

PROTEGGERE I RISULTATI DELLA  
**RICERCA**  
**PER** STIMOLARE  
**L'INNOVAZIONE**

A cura di  
Andreina Fullone – Maria Carmela Basile



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti  
Direttore: Dott. Marco Conti

Struttura Tecnica di Particolare Rilievo Valorizzazione della Ricerca  
Responsabile: Dott. Alberto Silvani



Consiglio Nazionale delle Ricerche

Un ringraziamento a chi, con competenza, spirito di sacrificio, volontà ed impegno ha contribuito a costruire un patrimonio che rappresenta un significativo risultato per il progresso del Paese, motivo di orgoglio per il nostro Ente.

Many thanks to those who, with competence, spirit of sacrifice, will and commitment helped build a heritage that represents a significant achievement for the Country's progress, which obviously is a source of pride for our organization.

Maria Carmela Basile  
Technology Transfer Office

Andreina Fullone  
Department of Engineering, ICT and Technologies for Energy and Transport



## Department of Engineering, ICT and Technologies for Energy and Transport

The research activities of the Department of Engineering, ICT and Technologies for Energy and Transport (DIITET) are carried out by about 1,500 researchers, technologists and technicians, working in 21 Institutes located throughout Italy. The Department faces, with a multidisciplinary approach, the scientific and technological challenges in priority areas for Italy and in addition to generating new knowledge, produces new products and processes to foster innovation in the Country.

The exploitation of research results, through contacts with the business world, is, in fact, the second mission of the National Research Council, as stated in its new Charter, which entered into force on 1 May 2015. The valorization of research results constitutes an integral part of the activities carried out by the CNR and is also a possible motivation and stimulus towards the development of new knowledge.

DIITET has launched a number of initiatives aimed at facilitating the matching of its network of Institutes with the business world. This volume, which comes just one year after the previous edition, witnesses the value of the activities carried out by the CNR. In fact, intellectual property rights, which are a strategic asset in the competitive world, are a valuable means to interact with national and international business communities, a stimulus towards cooperation on joint research and development and, therefore, a good support for the research activities of the CNR.

The credit for this book, and of the research that it illustrates, is primarily of the scientific network of the Department, which faces the new challenges of research with a holistic approach, starting from basic research and the development of new technology up to the prototyping stage and technology transfer to companies, with the aim of supporting the socio-economic growth of the Country.

The DIITET model can therefore make a significant contribution towards the revitalization of the Country by supporting innovation with its knowledge and with the protection of the intellectual property.

Marco Conti - Director



## Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti

L'attività di ricerca del Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Ingegneria e i Trasporti è il risultato del lavoro di circa 1500 tra ricercatori, tecnologi e tecnici, organizzati in 21 Istituti presenti su tutto il territorio nazionale. Il Dipartimento affronta, con un approccio multidisciplinare, le sfide scientifiche e tecnologiche in settori prioritari per il Paese e, oltre a generare nuova conoscenza, produce nuovi processi e prodotti per favorire l'innovazione del Paese.

La valorizzazione e l'utilizzazione dei risultati della ricerca, attraverso l'incontro con le realtà imprenditoriali del territorio, rappresenta, infatti, la seconda missione del Consiglio Nazionale delle Ricerche, come ribadito nello Statuto dell'Ente in vigore dal primo Maggio 2015. La valorizzazione dei risultati della ricerca dell'Ente costituisce parte integrante dell'attività di ricerca e, anzi, una possibile motivazione e stimolo allo sviluppo di nuova conoscenza.

In questo quadro, il Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Ingegneria e i Trasporti (DIITET) ha avviato una serie di iniziative volte a favorire l'incontro tra la propria rete di Istituti e le imprese. Questo volume, a solo un anno di distanza dalla precedente edizione, ne rappresenta una buona testimonianza. Infatti, i diritti di proprietà intellettuale, che costituiscono un asset strategico negli scenari competitivi, possono rappresentare un valido strumento di contatto con le realtà imprenditoriali nazionali ed internazionali, uno stimolo alla collaborazione su progetti comuni di ricerca e sviluppo e, quindi, un valido supporto alle attività di ricerca dell'Ente.

