



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

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102019000003391</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>08/03/2019</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>08/09/2020</b>

Classifiche IPC

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
G	01	K	1	02

<b>Sezione</b>	<b>Classe</b>	<b>Sottoclasse</b>	<b>Gruppo</b>	<b>Sottogruppo</b>
G	01	K	3	14

Titolo

Dispositivo per la rilevazione di profili di temperatura, e relativo sistema di monitoraggio
--

**Dispositivo per la rilevazione di profili di  
temperatura, e relativo sistema di monitoraggio**

**Descrizione**

**CONTESTO DELL'INVENZIONE**

5    **1.    Settore dell'Invenzione**

La presente invenzione ha come oggetto un  
dispositivo per la rilevazione di profili di  
temperatura, particolare su spessori di ghiaccio,  
neve e/o acqua, e a un relativo sistema di  
10    monitoraggio che lo impiega, eventualmente in un  
certo numero.

**2.    Descrizione dello stato dell'arte**

A titolo esemplificativo, per motivi legati  
all'analisi delle catene trofiche antartiche, è  
15    necessario monitorare con frequenza elevata il  
profilo di temperatura del ghiaccio marino  
antartico. Inoltre, è inoltre necessario, per  
motivi tecnici e/o di sicurezza, effettuare tale  
monitoraggio in modo pervasivo con un certo livello  
20    di accuratezza, e anche con una rilevazione in  
tempo reale, per verificare la tenuta del ghiaccio  
per esempio nel caso di piste di atterraggio,  
destinate anche ad aeromobili pesanti, realizzate  
sulla superficie del ghiaccio e impiegate dai  
25    ricercatori durante le campagne di ricerca  
antartiche estive.

Un altro esempio di applicazione si può trovare  
negli scenari di tipo alpino dove è presente un  
rischio di slavine, o comunque nelle applicazioni

in cui si vuole monitorare il metamorfismo del  
manto nevoso, come nel caso di monitoraggio di  
piste da sci in località sciistiche. Anche in  
questo caso, è richiesto di rilevare, con le stesse  
5 caratteristiche spazio-temporali, un gradiente di  
temperatura attraverso lo spessore del manto  
nevoso.

Questi scenari sono compatibili quindi con la  
necessità di avere, per motivi di sicurezza e/o  
10 studio, informazioni su parametri sia per l'analisi  
della stabilità di un manto idrogeologico, sia per  
l'analisi di processi chimico/biologici esistenti  
in tale manto, con informazioni che possono essere  
utili in ambito militare, di ricerca scientifica,  
15 soccorso, trasporto e così via.

In tutti questi casi, al momento, le rilevazioni  
vengono effettuate con frequenza molto bassa, per  
esempio con un intervallo giornaliero, da personale  
che si reca appositamente in numerosi punti di  
20 rilevazione, talvolta anche impervi e rischiosi,  
per garantire la misura.

Le condizioni metereologiche e l'elevato rischio  
connesso possono poi anche impedire al personale di  
effettuare le misure richieste, anche per numerosi  
25 giorni consecutivamente, rendendo così il rilievo  
discontinuo.

Nello stato dell'arte di riferimento sono noti  
sistemi che consentono di rilevare la temperatura  
superficiale e/o lo spessore di neve e/o ghiaccio,  
30 o che consentono la rilevazione di profili di  
temperatura ghiaccio/neve, ma che non possono

galleggiare, rendendo così estremamente  
difficoltoso il loro recupero in caso di  
smarrimento o deriva, per lo scioglimento di  
ghiacciai o per slavine o smottamenti, con doppio  
5 canale trasmissivo della posizione.

Inoltre, nei sistemi noti non è prevista la  
contemporanea presenza di un registratore di dati  
interno, e di sistemi di trasmissione *wireless*  
*multi-hop*, ed eventualmente con sistemi di  
10 trasmissione di riserva di tipo satellitare, per  
assicurare un'elevata affidabilità nella  
conservazione temporanea e trasmissione del dato,  
anche in tempo reale, in particolare in condizioni  
trasmissive avverse, come nel caso di ostacoli,  
15 malfunzionamento o isolamento di un nodo e simili.

In una sonda installata nel 2011 presso il mare di  
Chukchi Sea a Barrow, Alaska (USA), è stato usato  
un sistema fisso non facilmente trasportabile, che  
sfrutta l'energia eolica e non l'energia solare,  
20 con trasmissione dati tramite UHF a 900 MHz, non di  
tipo *multi-hop*, e senza presentare sistemi di  
recupero con eventuale galleggiabilità e  
trasmissione posizione. Inoltre, non sono  
utilizzati algoritmi di intelligenza computazionale  
25 artificiale,

In Kobbs et al., *Novel monitoring of Antarctic ice  
shelf basal melting using a fiber-optic distributed  
temperature sensing mooring*, AGU Geophysical  
Research Letters, 2014, pag.6779-6786, viene  
30 descritto un sistema di rilievo a fibra ottica per  
alte profondità, privo di sistemi di trasmissione  
*wireless*, senza caratteristiche che permettano il

recupero in caso di smarrimento, ovvero galleggiabilità e trasmissione della posizione, privo anche di un di ricarica fotovoltaica) e di algoritmi di intelligenza computazionale artificiale.  
5

In Xiuhong Li et al., *A Multi-Interface Ice and Snow Remote Monitoring Platform in the Polar Region*, IEEE Sensors Journal, Volume 14, No. 11, novembre 2014, viene descritto un sistema di rilievo che utilizza sensori satellitari, quindi non adatti per rilevare il profilo di temperatura su una profondità, e che non presenta algoritmi di intelligenza computazionale artificiale.  
10

In Liqin Cui et al., *Freshwater ice thickness apparatus based on differences in electrical resistance and temperature*, Elsevier, Cold Regions Science and Technology, Volume 119, novembre 2015, Pag. 37-46, viene descritto un sistema per la rilevazione di spessori di ghiaccio di acqua dolce, tipicamente in laghi, che non presenta algoritmi di intelligenza computazionale artificiale.  
15  
20

In E. Guizzo, *Into deep ice [ice monitoring]*, IEEE Spectrum, Volume 42, No. 12, dicembre 2005, pag. 28-35 viene descritto un sistema di sonde wireless, non operanti in tempo reale che non presenta caratteristiche per il recupero in caso di smarrimento, ovvero galleggiabilità e trasmissione della posizione), e privo di sistemi di ricarica fotovoltaica, di trasmissione *multi-hop*, o di algoritmi di intelligenza computazionale artificiale.  
25  
30

La domanda di brevetto USA No. 2011/076904 A1  
descrive una boa con sensori di vario tipo, che è  
destinata a essere inserita nel ghiaccio marino,  
fornita di un trasmettitore-ricevitore di tipo  
5 satellitare e non incorpora il concetto di rete di  
sensori, con un'alimentazione solamente a batteria.

