo ha un'influenza decisiva sulla facilità di ricerca e così accelera la probabilità di essere trovati, indipendentemente dall'apparecchiatura di ricerca di cui i soccorritori sono dotati.

Una breve considerazione teorica

Siano dati T_1 e T_2 quali intervalli di trasmissione (1000+/-300ms) di due trasmettitori, e sia dato che $T_1 \leq T_2$. Con P_1 e P_2 vengono indicate le durate (≥ 70 ms) dei due impulsi. Condizione necessaria di T e P è che essi siano numeri positivi e che l'equazione :

$$P_1 < T_1 - q \quad P_2 < T_1 - q \quad P_1 + P_2 < T_1$$

Sia rispettata. Con q si indica il massimo comune divisore (MCD) e con K il minimo comune multiplo (mcm) di T_1 e T_2 , ove quindi

$$K = \frac{T_1 \cdot T_2}{q}$$

Per il calcolo si considera il caso in cui entrambi i segnali facciano partire un impulso il medesimo istante. Naturalmente nella realtà esso è un caso particolare, che molto probabilmente si avvera con estrema rarità. Dopo un valore K di unità di tempo, cioè dopo un ciclo completo, i segnali di entrambi gli apparecchi trasmettitori si troveranno nuovamente nella stessa posizione uno rispetto all'altro (stato di partenza dell'esperimento). Se i due segnali non iniziano però nel medesimo momento, ma con un ritardo indicato con $K \cdot q + s$, ove $0 \leq s < q$, allora nel caso che $s=0$ si verificherà entro le unità di

tempo $K-T_1$ un contemporaneo inizio dell'impulso. Se invece $s>0$, allora i valori di A sotto indicati varieranno al massimo di ± 2 . La precedente ipotesi quindi, di un contemporaneo inizio, non rappresenta nell'ambito della presente ricerca una vera limitazione.

Sia ora P il minimo e Q il massimo dei valori P_1 e P_2 , sia dato anche

$$r = \left[\frac{P}{q} \right] \quad R = \left[\frac{Q}{q} \right]$$

dove $[a]$ indichi il massimo numero intero minore od uguale ad a . Il quoziente, per così dire viene arrotondato per difetto.

Ora A può essere calcolato come il numero di intervalli con lunghezza \geq in cui due apparecchi trasmettono contemporaneamente.

$A = 1+r+R$ se q non divide P_1 e P_2

$A = 2+r+R$ se q divide P_1 o P_2

$A = 3+r+R$ se q divide P_1 e P_2

Indicando con U l'intervallo entro un ciclo in cui entrambi gli apparecchi trasmettono i loro segnali separatamente, ovvero possono essere recepiti distintamente uno dall'altro, allora U vale il semplice rapporto $U = K - (T_1 * A)$.

A miglior comprensione, ecco alcuni calcoli esemplificativi :

Esempio 1 :

Arva Advaced 1D-0052-1109 con $T_1 = 916$ ms e $P_1 = 74$ ms

Barryvox Opto M0122375 con $T_2 = 996$ ms e $P_2 = 102$ ms

Il valore di $K = \text{mcm}$ di 916 e 996 risulta essere 228084 ms (3,8 minuti). Il valore $q = \text{MCD}$ di 916 e 996 è invece $q = 4$.
 $R = 18$ e $R = 25$. Poiché q non divide P_1 e P_2 , ci risulta $A = 44$, ovvero che esattamente 44 impulsi dei due apparecchi risultano sovrapposti. Ora possiamo calcolare il tempo in cui entrambi i segnali vengono ricevuti in modo distinto, in quanto si calcola $U = K - (T_1 * A) = 187780$. Il grado di trasmissione libera deriva dal rapporto fra U e K , ovvero $= 0,82$, che in altre parole indica il grado di trasmissione libera del 82%.

Altri casi :

Tracker DTS con Tracker DTS grado di trasmissione libera 74%

Tracker DTS con Ortovox F1 grado di trasmissione libera 61%

Ortovox F1 con Ortovox F1 grado di trasmissione libera 38%



Rappresentazione grafica dell'ultimo esempio con mcm di 142780 ms (2,4 minuti) e grado di trasmissione libera del 38%. Le righe rosse e nere indicano i due apparecchi. Gli intervalli e le durate degli impulsi sono rappresentati in scala fedele.