Il merito di questo volume, e di tutta l'attività di ricerca che presenta, va ascritto in primo luogo alla rete scientifica del Dipartimento che affronta le nuove sfide della ricerca con un approccio olistico che, partendo dalla ricerca di base e dallo sviluppo di nuova tecnologia, arriva fino alla fase di prototipazione e trasferimento tecnologico alle aziende, con l'obiettivo di supportare la crescita socio-economica del Paese.

Il modello DIITET può quindi fornire un contributo significativo al rilancio del Paese, sostenendone l'innovazione con le proprie conoscenze e con la tutela della propria proprietà intellettuale.

Marco Conti - Direttore

The aim of this volume is clear and explicit: encourage the reading of the contents of the patent portfolio of a Department, which includes very different thematic areas such as energy, transport, aerospace, ICT, production systems, sensors and new materials. In doing so, it also aims to help the transfer of results on the market by way of the dissemination and the sharing of the skills and competencies that underlie it.

The individual patents are presented in schematic form, with an indication of the essential information, which is useful for an in-depth analysis. This does not replace the information that is reported on the web site or available for consultation in the appropriate database, but it is a valuable complementary instrument of communication.

Even within the current paradigm of information and communication, the use of a support apparently outdated, such as documents in book form, can still be an important business card, easily readable and therefore more usable, and rendering easily consultable the data relating to single patents. At the same time, the volume, with its description of the results already achieved and protected renders accessible the data relating to single patents and also the identification of the practical skills applicable to the solution of other problems; at the same time the volume is useful for promoting collaboration in the fields of science and technology.

For a research body such as the CNR, patent matters very often become a very useful tool for promoting relationships that are not wholly within the field of patents, but which develop from research contracts and collaboration. The ensuing collaborative research can lead to a number of benefits; such collaboration provides resources to support the costs of proper research; it finalizes the contents towards applicable results and favours development and valorization, with the guarantee of having obtained with the other partner a party more motivated to pursue the related economic benefits, which obviously require investment for the development and engineering phases.

If the keyword in the changing world of today is "open innovation", it becomes important to provide a correct representation of what is currently available, accompanied by what one is proposing to do or what one is capable of doing. In this sense the volume constitutes an important tool that supports other tools that the Technology Transfer Office (TTO) of the CNR, the CNR Office that is responsible for the protection of research results and the valorization of intellectual property, has already developed and is promoting within the framework of a strategy that aims to merge the functions of marketing and promotion with those of protection and exploitation, as well as the creation of new technological enterprises..

It is with great pleasure that we are called upon to review a product that provides both an overview and a timely and targeted use of the research results within the CNR; thanks go to the Department, for the synergy that it has been able to create with the Technology Transfer Office and for wanting, in just over a year, to come up with another volume on the subject, as well as producing some informative videos on patented technologies and placing the issue of technology transfer at the centre of their activities

We work together, therefore, to broaden this effort, as well as promoting, in accordance with what is foreseen in the Charter of the CNR of December 2013 on intellectual property, the recognition of the leading role that the "CNR system" (our approach to this field of activities), and not only its formal role, has in the country's promotion of innovation, by being able to seize the opportunities deriving from recent tax incentive schemes in favour of those companies that collaborate with the public research sector and the "patent box" and take advantage of the opportunities available in order to stimulate new partnerships and investments by way of public patents.