La domanda di brevetto cinese No. 10128567 A  
riguarda un sensore singolo, miniaturizzato per  
acquisizione continua e la trasmissione di dati  
10 relativi a uno spessore del ghiaccio, ma senza  
alcun riferimento alla temperatura del ghiaccio.

La domanda di brevetto cinese No. 101303220 A si  
riferisce a un sensore singolo miniaturizzato per  
acquisizione continua e trasmissione "*single chip*"  
15 di dati di spessore e temperatura del ghiaccio., ma  
esso non è applicabile in caso di ghiaccio marino.

La domanda di brevetto cinese No. 1560560 A  
riguarda un sensore singolo miniaturizzato per  
acquisizione continua e trasmissione di dati di  
20 spessore del ghiaccio, ma senza alcun riferimento  
alla temperatura del ghiaccio.

La domanda di brevetto cinese No. 202511782 A si  
riferisce a un metodo e a un trasduttore per  
misurare, elaborare, trasmettere, tra le altre  
25 variabili, profili di temperatura in terreni  
ghiacciati, ma non è descritto il concetto di rete,  
né prevede una capacità di galleggiamento.

La domanda di brevetto cinese No. 202329584 A  
riguarda un sistema di rilevazione puntuale di  
30 spessore e profilo di temperatura della neve di

dimensioni e complessità superiori, non galleggiante, che non ha capacità trasmissive *multi-hop* e non adatto a monitoraggio pervasivo.

La domanda di brevetto cinese No. 2074451 A si  
5 riferisce a una sonda di tipo *multilayer*, anch'essa  
priva di caratteristiche per il recupero, ma anche  
di quelle relative all'*anomaly detection* di  
funzionamento e per il *logging* e la trasmissione  
del dato rilevato.

10 Le domande di brevetto cinese No. 201955086 A, No.  
201037769 A e No. 201852611 A descrivono sistemi  
per il monitoraggio dei profili temperatura  
sottomarina sotto ghiaccio, non adattabili alle  
condizioni di destinazione d'uso della presente  
15 invenzione.

Il brevetto USA No. 3,635,087 A descrive un sistema  
per rilevare il profilo di temperatura in  
contenitori riscaldati che utilizza un sistema  
mobile comandato da un motore elettrico, ma non  
20 possiede capacità di trasmissione wireless *multi-*  
*hop* e non è espressamente pensato per scenari  
diversi da quelli discussi precedentemente.

La domanda di brevetto cinese No. 102042883 A si  
riferisce a un sensore di temperatura per roccia di  
25 carbone, con una rilevazione puntuale ma non  
presenta capacità di registrazione dati né di  
trasmissione *wireless*.

La domanda di brevetto europeo No. 2,813,870 A  
descrive un sistema per rilevare il profilo di  
30 temperatura e lo spessore di uno strato di neve ma

non presenta capacità trasmissive *multi-hop*;  
inoltre, i sensori ottici abbinati sono utilizzati  
come sensori di livello.

La domanda di brevetto canadese No. 2,889,827 A  
5 descrive un sistema con un sensore portatile da  
utilizzare con neve, ove è previsto che un  
operatore lo impieghi con un sistema di  
acquisizione a mezzo cellulare o rete a corto  
raggio per memorizzare i dati in un server. Quindi,  
10 non riguarda un sistema *stand-alone* che può essere  
lasciato sul posto ed eventualmente recuperato con  
la gestione del recupero.

La domanda di brevetto europeo No. 2,551,668 A  
descrive un sistema di misura per caratteristiche  
15 quali anche un profilo di temperatura, destinato  
alla neve, ma è privo sia di un sistema di recupero  
in caso di deriva, sia di un sistema di  
trasmissione *multi-hop*.

#### **SOMMARIO DELL'INVENZIONE**

20 Il problema tecnico che è alla base della presente  
invenzione è di fornire un dispositivo per la  
rilevazione di profili di temperatura che consenta  
di ovviare all'inconveniente menzionato con  
riferimento alla tecnica nota.

25 Tale problema viene risolto da un dispositivo per  
la rilevazione di profili di temperatura  
comprendente:

- almeno un contenitore, isolato termicamente e  
sigillato a tenuta, che contiene almeno una  
30 scheda processore (CPU), mezzi di

comunicazione *wireless* di tipo *multi-hop*, e mezzi per rilevare un segnale di posizionamento globale (GPS con almeno un'antenna;

- 5 • almeno un supporto per sensori esterni che includono uno o più sensori di temperatura;
- almeno una batteria e mezzi di ricarica di tale batteria che includono un pannello fotovoltaico; e
- 10 • un sistema di galleggiamento del dispositivo, predisposto per mantenerlo in una posizione prestabilita.

Il principale vantaggio del dispositivo per la rilevazione di profili di temperatura secondo la presente invenzione risiede nel consentire un  
15 funzionamento autonomo nell'ambito di una rete di dispositivi coagenti, con la possibilità di recuperare eventuali dispositivi perduti per varie ragioni operative.

20 Il sistema proposto, realizzabile con dimensioni ridotte e quindi facilmente trasportabile, garantisce la possibilità di misurare da remoto, con densità spaziale modulare e quindi con misure pervasive, il profilo di temperatura dello spessore  
25 del manto idrogeologico da tenere sotto osservazione, per esempio una calotta di ghiaccio, a diverse profondità.

Esso è dotato di capacità di rilevazione multisensoriale, per identificare eventuali  
30 anomalie, dati riguardanti la temperatura, eventuali *markers* di tipo chimico/fisico/biologico, che può essere sfruttata con 'utilizzo di algoritmi

di intelligenza computazionale artificiale, per esempio con reti neurali, e di trasmissione affidabile dei dati desunti anche a distanza, con distanze superiori al chilometro.

