



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA NUMERO	101998900721576
Data Deposito	01/12/1998
Data Pubblicazione	01/06/2000

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	V		

Titolo

TRASDUTTORE DI ONDE ELASTICHE CON SENSIBILITA' INCREMENTATA ALLE ONDE DI TAGLIO.

Descrizione del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

- **PU002** -

"TRASDUTTORE DI ONDE ELASTICHE CON SENSIBILITA' INCREMENTATA ALLE ONDE DI TAGLIO"

di Politecnico di Torino, Dipartimento Georisorse e Territorio, Corso Duca degli Abruzzi 24, Torino;

Università di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di Geologia Applicata e Geofisica Applicata, Piazza d'Armi 16, Cagliari,

elettivamente domiciliati presso Ing. Roberto Dini, c/o Metroconsult S.r.l., Piazza Cavour 3, 10060 None (TO).

Inventori designati:

Luigi Sambuelli, c/o Politecnico di Torino, Dipartimento Georisorse e Territorio, Corso Duca degli Abruzzi 24, Torino;

Gian Piero Deidda, c/o Università di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di Geologia Applicata e Geofisica Applicata, Piazza d'Armi 16, Cagliari.

Depositata il **1 DIC. 1998**

No.

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

DESCRIZIONE **TO 98A 001007**

La presente invenzione si riferisce ad un trasduttore di onde elastiche, in seguito indicato come geofono, comprendente almeno una coppia di trasduttori meccano-elettrici, nonché ad un metodo per lo studio di fenomeni elastici ondulatori nel terreno.

Dalla domanda di brevetto italiana No. TO98A000030 del 16.01.1998, a nome delle stesse Richiedenti della presente domanda, è noto un geofono di sensibilità incrementata alle onde di taglio, per lo studio di fenomeni elastici ondulatori nel terreno.

Tale geofono è del tipo comprendente almeno una coppia di trasduttori meccano-elettrici, opportunamente orientati nello spazio, in modo che dei rispettivi vettori giacciono su di un medesimo piano, siano simmetrici in direzione e verso ed

abbiano uguale modulo; ciascun trasduttore presenta un primo morsetto d'uscita avente una prima polarità ed un secondo morsetto d'uscita avente una seconda polarità, le due polarità essendo di segno opposto; inoltre il primo morsetto d'uscita di un trasduttore è elettricamente collegato al primo morsetto d'uscita dell'altro trasduttore e i secondi morsetti d'uscita dei due trasduttori costituiscono i morsetti di uscita del geofono.

La soluzione descritta nella citata domanda di brevetto italiana consente di ottenere, ai morsetti di uscita del geofono, dei dati di sensibilità incrementata alle onde di taglio polarizzate orizzontalmente, note come onde SH, e meno affetti dalla presenza di onde di compressione, note come onde P, rispetto alle tecniche note; tale soluzione consente altresì di ridurre drasticamente i tempi della campagna di acquisizione dati, richiedendo per ogni misura una sola energizzazione invece delle due richieste secondo l'arte nota ad essa precedente.

La presente invenzione si propone di indicare una possibile forma realizzativa alternativa del geofono descritto nella precedente domanda di brevetto italiana No. TO98A000030, che consenta di ottenere i medesimi vantaggi.

Per raggiungere tale scopo, formano oggetto della presente invenzione un geofono per lo studio di fenomeni elastici ondulatori nel terreno comprendente almeno una coppia di trasduttori di onde elastiche per lo studio di fenomeni elastici ondulatori del terreno, ed un metodo per lo studio di fenomeni elastici ondulatori del terreno, incorporanti le caratteristiche delle rivendicazioni allegate, che formano parte integrante della presente descrizione.

Ulteriori scopi, caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno chiari dalla descrizione particolareggiata che segue e dai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio esplicativo e non limitativo, in cui:

- la Fig. 1 rappresenta una particolare disposizione di piani e rette nello spazio, utile per

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

una chiara comprensione della presente invenzione;

- la Fig. 2 rappresenta uno schema di principio di un geofono con sensibilità incrementata alle onde di taglio polarizzate orizzontalmente secondo l'invenzione;
- la Fig. 3 rappresenta un'altra particolare disposizione di piani geometrici nello spazio, utile per una chiara comprensione di una possibile variante dell'invenzione;
- la Fig. 4 rappresenta uno schema di principio di una seconda possibile forma realizzativa della presente invenzione.

In Fig. 1 è rappresentata una disposizione particolare di piani geometrici e rette nello spazio, utile per una più chiara e semplice comprensione della presente invenzione, la quale verrà illustrata nella seguente Fig. 2, con la quale andrà posta in correlazione.

In accordo alla disposizione di Fig. 1, sono definiti dei piani 16 e 17 ortogonali tra loro, i quali definiscono a loro volta una retta 18 di intersezione dei piani 16 e 17; è definita altresì una retta 19, ortogonale alla retta 18 e giacente sul piano 17.