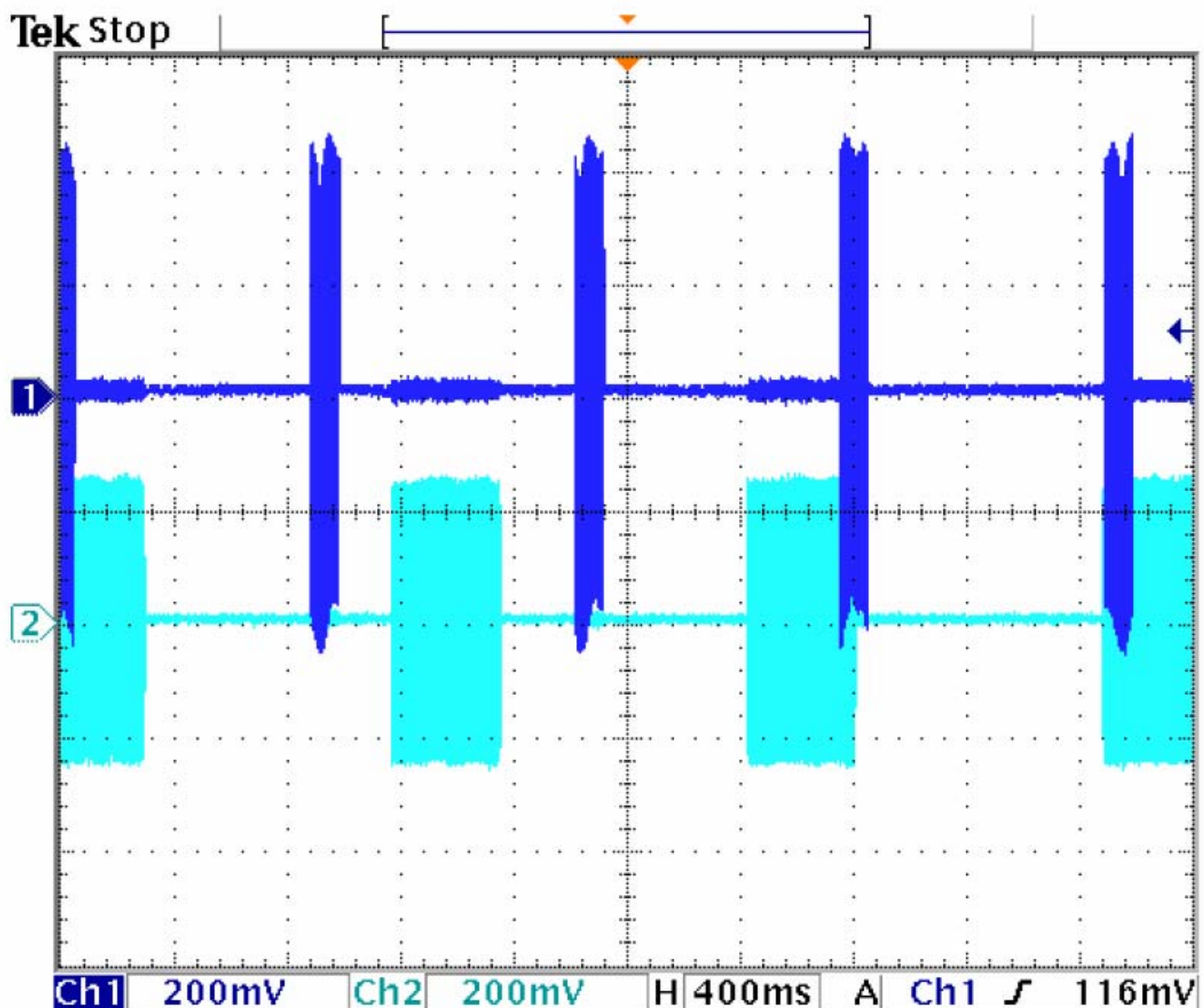
Anche dagli esempi presentati è evidente che lunghi intervalli T e soprattutto lunghi impulsi P sono svantaggiosi per risolvere i problemi in caso di sepolture multiple.