5 Le caratteristiche del sistema inoltre gli garantiscono la possibilità di essere dislocato in contesti contraddistinti da elevate difficoltà ambientali, per esempio sul ghiaccio marino, e in situazioni potenzialmente avverse, minimizzando le  
10 possibilità di perdita del sistema e dati a causa, a titolo esemplificativo, di venti catabatici, scioglimento del manto ghiacciato, slavine e così via.

Infatti, il sistema può essere corredato di utility  
15 interne per funzionare in condizioni difficili e per essere facilmente recuperato in caso di smarrimento.

La trasmissione dei dati può essere basata sull'impiego di una rete *mesh* (multi-hop) e di tipo  
20 satellitare che, grazie alla capacità del singolo nodo di funzionare anche da ripetitore e da instradatore per sistemi gemelli distribuiti in campo, riesce a formare una rete d'acquisizione, con ridondanza dati, su vaste aree e su lunghe  
25 distanze anche in presenza di ostacoli schermanti.

Inoltre, c'è la possibilità di estendere il range di trasmissione, o di assicurarla anche in condizioni geologiche fortemente sfavorevoli, mediante utilizzo di ripetitori *stand-alone*  
30 intermedi, quindi senza capacità sensoriali, alimentati a batteria e/o da celle solari di

ricarica da interporre tra i sistemi sensoriali e la stazione ricevente.

Il sistema, quindi, per come è stato concepito, è utilizzabile anche in tutti quegli ambiti in cui  
5 c'è necessità di una rilevazione pervasiva di profili multisensoriali in ghiaccio, neve, e simili, ad alta frequenza in situazioni geologiche avverse.

#### **BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI**

10 La presente invenzione verrà qui di seguito descritta secondo un suo esempio di realizzazione preferita, fornito a scopo esemplificativo e non limitativo con riferimento ai disegni annessi in cui:

15 \* la figura 1 mostra uno schema a blocchi che descrive un sistema di monitoraggio secondo la presente invenzione;

\* la figura 2 mostra una vista prospettica schematica di un dispositivo per la rilevazione  
20 di profili di temperatura secondo l'invenzione;

\* la figura 3 è uno schema a blocchi che illustra l'algoritmo eseguito da un software interno al dispositivo delle figure precedenti; e

\* la figura 4 mostra un esempio di scenario  
25 operativo di funzionamento di una rete dispositivi delle figure precedenti.

#### **DESCRIZIONE DI UN ESEMPIO PREFERITO DI REALIZZAZIONE DELL'INVENZIONE**

30 Con riferimento alle figure, un dispositivo per la rilevazione di profili di temperatura è indicato

con 1; esso è predisposto per il rilievo di temperatura di spessori di ghiaccio, neve, acqua, terreni, in condizioni ambientali difficili, ed è predisposto per costituire, insieme ad altri  
5 dispositivi analoghi, un sistema integrato per il rilievo di dati ambientali.

In figura 1 è mostrato uno schema a blocchi che descrive un sistema di monitoraggio secondo la presente invenzione. Come si può notare, il singolo  
10 dispositivo sensoriale da campo è costituito da:

- un processore per il controllo e il condizionamento dei sensori, nonché per l'elaborazione dei relativi dati;
- un'unità di alimentazione interna ed esterna, la cui parte interna comprende almeno una  
15 batteria ricaricabile e la cui parte esterna comprende un pannello fotovoltaico, predisposto come mezzo di ricarica per la batteria,
- una sezione attuativa;
- una pluralità di unità sensoriali esterne ed interne; e
- un'unità di comunicazione *wireless*, di tipo *multi-hop*.

25 Per sistema di comunicazioni di tipo multi-hop (multi-hop routing) si intende una rete di comunicazione via radio in cui l'area di copertura della rete complessiva ha un'estensione maggiore della somma delle aree di copertura risultanti  
30 dalle portate radio dei singoli nodi.

Considerando che il ricevitore radio in un sistema

di comunicazione è un componente a elevato consumo di energia, maggiore se a lunga distanza, in casi di nodi di rilevazione dispersi su una vasta area un sistema di comunicazione di tipo *multi-hop* può essere più efficiente di un sistema di tipo *single-hop*.

Pertanto, questo sistema di comunicazione è particolarmente adatto a mettere in rete un certo numero di dispositivi secondo la presente invenzione.

Le componenti sopra menzionate, con l'eccezione dei sensori esterni del dispositivo, contenute in un apposito contenitore sigillato di protezione a tenuta, ovvero di tipo impermeabile, isolato termicamente e dotato di un sistema di galleggiamento e segnalazione visiva del tipo a boa luminosa.

Con riferimento alla figura 2, il dispositivo è indicato nel suo complesso con 1. Esso comprende il suddetto contenitore 2 che è isolato termicamente ed è sigillato a tenuta; il contenitore 2 contiene quindi almeno una scheda processore (CPU) che realizza detto processore per il controllo e il condizionamento dei sensori, nonché per l'elaborazione dei relativi dati, e detta sezione attuativa, mezzi di comunicazione *wireless* di tipo *multi-hop*, e mezzi per rilevare un segnale di posizionamento globale (GPS) con almeno un'antenna.

Il contenitore 2 ha una forma sostanzialmente scatolare e, essendo sigillato e in gran parte vuoto all'interno, esso costituisce un sistema di

galleggiamento del dispositivo, predisposto per mantenerlo in una posizione prestabilita, in quanto le componenti più pesanti, che saranno descritte nel seguito, sono connesse a una singola faccia del contenitore, che in caso di galleggiamento costituiranno la parte immersa del dispositivo.

Si intende che potranno essere presenti differenti accessori per il galleggiamento, come galleggianti specifici che circondano il contenitore 2, realizzati in materiale schiumoso sigillato, e che garantiscono un adeguato posizionamento verticale in caso di immersione del dispositivo.

Questa parte immersa comprende almeno un supporto 3 per sensori esterni che includono, come apparirà più in dettaglio nel seguito, uno o più sensori di temperatura 4.

La faccia del contenitore 2 a cui il supporto sensori 3 è connesso costituisce la superficie inferiore, contrapposta quindi a una superficie superiore, destinata a rimanere emersa in caso di galleggiamento, che comprende detto pannello fotovoltaico 9 per la ricarica della batteria che alimenta l'elettronica del dispositivo.