In Fig. 2 viene rappresentato uno schema di principio di un geofono secondo l'invenzione, in cui il piano del foglio di Fig. 2 coincide con il piano 17 di Fig. 1.

Detto geofono, indicato nel suo complesso con G, comprende un involucro 26 per due trasduttori meccano-elettrici svolgenti funzione di trasduttori di onde elastiche, indicati con 20 e 21. Con 27 è indicato un puntale, tramite il quale il geofono G viene reso solidale al terreno.

Nel caso qui esemplificato, si supponga che i trasduttori 20 e 21 siano essi stessi costituiti da geofoni realizzati secondo la tecnica nota (ad esempio quella descritta con riferimento alla figura 1 della citata domanda di brevetto italiana No. TO98A000030).

I due trasduttori 20 e 21 sono saldamente fissati all'involucro 26 in modo che dei vettori OS1 e OS2, associati rispettivamente agli assi 32 e 33 dei trasduttori 20 e 21, giacciono su di un medesimo piano, ossia il piano 17 di Fig. 1.

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

I due trasduttori 20 e 21 sono inoltre disposti in modo tale che i vettori OS1 e OS2 siano simmetrici in direzione rispetto ad un asse 31, coincidente con la retta 19 di Fig. 1, abbiano uguale verso (disposizione equiversa) e modulo, e formino, rispetto al detto asse 31, angoli sostanzialmente uguali α e β variabili tra 60 e 120 gradi. In particolare, nella configurazione preferita del geofono G secondo l'invenzione, gli angoli α e β valgono circa 87 gradi.

I trasduttori 20 e 21 sono rispettivamente dotati di poli o morsetti positivi 22 e 23, e di poli o morsetti negativi 24 e 25. Il polo positivo 22 del trasduttore 20 è collegato al polo negativo 25 del trasduttore 21 attraverso idonei mezzi di collegamento elettrico 30, quali un cavo elettrico, mentre i segnali del polo negativo 24 del trasduttore 20 e del polo positivo 23 del trasduttore 21 sono portati al di fuori del geofono G, attraverso dei cavi di uscita 28 e 29. Come si nota, secondo l'invenzione, i due trasduttori 20 e 21 sono elettricamente connessi in serie. Ciò consente, come risulterà più chiaro, di ottenere importanti vantaggi in termini di purezza del segnale d'uscita.

Posto che al modulo del vettore OS1 sia associabile la risposta in frequenza del trasduttore 20 e che al modulo del vettore OS2 sia associabile la risposta in frequenza del trasduttore 21, si dovrà avere cura che l'involucro 26 non generi picchi di risonanza nella banda utile di frequenza; inoltre le risposte in frequenza nella banda utile, le frequenze naturali o di risonanza, le masse, per quanto possibile le impedenze spurie, e le impedenze complesse sulla banda utile dovranno essere il più possibile uguali per i due trasduttori 20 e 21 elettricamente connessi in uno stesso geofono G. In sostanza, quindi, il tecnico del ramo dovrà, con modalità in sé note, aver cura che i due trasduttori 20 e 21 abbiano un comportamento meccano-elettrico sostanzialmente uguale.

Il geofono G secondo l'invenzione è atto a fornire la traccia relativa alle onde di taglio polarizzate orizzontalmente SH non contaminata dalle onde di tipo P; ciò perché

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

attraverso la suddetta disposizione spaziale dei trasduttori 20 e 21 ed il relativo collegamento elettrico, il geofono G è atto ad abbattere la componente di un fenomeno ondulatorio lungo la retta 19, ed esaltare quella lungo la retta 18 di Fig. 1.

In particolare, il funzionamento del geofono G secondo l'invenzione è il seguente.

Ai fini dell'impiego pratico, il geofono G viene conficcato nel terreno attraverso il puntale 27, ed i cavi di uscita 28 e 29 vengono direttamente collegati a un cavo multipolare, non rappresentato in Fig. 2 per semplicità, il quale è a sua volta connesso ad un sismografo, di tipo in sé noto; successivamente, viene determinato dall'operatore un movimento nella Terra, pure con modalità note.

Come accennato, nei due cavi di uscita 28 e 29 si avrà il segnale elettrico relativo alle onde di taglio polarizzate orizzontalmente SH, non contaminata dalle onde di tipo P.

Infatti, grazie alla connessione elettrica in serie dei due trasduttori 20 e 21 ed alla disposizione equiversa dei vettori OS1 e OS2, si genera automaticamente sui cavi di uscita 28 e 29 un segnale

$$(P+SH) + (-P+SH) = 2SH$$

(ove P e SH indicano i tipi di onde menzionati in apertura della presente descrizione), che costituisce la traccia relativa alle onde di taglio polarizzate orizzontalmente SH, non affetta dalle onde di tipo P.