IL FUTURO

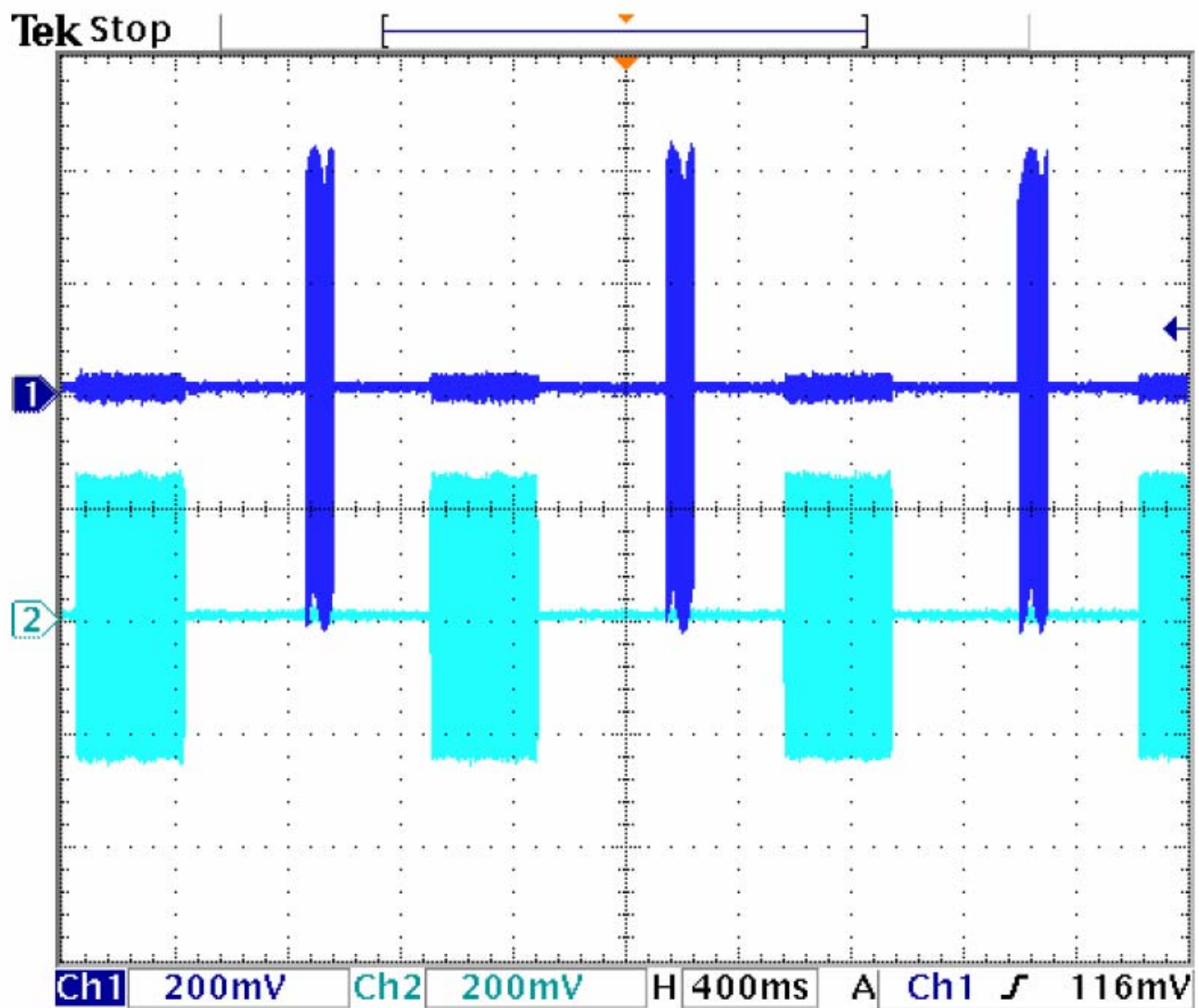
La PIEPS affronta il problema con percorsi totalmente innovativi, introducendo nuove e rivoluzionarie strategie.

Grazie ad un update del sistema (funzione IS) ora la trasmissione si fa "intelligente". L'apparecchio riceve ed analizza anche durante la trasmissione del trasmettitore adiacente. Il proprio segnale viene quindi adeguato e "dislocato", in modo da non avere più situazioni di sovrapposizione; la procedura è possibile indipendentemente dal tipo e modello del trasmettitore adiacente.