In corrispondenza di detta superficie superiore il dispositivo 1 comprende anche una lampada di segnalazione 8, per esempio del tipo a LED che emana impulsi luminosi intermittenti, che, in detta posizione prestabilita, si trova sulla sommità del dispositivo 1.

Il supporto per sensori 3 ha una struttura tubolare

che realizza un cavidotto interno, e sulla sua superficie esterna esso comprende un binario di posizionamento dei sensori, che così possono essere posizionati a diverse altezze.

5 La struttura tubolare è flessibile e include un puntale 5 di fissaggio a una sua estremità inferiore. Ad ogni profondità fissata per la rilevazione, il dispositivo 1 comprende una scheda multi-sensore 7 per la raccolta dei dati,  
10 convenientemente accolta in una protezione sigillata.

Tra la struttura tubolare e il contenitore 2 è previsto un distanziatore 6 che include un sensore di immersione di tipo igrometrico, che rileva la  
15 presenza di acqua ed è in grado di segnalare alla CPU che il contenitore 2 del dispositivo 1 è effettivamente immersa in acqua, e che il dispositivo galleggia e pertanto potrebbe spostarsi.

20 All'interno del contenitore 2 è alloggiato un accumulatore termico, che fornisce una capacità termica aggiuntiva per mitigare eventuali escursioni termiche interne in situazioni di elevata differenza tra le temperature minime e  
25 massime all'esterno.

Infatti, in situazioni d'irradianza solare eccedente quella necessaria per caricare l'accumulo elettrochimico, viene immagazzinata energia termica con la linea fotovoltaico-riscaldatore elettrico-  
30 accumulo termico, in modo da richiedere un minimo intervento dell'accumulo elettrochimico per il

riscaldamento nelle condizioni di minima temperatura.

Per quanto riguarda il processore, esso comprende una scheda con un microcontrollore (MCU) che ha la  
5 funzione di eseguire l'algoritmo di calcolo, controllo e trasmissione; esso contiene inoltre schede di interfacciamento e condizionamento con i diversi sensori.

La batteria, che provvede all'alimentazione del  
10 sistema, è costituita da un sistema di accumulo elettrico di tipo chimico, preferibilmente batterie Litio-polimero, ricaricabile attraverso una semplice porta USB e da un sistema a pannello fotovoltaico che ricarica la batteria sul sito di  
15 impiego, in presenza di radiazione solare.

Le unità sensoriali interne, quindi quelle non dislocate nella sonda esterna, sono costituite prevalentemente da un sensore di temperatura a basso consumo, un sensore di presenza acqua, un  
20 igrometro, e un sensore a contatto con il suolo. Essi forniscono un segnale inviato al processore per individuare le strategie d'intervento del riscaldatore interno, il quale comprende una ventola di raffrescamento, della segnalazione  
25 luminosa esterna e per la gestione della fase di recupero, che prevede una trasmissione dati per la localizzazione (per esempio ottenuti mediante una localizzazione GPS), in caso di spostamento anomalo o di immersione per scioglimento del ghiaccio o  
30 della neve.

L'unità sensoriale esterna invece è costituita da

una sonda di rilevamento multisensoriale e multistadio: essa risulta componibile mediante un fissaggio a vite di più elementi base contenenti i sensori su detto binario unico flessibile e  
5 facilmente trasportabile, nonché componibile in loco. La flessibilità del supporto consente anche la compatibilità con sensori di deformazione, di spostamento, di inclinazione come estensimetri, accelerometri e così via.

10 I sensori sono contenuti in un involucro realizzato in materiale plastico e con un'elevata resistenza meccanica e agli agenti ambientali sfavorevoli come temperature variabili, irraggiamento UV, corrosione, acqua marina e così via. Ciascun  
15 involucro contiene più tipologie di sensori: almeno un sensore di temperatura, preferibilmente sensori a termoresistenza (RTD), estensimetri, sensori di umidità, sensori ottici, ecc.

In particolare, sono previste coppie di sensori  
20 primari, per la rilevazione di un parametro primario quale temperatura, deformazione ecc., e di sensori secondari o di anomalia (figura 1), e quindi sensori igrometrici e ottici che rilevano anomalie nel dislocamento dei sensori del  
25 dispositivo in relazione a ghiaccio e neve.

Il processore contiene un software che implementa un algoritmo descritto con riferimento alla figura 3. Esso consente di gestire l'acquisizione, l'elaborazione, la memorizzazione, l'instradamento  
30 e la trasmissione affidabile dei dati. Esso consente inoltre di rilevare e gestire il flusso dati delle condizioni di avaria/anomalia e le

relative azioni da compiere.

Le elaborazioni per il riconoscimento dei pattern relativi alle fasi critiche o alle informazioni utili citate, come le ricostruzione profili di  
5 temperatura basati su informazioni relative ai sensori primari e secondari , anomalie, adattamento frequenze di sampling ai vari eventi, ma soprattutto i segnali di allarme di praticabilità e in generale di previsione di situazioni di pericolo  
10 basate su sintesi di dati pervasivi, utilizzano algoritmi di intelligenza computazionale artificiale (reti neurali) adeguatamente addestrate in opportune fasi di apprendimento per i singoli scenari di utilizzo.

15 La scelta preferita dello strumento di *computational intelligence* per *on board* e *off-line processing* ricade su *shallow neural networks* in virtù della *conciseness* di rappresentazione della conoscenza e nelle limitate richieste  
20 computazionali, utile in particolare per l'implementazione on board.

In figura 3 si possono distinguere le fasi di gestione energetica intelligente. Infatti, il dispositivo, oltre a gestire la carica attraverso  
25 il proprio pannello fotovoltaico dell'accumulo elettrochimico gestisce il surplus energetico da fonte fotovoltaico attraverso l'accumulo termico.

Inoltre, il dispositivo, quando non è attivo, si pone in uno stato di minimo consumo (massimizzando  
30 la durata delle risorse energetiche. La frequenza delle acquisizioni è fissata come parametro

iniziale in input ma essa viene incrementata gradualmente in automatico in funzione della variazione del parametro sensoriale d'interesse, per esempio temperatura, deformazione, spostamento, inclinazione). Ciò consente di acquisire più informazioni e di ricostruire eventi con dinamica accelerata rispetto a quella prevista per il fenomeno monitorato. A titolo di esempio, ci si può riferire al caso della rilevazione di temperatura in momenti precedenti e successivi alla rottura della calotta glaciale per elevate temperature.