In pratica, a seguito della disposizione spaziale dei vettori OS1 e OS2, le onde P vengono acquisite con polarità opposta dai trasduttori 20 e 21, ed eliminate nel segnale elettrico risultante dalla somma effettuata dal collegamento in serie delle polarità elettriche dei detti trasduttori 20 e 21. Per lo stesso motivo, le onde SH vengono invece acquisite con polarità uguale dai trasduttori 20 e 21 e sommate nel segnale elettrico risultante dalla somma effettuata dal collegamento in serie delle polarità elettriche dei detti trasduttori 20 e 21.

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

Infatti, a causa della particolare disposizione nello spazio dei due trasduttori, l'onda SH che essi ricevono è sostanzialmente la stessa. Diversamente avviene per l'onda P, in quanto in un trasduttore essa si presenta prima alla coda del vettore ad esso associato mentre nell'altro trasduttore essa si presenta prima alla punta del vettore ad esso associato. Si tenga conto che un'oscillazione che si presenti prima alla coda del vettore è trasdotta in un'oscillazione positiva, mentre un'oscillazione che si presenti prima alla punta del vettore è trasdotta in un'oscillazione negativa: di conseguenza, un trasduttore trasduce l'onda P con segno positivo mentre l'altro trasduttore trasduce l'onda P con segno negativo. La somma tra i due segnali $(P+SH)$ e $(-P+SH)$ ricevuti si genera grazie alla connessione in serie dei due trasduttori.

In questo modo si ottiene un segnale finale non affetto dalla presenza di onde P e la cui ampiezza è sostanzialmente due volte maggiore di quella che si otterrebbe con un singolo trasduttore.

Dalla descrizione effettuata risultano chiare le caratteristiche della presente invenzione, così come chiari risultano i suoi vantaggi.

In particolare si è descritto un geofono atto allo studio di fenomeni elastici ondulatori del tipo avente una sensibilità incrementata alle onde di taglio polarizzate orizzontalmente; il dispositivo secondo l'invenzione permette di ottenere una traccia delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente non contaminata dalle onde di compressione, riducendo altresì i tempi e i costi della campagna di acquisizione dei dati.

Ciò è attuato a mezzo di un geofono comprendente almeno una coppia di trasduttori meccano-elettrici (20,21; 37,38,40) ciascuno dei quali è atto alla rilevazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente, o onde SH, e di onde di compressione, o onde P, ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) presentando un primo morsetto d'uscita (22,23; 42,43,46) avente una prima polarità ed un secondo morsetto d'uscita (24,25; 44,45,47)

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

avente una seconda polarità, la seconda polarità essendo opposta alla prima polarità, a ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) essendo associato un vettore (OS1,OS2) tale che un movimento del terreno nello stesso verso del vettore (OS1,OS2) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale tra i morsetti (22-24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47) con uno stesso segno, convenzionalmente detto positivo, e che un movimento del terreno di verso opposto al vettore (OS1,OS2) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale tra i morsetti (22,24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47) con uno stesso segno, convenzionalmente detto negativo, opposto al detto segno positivo; secondo l'invenzione, il primo morsetto d'uscita (22; 43) di un trasduttore (20; 38) di detta coppia è elettricamente collegato al secondo morsetto d'uscita (25; 44) dell'altro trasduttore (21; 37) di detta coppia, i restanti morsetti d'uscita (24,23; 45,42) dei trasduttori (20,21; 38,37) di detta coppia costituendo i morsetti di uscita del geofono.

Dalla descrizione effettuata risulta altresì chiaro un metodo per la rilevazione di fenomeni elastici ondulatori in campo sismico, realizzato tramite l'impiego di almeno un geofono avente almeno una coppia di trasduttori, ciascun trasduttore essendo atto alla rilevazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente, rappresentate da segnali SH, e di onde di compressione, rappresentate da segnali P. Il metodo comprende almeno i seguenti passi:

- i) l'associazione del geofono (G) al terreno,
- ii) la generazione di un segnale sismico nel terreno, o energizzazione,
- iii) la rilevazione dagli strati soggiacenti al terreno, tramite il geofono (G), di onde riflesse e/o rifratte prodotte da detta energizzazione,
- iv) una prima rilevazione, tramite uno di detti trasduttori (20,21; 37,38,40), della somma di detti segnali P e SH (P+SH),
- v) una seconda rilevazione, tramite l'altro di detti trasduttori (20,21; 37,38,40), della differenza tra detti segnali P e SH (-P+SH);

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

vi) la compensazione $(P+SH)+(-P+SH)$ tra detta prima e detta seconda rilevazione, ai fini di un'acquisizione di segnali rappresentativi di onde di taglio polarizzate orizzontalmente di sensibilità incrementata e meno affetta dalla presenza di onde di compressione,

ove ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) presenta un primo morsetto d'uscita (22,23; 42,43,46) avente una prima polarità ed un secondo morsetto d'uscita (24,25; 44,45,47) avente una seconda polarità, la seconda polarità (24,25; 44,45,47) essendo opposta alla prima polarità (22,23; 42,43,46), e dove a ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) è associato un vettore (OS1,OS2,OS3) tale che un movimento del terreno nello stesso verso del vettore (OS1,OS2,OS3) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale con uno stesso segno, convenzionalmente detto positivo, tra i rispettivi morsetti (22,24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47) del trasduttore (20,21; 37,38,40) e che un movimento del terreno di verso opposto al vettore (OS1,OS2) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale con uno stesso segno, convenzionalmente detto negativo, opposto al detto segno positivo, tra i rispettivi morsetti (22,24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47) del trasduttore (20,21; 37,38,40).