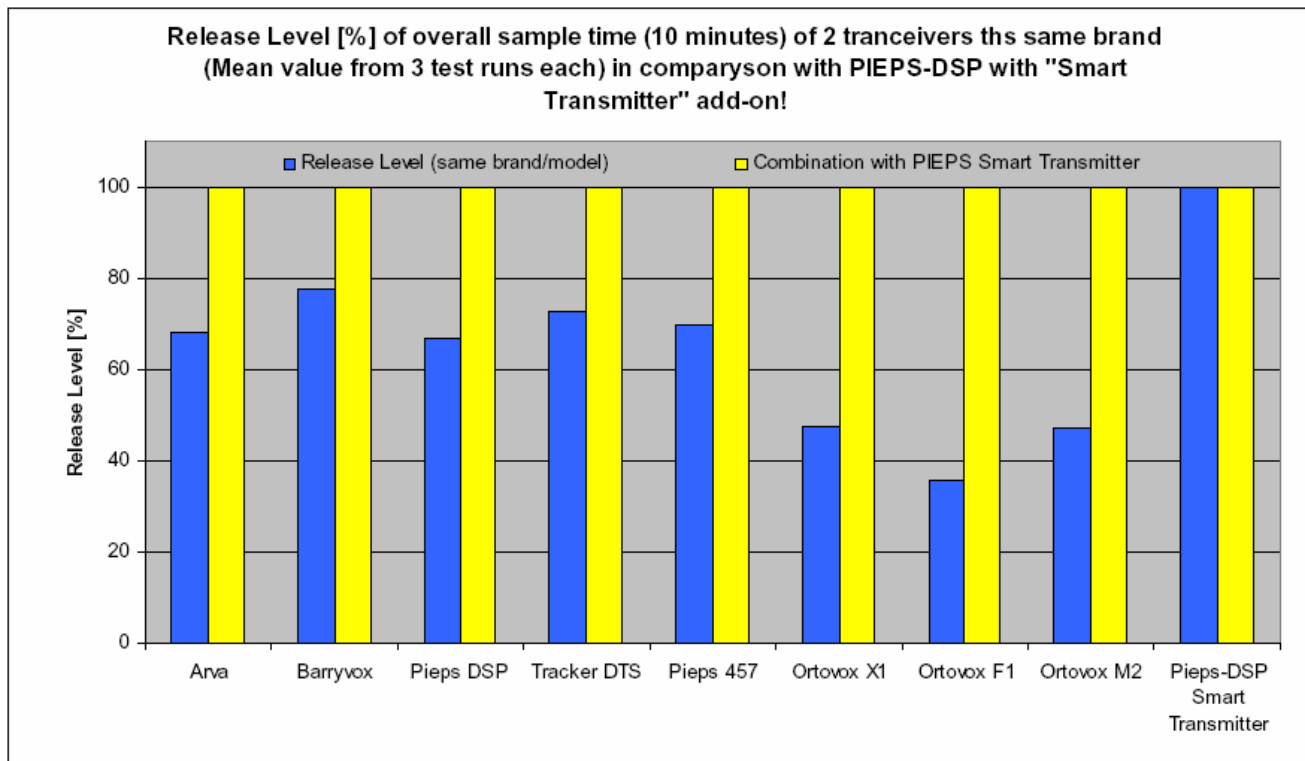
La vittima sepolta gode quindi del vantaggio che il suo segnale verrà sempre ricevuto in modo pulito, separato da segnali di trasmettitori vicini, indipendentemente dal produttore del secondo trasmettitore.



Il segnale A con funzionalità IS (riconoscimento intelligente del segnale) recepisce il segnale B (azzurro) del trasmettitore adiacente. All'inizio si verifica ancora la sovrapposizione.



Il segnale A adegua le sue caratteristiche di trasmissione, risultando spostato rispetto al segnale B ed evitando qualsiasi sovrapposizione.



Grado di trasmissione libera (in % tempo in cui il segnale viene recepito distinto e chiaro) in combinazione con un PIEPS DSP fornito di opzione IS in confronto con i valori del precedente diagramma.