Inoltre, il sistema intelligente di gestione dell'energia diminuisce gradualmente e automaticamente la frequenza di acquisizione qualora lo stato di carica della batteria scenda sotto livelli di guardia preimpostati.

La fase di gestione dell'acquisizione prevede l'acquisizione ad interrogazione sequenziale degli N sensori presenti nella sonda esterna. Il dispositivo 1 quindi gestisce attraverso schede di condizionamento di sensori la fase di setup, la fase di condizionamento, la fase d'acquisizione e rilevazione anomalie (anomalie cavi, superamento soglie, sensore fuori sede).

La fase di memorizzazione/trasmissione consente di implementare un sistema capace di memorizzare su supporto a stato solido di memoria (SSD) i dati d'interesse, con implementazione di ridondanza dati dei sistemi vicini, e, in condizioni trasmissive ed energetiche sufficienti, di trasmetterli attraverso la rete di comunicazione di tipo multi-hop, o eventualmente satellitare, alla stazione ricevente

base. In condizioni anomale (trasmissione non possibile per livello energetico del sistema di accumulo sotto la soglia impostata e/o condizioni trasmissive avverse) il sistema è in grado di  
5 ritrasmettere le informazioni non ancora inviate al ristabilirsi delle condizioni ottimali.

Le fasi di gestione delle anomalie prevede un gruppo di sensori a basso consumo, capaci di far risvegliare, mediante linee di IRQ, l'unità di  
10 controllo per attuare immediatamente le azioni adeguate.

In particolare, sono deputati a questa funzione il sensore di temperatura interno e il sensore di immersione/contatto con il suolo del sistema galleggiante. Infatti, al superamento delle  
15 finestre di temperatura interne preimpostate il sistema si risveglia e, dopo aver verificato che c'è un livello di energetico sufficiente, attiva la ventola di raffrescamento o il sistema di riscaldamento interno fino al rientro dell'allarme.  
20

Al verificarsi dell'immersione o del contatto della sonda di immersione con neve/acqua/ghiaccio il sistema si risveglia ed attiva l'unità GPS. Attraverso le informazioni della posizione, l'unità  
25 di controllo è capace di rilevare, basandosi sulla posizione iniziale, se il sistema sta andando in deriva o semplicemente si è verificato una rottura del supporto del box contenitore. In caso di deriva e possibile smarrimento, il sistema invia tutti i  
30 dati non ancora trasmessi (scegliendo quella più appropriata tra *multi-hop* e satellitare) e, a cadenza prefissata, trasmette via satellite la sua

posizione ed accende il lampeggiante esterno per facilitare le operazioni di recupero.

In caso di rottura del supporto, il sistema dopo aver inviato i dati, si mette in attesa e trasmette l'anomalia per un eventuale intervento di manutenzione.

In figura 4, è illustrato un esempio di scenario operativo di funzionamento di una rete dispositivi.

A titolo di esempio, in questo sistema, indicato nel suo complesso con 10, è prevista la rilevazione pervasiva ad alta frequenza e la trasmissione wireless del profilo di temperatura (a vari livelli di profondità) e/o informazioni di anomalia della calotta di ghiaccio marino con sistema di galleggiamento e rilevazione di deriva o spostamento, per facilitare il recupero grazie a una localizzazione e trasmissione su doppia tecnologia trasmissiva PAN/satellite della posizione e dei dati.

Inoltre, è previsto un sistema di *datalogger* e trasmissione rete o satellite, con gestione della ridondanza dei dati, capace di funzionare anche da ripetitore e instradatore per sistemi gemelli, per garantire un'elevata *fault tolerance* e la trasmissione affidabile in tempo reale, anche in situazioni geologiche avverse.

Poi, è previsto un sistema di *power-management* e di regolazione climatica intelligente e relativo livellamento delle escursioni termiche, interno al contenitore 2, basato sull'impiego di accumulo

termico, termostato, e ventola di raffrescamento.

In questo modo, è possibile un adattamento intelligente della frequenza di acquisizione, basato sull'analisi energetica e sull'analisi delle  
5 dinamiche della grandezza monitorata.

Il sistema può realizzare una rilevazione, a vari livelli di profondità, di altri parametri fisico-chimico-biologici, come l'intensità luminosa, la fluorescenza, la deformazione e così via. Inoltre,  
10 è possibile la rilevazione del profilo della neve a vari livelli di profondità.

Il dispositivo e il sistema di dispositivi sopra descritti possono essere impiegati per il monitoraggio ambientale, nel settore sportivo e  
15 turistico, in ambito militare e nei settori della ricerca scientifica, dei trasporti e della gestione delle emergenze.

Pertanto, essi possono essere impiegati, solo a titolo esemplificativo, da industrie specializzate  
20 in dispositivi per il monitoraggio ambientale e idrogeologico, in dispositivi per la sicurezza ambientale e idrogeologica o idrogeomatici, da società specializzate in attività di monitoraggio ambientale, nell'industria degli sport invernali,  
25 da enti di ricerca e da corpi militari.

Al sopra descritto dispositivo per la rilevazione di profili di temperatura un tecnico del ramo, allo scopo di soddisfare ulteriori e contingenti esigenze, potrà apportare numerose ulteriori  
30 modifiche e varianti, tutte peraltro comprese

nell'ambito di protezione della presente  
invenzione, quale definito dalle rivendicazioni  
allegate.

## RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo (1) per la rilevazione di profili di temperatura comprendente:

- 5       • almeno un contenitore (2) isolato termicamente e sigillato a tenuta, che contiene almeno una scheda processore (CPU), mezzi di comunicazione *wireless* di tipo *multi-hop*, e mezzi per rilevare un segnale di posizionamento globale (GPS) con almeno un'antenna;
- 10       • almeno un supporto (3) per sensori esterni che includono uno o più sensori di temperatura;
- almeno una batteria e mezzi di ricarica di tale batteria che includono un pannello  
15       fotovoltaico; e
- un sistema di galleggiamento del dispositivo, predisposto per mantenerlo in una posizione prestabilita.

20 2. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, che comprende una lampada (8) di segnalazione che, in detta posizione prestabilita, si trova sulla sommità del dispositivo.

25 3. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui, all'interno del contenitore (2) è alloggiato un dispositivo di accumulato termico, che fornisce una capacità termica aggiuntiva per mitigare eventuali escursioni termiche interne in situazioni di elevata differenza tra le temperature minime e massime all'esterno.