Nel metodo secondo l'invenzione, detta compensazione è ottenuta tramite

- il collegamento elettrico del primo morsetto d'uscita (22,23; 42,43) di un primo trasduttore (20,21; 37,38) con il secondo morsetto d'uscita (24,25; 44,45) del secondo trasduttore (20,21; 37,38),
- la disposizione di detti trasduttori (20,21; 37,38) in modo tale che i rispettivi vettori (OS1,OS2) siano simmetrici in direzione ed abbiano uguale verso (disposizione equiversa) e modulo,

e mediante il fatto che detti segnali rappresentativi di onde di taglio polarizzate orizzontalmente di sensibilità incrementata sono prelevati al secondo morsetto d'uscita

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

(24,25; 45,44) del primo trasduttore (20,21; 38,37) ed al primo morsetto d'uscita (24,25; 45,44) del secondo trasduttore (20,21; 38,37).

Si noti che i suddetti passi iv), v) e vi) si realizzano simultaneamente ed automaticamente, in virtù del collegamento elettrico in serie delle polarità dei trasduttori impiegati e della disposizione equiversa dei relativi vettori OS1 e OS2.

Il geofono ed il metodo secondo l'invenzione permettono vantaggiosamente di evitare una doppia manovra di energizzazione, ossia di produzione di impulsi elastici o treni di impulsi elastici nel suolo da esaminare. Questo si traduce in un'accuratezza maggiore nella misura rispetto allo stato attuale della tecnica ed in un notevole risparmio di tempo.

L'invenzione inoltre, evita la necessità di effettuare calcoli aggiuntivi, quali somma o sottrazione di segnali digitali, per l'elaborazione del segnale ricevuto, in quanto il particolare collegamento attuato tra i trasduttori restituisce un segnale già direttamente utilizzabile. In questo modo si riducono i costi e i tempi di elaborazione del segnale.

Un altro vantaggio dell'invenzione è rappresentato da una minore occupazione di memoria nel sismografo che riceve i segnali di uscita provenienti dal geofono secondo l'invenzione, in quanto non vi è più la necessità di registrare i dati conseguenti ad una doppia energizzazione, permettendo così opportunamente di sfruttare la memoria del sismografo per altre rilevazioni.

Vantaggiosamente ancora, l'invenzione consente di ottenere onde di taglio polarizzate orizzontalmente SH la cui ampiezza è approssimativamente due volte maggiore di quella che si otterrebbe con un singolo trasduttore allineato con la direzione di movimento delle particelle della componente dell'onda sismica che si desidera acquisire, aumentando così la sensibilità.

E' chiaro che numerose varianti sono possibili per l'uomo del ramo al geofono nonché al metodo per lo studio di fenomeni elastici ondulatori nel terreno con sensibilità

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

incrementata alle onde di taglio polarizzate orizzontalmente, descritto come esempio, senza per questo uscire dai principi di novità insiti nell'idea inventiva, così come è chiaro che nella pratica attuazione dell'invenzione le forme dei dettagli illustrati potranno essere diverse, e gli stessi potranno essere sostituiti con degli elementi tecnicamente equivalenti. Si tenga poi presente che la disposizione relativa dei due trasduttori 20 e 21 potrebbe all'occorrenza essere diversa da quella descritta con riferimento alla Fig. 2, ferma restando il collegamento elettrico in serie delle polarità dei trasduttori e la disposizione equiversa dei relativi vettori OS1 e OS2.

In Fig. 3 è a tale scopo rappresentata un'ulteriore disposizione di piani geometrici nello spazio, utile ai fini della comprensione di una possibile variante della presente invenzione; in tale figura, con 34 e 35 sono indicati dei piani tra loro paralleli ed ortogonali ad un piano 36.

In accordo alla variante suggerita, il geofono secondo l'invenzione potrebbe essere costruito assemblando i due trasduttori 20 e 21 in modo che i vettori OS1 ed OS2 giacciono sui piani 34 e 35, tra loro paralleli ed ortogonali al piano 36, appartenendo così il vettore OS1 al piano 34 ed il vettore OS2 al piano 35.

In accordo a tale variante, i due trasduttori 20 e 21 dovrebbero essere inoltre disposti in modo che i vettori OS1 ed OS2 siano simmetrici in direzione rispetto ad un piano ortogonale ai piani 34, 35 e 36, abbiano uguale verso (disposizione equiversa) e modulo e, giacendo sui piani 34 e 35, formino con detto piano ortogonale angoli uguali e compresi tra 60 e 120 gradi.

In Fig. 4 è illustrata un'ulteriore possibile variante dell'invenzione. Si tenga presente che in tale figura, per semplicità di rappresentazione, l'involucro esterno del geofono secondo l'invenzione ed il relativo puntale non sono stati rappresentati.

In tale figura, con G2 è indicato un geofono formato da una coppia di trasduttori 37 e 38

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

ed un trasduttore verticale 40 posto con un suo vettore associato OS3 parallelamente ad una retta 41, che costituisce l'asse verticale di simmetria della coppia di trasduttori 37 e 38. Gli assi 39, 53 e 41 appartenenti rispettivamente ai trasduttori 38, 37 e 40 giacciono su di un medesimo piano. Anche in questo caso, i trasduttori 37, 38 e 40 possono essere essi stessi costituiti da geofoni realizzati secondo la tecnica nota.

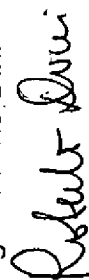
I trasduttori 37, 38 e 40 sono dotati di poli positivi, indicati rispettivamente con 42, 43 e 46, e di poli negativi, indicati rispettivamente con 44, 45 e 47.

Anche in accordo a tale variante i poli o morsetti 43 e 44 dei trasduttori 37 e 38 sono collegati tra loro, attraverso mezzi di collegamento elettrico 48, ed il segnale d'uscita presente ai capi dei poli o morsetti 45 e 42 dei trasduttori 38 e 37 vengono portati all'esterno del geofono G2 attraverso dei cavi di uscita 49 e 50; similmente, i segnali del trasduttore 40 vengono anch'essi portati all'esterno del geofono G2 attraverso dei cavi di uscita 51 e 52. In questo caso, quindi, si avranno quattro cavi in uscita: i due cavi 49 e 50 derivanti dalla coppia di trasduttori 38 e 37, e l'altra coppia di cavi 51 e 52 derivanti dal trasduttore 40. Come si intuisce, un siffatto assemblaggio permette, se i trasduttori 37, 38 e 40 sono trasduttori di onde elastiche, di avere informazioni separate e pulite di onde SH e di onde P, con un'unica energizzazione.

Non sfuggirà comunque all'uomo del ramo che il geofono G2 potrebbe essere costruito assemblando i trasduttori 38 e 37 in modo che i vettori ad essi associati OS1 ed OS2 giacciono sui piani 34 e 35 di Fig. 3 tra loro paralleli ed ortogonali al piano 36 di figura 3, appartenendo così il vettore OS1 al piano 34 di figura 3 ed il vettore OS2 al piano 35 di figura 4.

Negli esempi realizzativi in precedenza forniti a mo' d'esempio, i trasduttori mecano-elettrici 20, 21 e 37, 38, 40 sono essi stessi dei geofoni noti: è comunque chiaro all'uomo del ramo che detti elementi potrebbero essere sostituiti da idonei accelerometri.

Ing. Roberto Dini



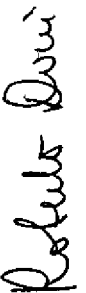
RIVENDICAZIONI

1. Geofono per lo studio di fenomeni elastici ondulatori nel terreno, del tipo comprendente almeno una coppia di trasduttori meccano-elettrici (20,21; 37,38,40) ciascuno dei quali è atto alla rilevazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente, o onde SH, e di onde di compressione, o onde P, ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) presentando un primo morsetto d'uscita (22,23; 42,43,46) avente una prima polarità ed un secondo morsetto d'uscita (24,25; 44,45,47) avente una seconda polarità, la seconda polarità essendo opposta alla prima polarità, a ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) essendo associato un vettore (OS1,OS2) tale che un movimento del terreno nello stesso verso del vettore (OS1,OS2) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale con uno stesso segno, convenzionalmente detto positivo, tra i morsetti (22-24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47) e che un movimento del terreno di verso opposto al vettore (OS1,OS2) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale con uno stesso segno, convenzionalmente detto negativo, opposto al detto segno positivo, tra i morsetti (22,24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47), caratterizzato dal fatto che il primo morsetto d'uscita (22; 43) di un trasduttore (20; 38) di detta coppia è elettricamente collegato al secondo morsetto d'uscita (25; 44) dell'altro trasduttore (21; 37) di detta coppia, i restanti morsetti d'uscita (24,23; 45,42) dei trasduttori (20,21; 38,37) di detta coppia costituendo i morsetti di uscita del geofono.

2. Geofono, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che i trasduttori (20,21; 37,38) sono disposti in modo tale che i rispettivi vettori (OS1,OS2) siano simmetrici in direzione ed abbiano uguale verso (disposizione equiversa) e modulo.