30 4. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1,

in cui detta almeno una batteria, che provvede all'alimentazione elettrica, è costituita da un sistema di accumulo elettrico di tipo chimico, preferibilmente batterie Litio-polimero.

- 5 5. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui sono previste unità sensoriali interne costituite da un sensore di temperatura a basso consumo, un sensore di presenza acqua, un igrometro, e un sensore a contatto con il suolo.
- 10 6. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detti sensori sono contenuti in un involucro realizzato in materiale plastico e con un'elevata resistenza.
- 15 7. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 6, in cui ciascun involucro contiene più tipologie di sensori scelti tra sensori di temperatura, preferibilmente sensori a termoresistenza (RTD), estensimetri, sensori di umidità, sensori ottici.
- 20 8. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui sono previste coppie di sensori primari, per la rilevazione di un parametro primario quale temperatura o, deformazione, e di sensori secondari o di anomalia come sensori igrometrici e ottici, che rilevano un dislocamento del dispositivo in  
25 relazione a ghiaccio e neve.
9. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detti mezzi di comunicazione *wireless* includono anche sistemi di comunicazione satellitare.
- 30 10. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 1,

in cui in detta scheda processore è presente un software per gestire l'acquisizione, l'elaborazione, la memorizzazione, l'instradamento e la trasmissione affidabile dei dati e di rilevare e gestire il flusso dati delle condizioni di avaria/anomalia e le relative azioni da compiere.

11. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 10, in cui detto software implementa un algoritmo di intelligenza computazionale artificiale a reti neurali.

12. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 11, in cui detto algoritmo di intelligenza computazionale artificiale a reti neurali è del tipo a *shallow neural networks*.

13. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 10, in cui detto software gestisce il surplus energetico da fonte fotovoltaico attraverso l'accumulo termico.

14. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 10, in cui la frequenza delle acquisizioni è fissata come parametro iniziale in input ma essa viene incrementata gradualmente in automatico in funzione della variazione del parametro sensoriale d'interesse, e diminuisce gradualmente e automaticamente qualora lo stato di carica della batteria scenda sotto livelli di guardia preimpostati.

15. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 10, in cui la fase di gestione dell'acquisizione prevede l'acquisizione ad interrogazione

sequenziale degli N sensori presenti nella sonda esterna.

16. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 10, in cui La fase di memorizzazione e trasmissione dei dati 5 impiega un supporto a stato solido di memoria (SSD) e, in condizioni trasmissive ed energetiche sufficienti, trasmette detti dati attraverso la rete di comunicazione di tipo *multi-hop* alla stazione ricevente base, mentre in condizioni 10 anomale i dati non ancora inviati sono ritrasmessi al ristabilirsi delle condizioni ottimali di trasmissione.

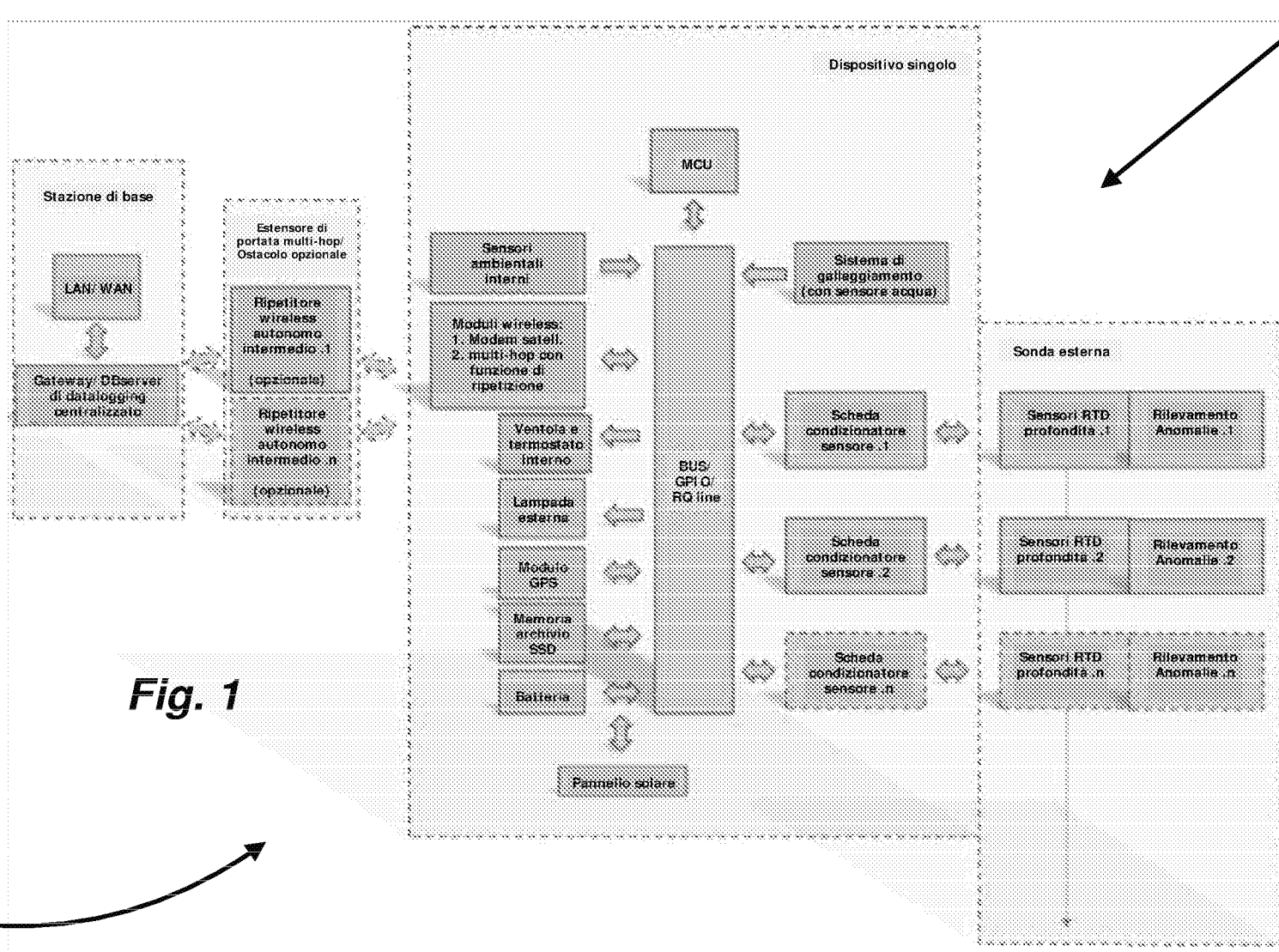
17. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 10, in cui la gestione delle anomalie prevede un gruppo 15 di sensori a basso consumo, capaci di far risvegliare, mediante linee di IRQ, il processore per attuare le azioni adeguate.