3. Geofono, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che prevede un asse verticale (31; 41) e che i due trasduttori (20,21; 38,37) di detta coppia sono associati ad un unico mezzo di supporto (26) e disposti da parti opposte rispetto a detto

Ing. Roberto Dini



asse verticale (31; 41).

4. Geofono, secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che i due trasduttori (20,21; 38,37) di detta coppia comprendono ciascuno un asse (32,33; 39,53) e che detti trasduttori (20,21; 38,37) sono disposti in modo tale che i detti assi (32,33; 39,53) formino angoli (α, β) sostanzialmente uguali e compresi tra 60 e 120 gradi rispetto a detto asse verticale (31; 41) del geofono (G).

5. Geofono, secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che i detti angoli (α, β) sono di circa 87 gradi rispetto a detto asse verticale (31) del geofono (G).

6. Geofono, secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detti trasduttori (20,21; 38,37) di detta coppia sono disposti in modo tale che i rispettivi assi (32,33; 39,53) giacciono su di un medesimo piano (17).

7. Geofono, secondo la rivendicazione 4, caratterizzato dal fatto che detti trasduttori (20,21; 38,37) di detta coppia sono disposti in modo tale che i rispettivi assi (32,33; 39,53) giacciono su piani tra loro paralleli (34,35).

8. Geofono, secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di comprendere almeno un ulteriore trasduttore meccano-elettrico (40), presentante un terzo morsetto (46) avente una prima polarità ed un quarto morsetto (47) avente una seconda polarità, la seconda polarità essendo di segno opposto alla prima polarità.

9. Geofono, secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto ulteriore trasduttore (40) presenta un asse (41) e che detto ulteriore trasduttore (40) è disposto in modo tale che detto asse (41) giaccia su un medesimo piano su cui giacciono gli assi (39,53) dei trasduttori (38,37) di detta coppia.

10. Geofono, secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto terzo morsetto (46) avente una prima polarità e detto quarto morsetto (47) avente una seconda polarità di detto ulteriore trasduttore (40) costituiscono i morsetti d'uscita per un

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

secondo segnale di uscita del geofono.

11. Geofono, secondo la rivendicazione 10, caratterizzato dal fatto che detto secondo segnale di uscita è rappresentativo della traccia di un'onda di compressione, o di tipo P.

12. Geofono, secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che è previsto per il collegamento con un sismografo, o simile apparato atto a memorizzare detti segnali di uscita.

13. Metodo per lo studio di fenomeni elastici ondulatori del terreno, ove la rilevazione di detti fenomeni è effettuata tramite l'impiego di almeno un geofono comprendente almeno una coppia di trasduttori (20,21; 37,38,40), ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) essendo atto alla rilevazione di onde di taglio polarizzate orizzontalmente, rappresentate da segnali SH, e di onde di compressione, rappresentate da segnali P, detto metodo comprendendo almeno:

- i) l'associazione del geofono (G) al terreno,
- ii) la generazione di un segnale sismico nel terreno, o energizzazione,
- iii) la rilevazione dagli strati soggiacenti al terreno, tramite il geofono (G), di onde riflesse e/o rifratte prodotte da detta energizzazione,
- iv) una prima rilevazione, tramite uno di detti trasduttori (20,21; 37,38,40), della somma di detti segnali P e SH ($P+SH$),
- v) una seconda rilevazione, tramite l'altro di detti trasduttori (20,21; 37,38,40), della differenza tra detti segnali P e SH ($-P+SH$);
- vi) la compensazione $(P+SH)+(-P+SH)$ tra detta prima e detta seconda rilevazione, ai fini di un'acquisizione di segnali rappresentativi di onde di taglio polarizzate orizzontalmente di sensibilità incrementata e meno affetta dalla presenza di onde di compressione, ove

Ing. Roberto Dini
Roberto Dini

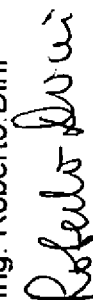
- ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) presenta un primo morsetto d'uscita (22,23; 42,43,46) avente una prima polarità ed un secondo morsetto d'uscita (24,25; 44,45,47) avente una seconda polarità, la seconda polarità (24,25; 44,45,47) essendo opposta alla prima polarità (22,23; 42,43,46),
- a ciascun trasduttore (20,21; 37,38,40) è associato un vettore (OS1,OS2,OS3) tale che un movimento del terreno nello stesso verso del vettore (OS1,OS2,OS3) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale con uno stesso segno, convenzionalmente detto positivo, tra i rispettivi morsetti (22,24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47) del trasduttore (20,21; 37,38,40) e che un movimento del terreno di verso opposto al vettore (OS1,OS2) venga sempre trasformato in una differenza di potenziale con uno stesso segno, convenzionalmente detto negativo, opposto al detto segno positivo, tra i rispettivi morsetti (22,24; 23,25; 42,44; 43,45; 46,47) del trasduttore (20,21; 37,38,40),

caratterizzato dal fatto che detta compensazione è ottenuta tramite

- il collegamento elettrico del primo morsetto d'uscita (22,23; 42,43) di un primo trasduttore (20,21; 37,38) con il secondo morsetto d'uscita (24,25; 44,45) del secondo trasduttore (20,21; 37,38),
- la disposizione di detti trasduttori (20,21; 37,38) in modo tale che i rispettivi vettori (OS1,OS2) siano simmetrici in direzione ed abbiano uguale verso (disposizione equiversa) e modulo,

e mediante il fatto che detti segnali rappresentativi di onde di taglio polarizzate orizzontalmente di sensibilità incrementata sono prelevati al secondo morsetto d'uscita (24,25; 45,44) del primo trasduttore (20,21; 38,37) ed al primo morsetto d'uscita (24,25; 45,44) del secondo trasduttore (20,21; 38,37).

14. Metodo, secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che i passi iv),

Ing. Roberto Dini


v) e vi) si realizzano simultaneamente ed automaticamente.

15. Metodo, secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che è prevista un'unica operazione di energizzazione ai fini dell'effettuazione dei passi iv), v) e vi).

16. Metodo, secondo la rivendicazione 13, caratterizzato dal fatto che è prevista una terza rilevazione, tramite un ulteriore trasduttore (40), di onde di compressione, rappresentate da segnali P, detta terza rilevazione essendo indipendente da dette prima e seconda rilevazione.

Politecnico di Torino, Dipartimento Georisorse e Territorio;

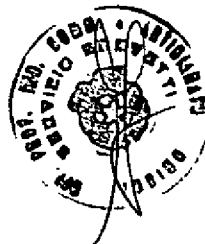
Università di Cagliari, Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di