18. Dispositivo (1) secondo la rivendicazione 17, in cui il gruppo di sensori a basso consumo 20 comprende un sensore di temperatura interno e un sensore di immersione e di contatto con il suolo del sistema galleggiante e, al verificarsi dell'immersione o del contatto della sonda di immersione il processore si risveglia ed attiva i 25 mezzi per rilevare un segnale di posizionamento globale, inviando tutti i dati non ancora trasmessi e, a cadenza prefissata, trasmette via satellite la sua posizione ed accende il lampeggiante esterno per facilitare le operazioni di recupero.

30 19. Sistema di monitoraggio (10), che comprende una pluralità di dispositivi per la rilevazione di

profili di temperatura di una delle rivendicazioni precedenti.

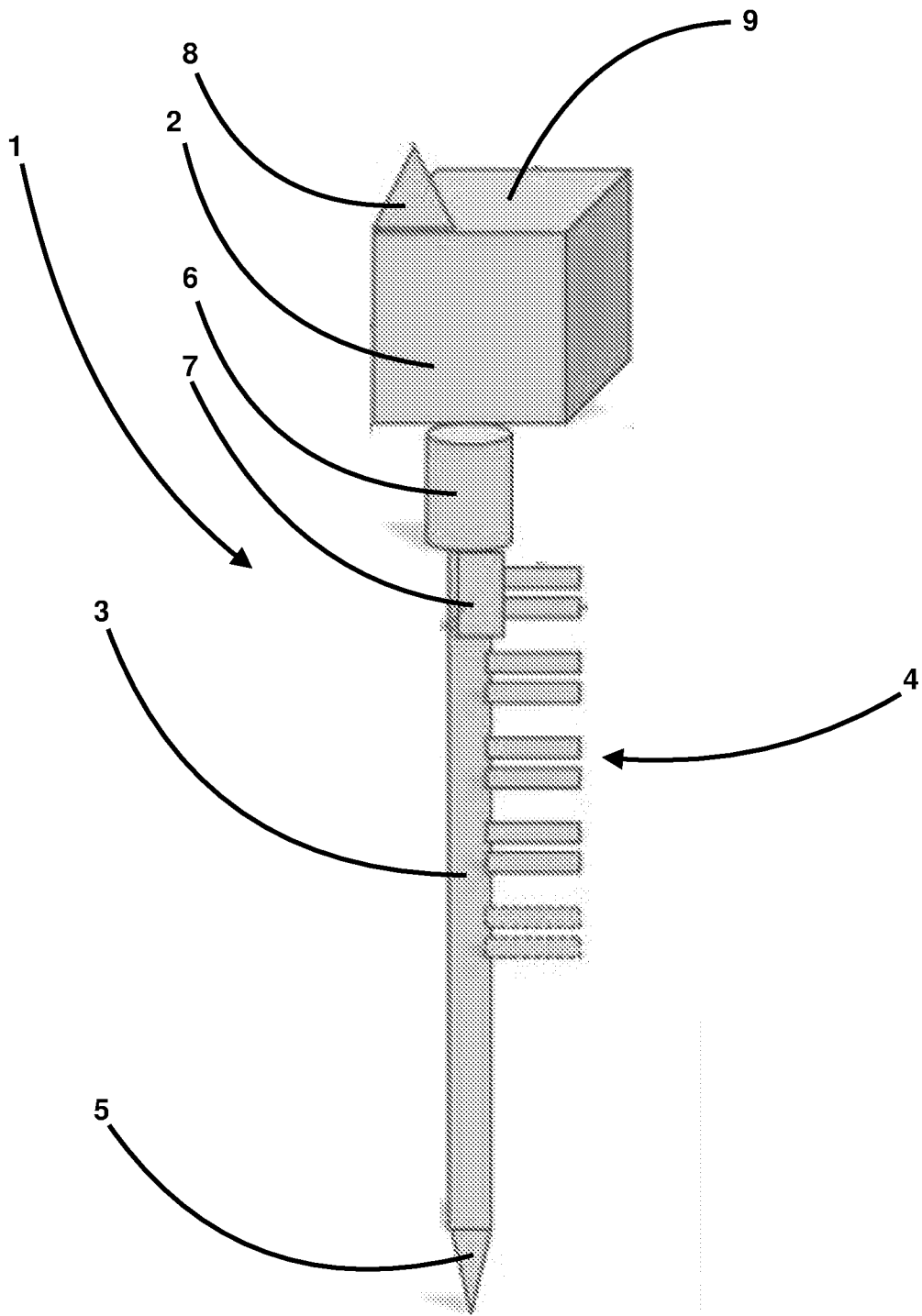
p.p. Stazione Zoologica Anton Dohrn



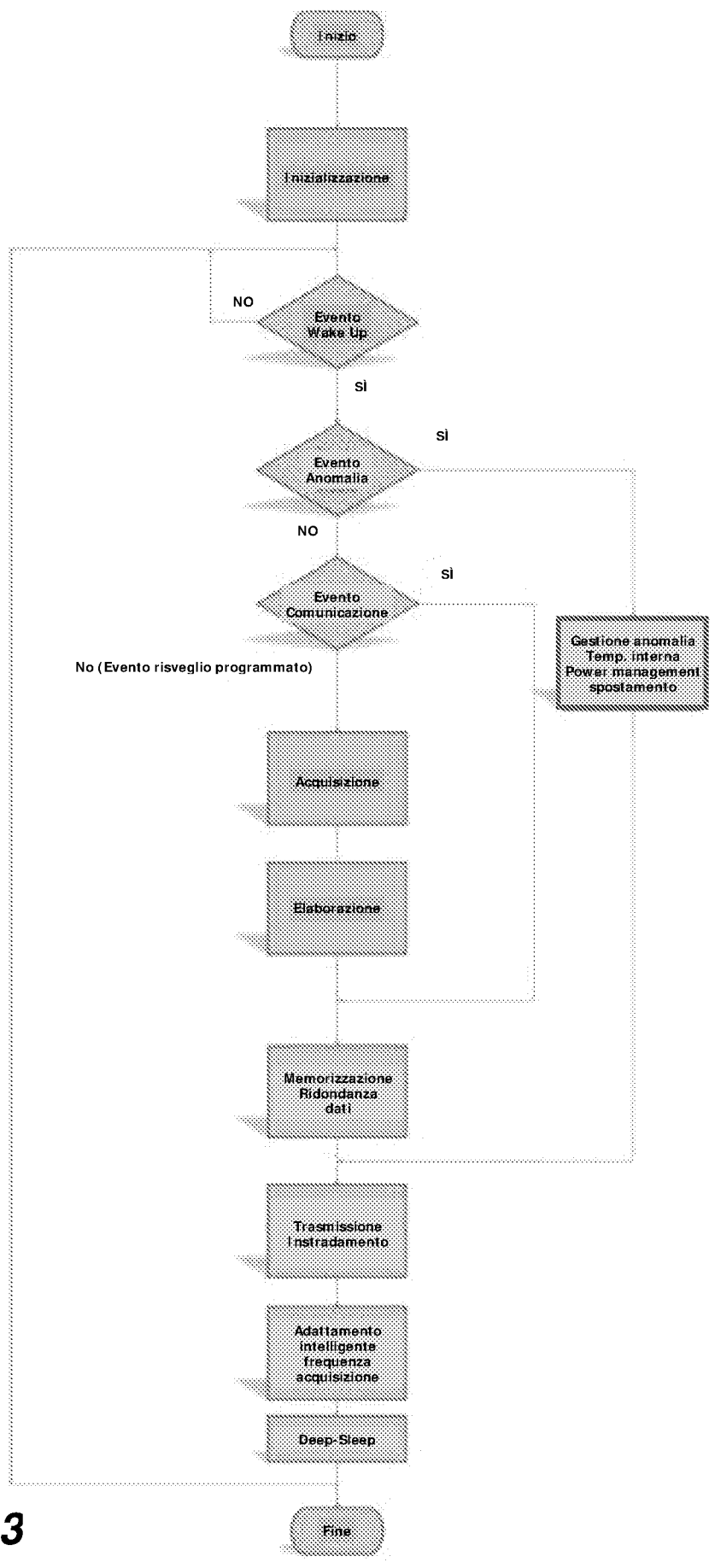
**Fig. 1**

10

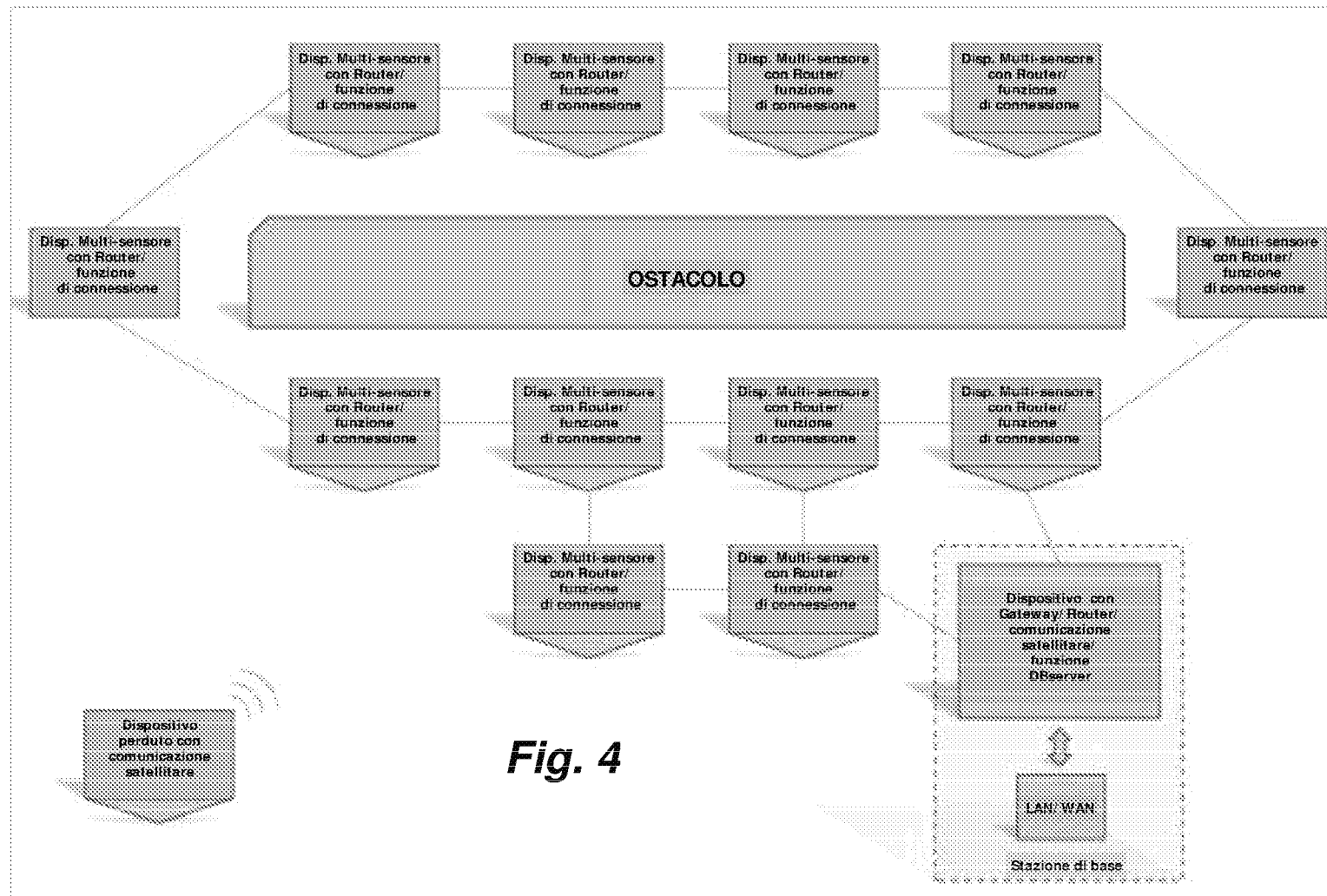
1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**