Geologia Applicata e Geofisica Applicata

p.i. Ing. Roberto Dini

No. Iscr. Albo 270

Roberto Dini



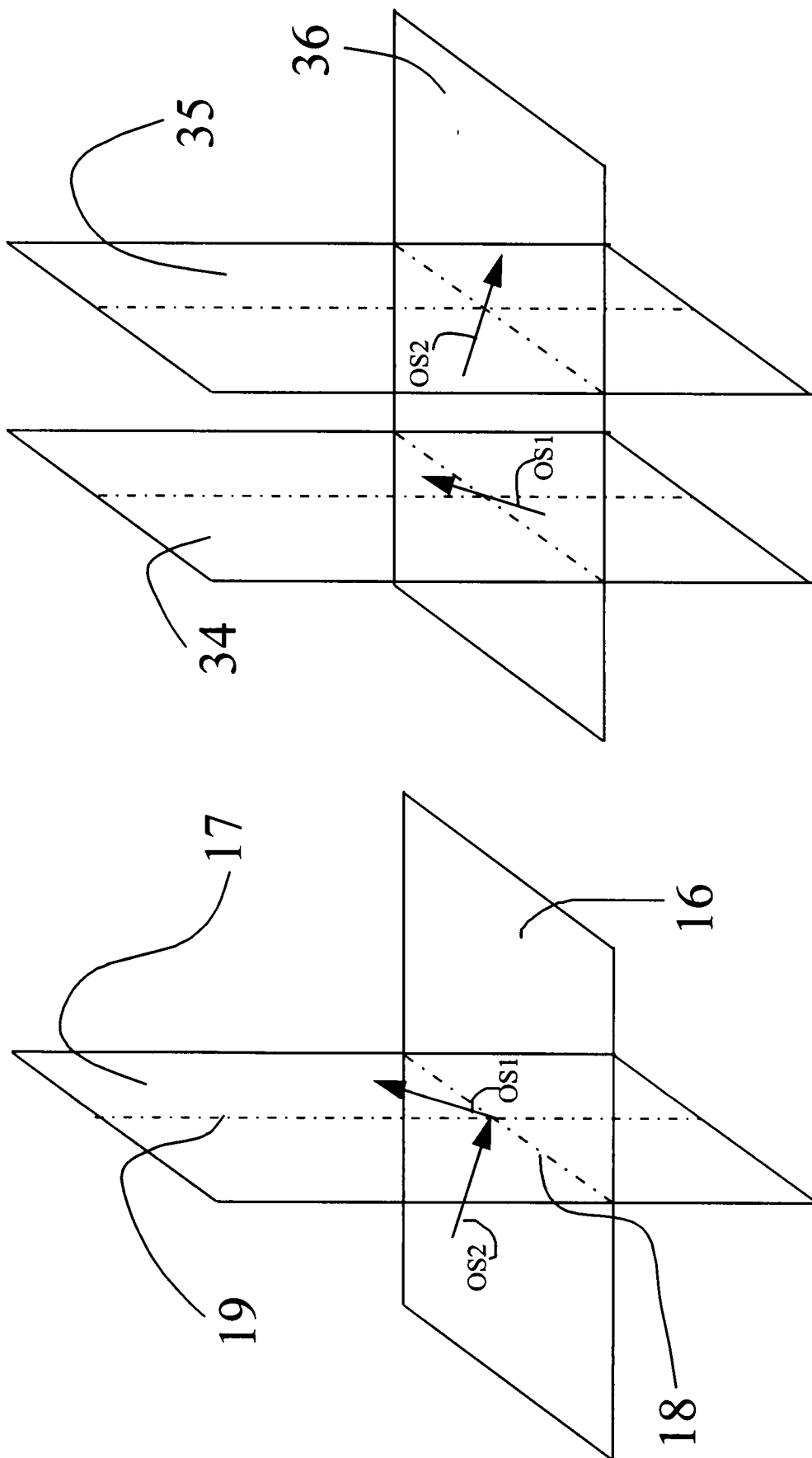


Fig. 3

Fig. 1

Ing. Roberto Dini
(No. Iscr. Albo 270)
Roberto Dini



Ing. Roberto Dini
(No. Iscr. Albo 270)
Roberto Dini

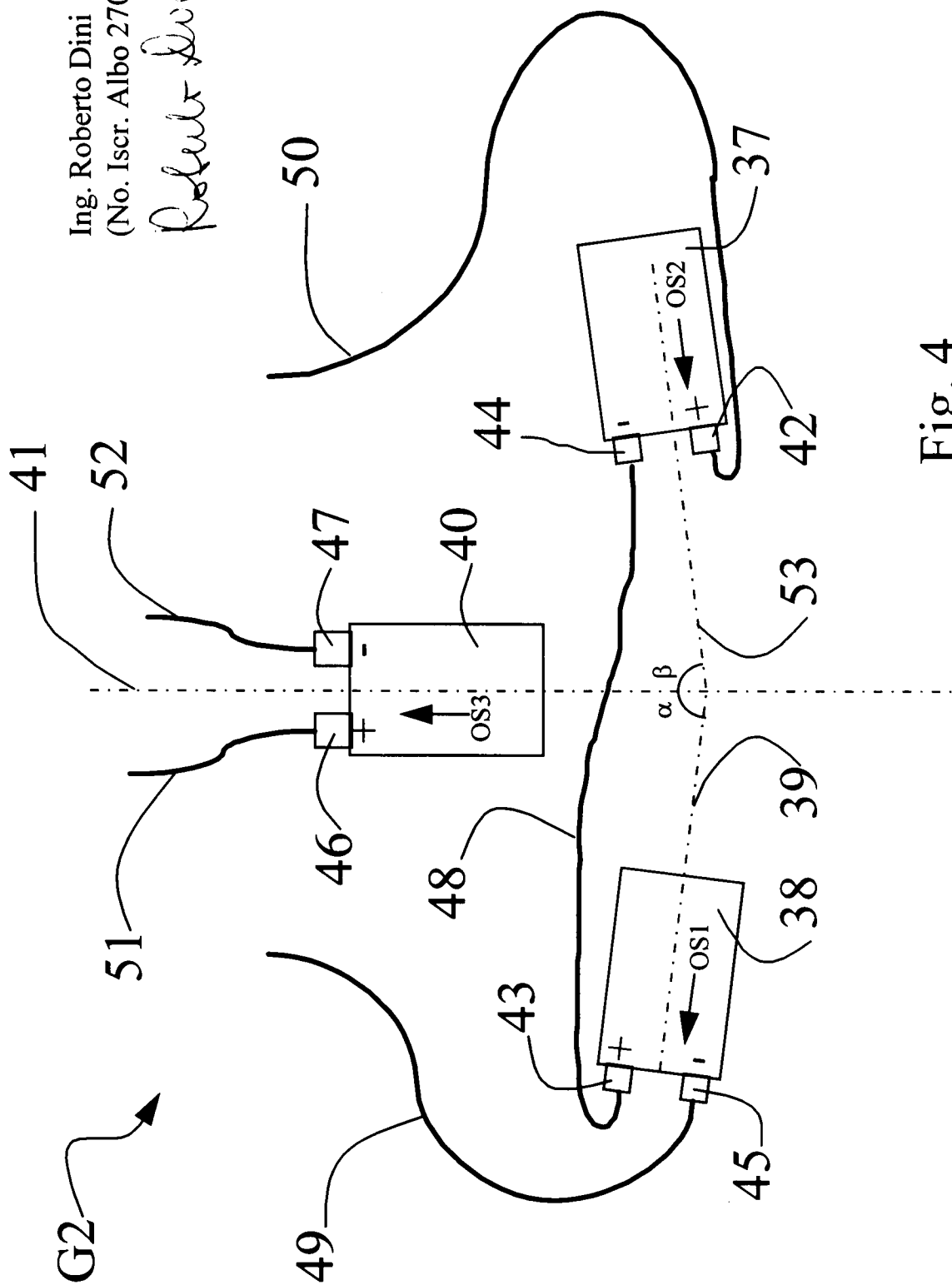


Fig. 4

[Handwritten signature]