## Struttura Tecnica di Particolare Rilievo Valorizzazione della Ricerca

L'obiettivo di questo volume è chiaro ed esplicito: favorire la lettura dei contenuti del portafoglio brevettuale di un Dipartimento che comprende al proprio interno aree tematiche molto diverse quali l'energia, i trasporti, l'areo-spazio, l'ICT, i sistemi di produzione, le costruzioni fino alla sensoristica e ai nuovi materiali. Nel fare questo, si propone di aiutare il trasferimento sul mercato attraverso la divulgazione e al condivisione delle capacità e delle competenze che ne sono alla base.

I singoli brevetti sono presentati in forma schematica, fornendo le indicazioni essenziali, utili per ogni possibile approfondimento. Con ciò, non si sostituisce quindi a quanto scaricabile dal sito web o interrogabile con altri strumenti negli appositi data base, ma ne rappresenta un valido strumento integrativo di comunicazione. Infatti, pur all'interno del paradigma vigente dell'informazione e della comunicazione, il ricorso a un supporto apparentemente datato, come può essere un repertorio cartaceo, può costituire un importante biglietto da visita per rendere allo stesso tempo più leggibile, e quindi più utilizzabile, il singolo contenuto brevettuale ma anche per favorire, attraverso la descrizione di risultati già raggiunti e tutelati, l'individuazione di quelle concrete competenze applicabili verso la soluzione di altri problemi, o finalizzabili a collaborazioni di natura scientifica e tecnologica.

A questo proposito occorre sottolineare come la materia brevettuale, in un Ente di ricerca come il CNR, diventa spesso volte lo strumento di aggancio per relazioni che dal brevetto partono, ma che si sviluppano poi attraverso contratti di ricerca e di cooperazione, attivando quella "ricerca collaborativa" che porta ad un triplice vantaggio: fornisce risorse per sostenere i costi della ricerca vera e propria, ne finalizza i contenuti verso risultati applicabili e ne favorisce lo sviluppo e l'utilizzo avendo garantito nel partner l'interlocutore più motivato a perseguire quei benefici economici, che necessitano però di investimenti per lo sviluppo e l'ingegnerizzazione.

Se la parola chiave di riferimento nel mondo che cambia è oggi l'"open innovation", diventa fondamentale poter fornire una corretta rappresentazione di cosa è attualmente disponibile, accompagnato da quello che ci si candida o si è capaci di fare. In questo senso, questo volume costituisce uno strumento importante che si affianca agli altri che la Struttura Valorizzazione della Ricerca, responsabile per l'Ente anche delle attività di tutela e valorizzazione della proprietà intellettuale, ha realizzato e sta promuovendo all'interno di una strategia che vuole fondere le funzioni di marketing e promozione con quelle di tutela e valorizzazione, anche verso la creazione di nuova impresa tecnologica.

E' con grande piacere che ci troviamo a commentare un prodotto che consente sia una visione d'insieme, sia un utilizzo mirato e puntuale dei risultati della Ricerca del CNR; un ringraziamento va alla realtà del Dipartimento, per la sinergia che ha saputo creare con la Struttura Valorizzazione della Ricerca e per aver voluto, in poco più di un anno, replicare la prima edizione del volume, produrre alcuni video divulgativi sulle tecnologie brevettate e porre il tema del trasferimento tecnologico al centro delle proprie iniziative.

Lavoriamo quindi per generalizzare questo sforzo, anche per dare seguito a quanto il Regolamento dell'Ente in materia di proprietà intellettuale ha previsto dal Dicembre 2013, e per fare sì che al "sistema CNR" sia riconosciuto il ruolo, non solo formale, di protagonista nei percorsi di innovazione del Paese, in grado di cogliere le opportunità derivanti dei recenti decreti in materia di incentivazione fiscale alle imprese che collaborano con la ricerca pubblica e il "patent box". Opportunità disponibili per stimolare nuove collaborazioni e investimenti attraverso i brevetti pubblici.

## DIITET - List of Contributions

Institute	Area	Ref. CNR	Title	Page
<i>IAC</i>	ICT/Transport	10366	Method for traffic analysis and navigation on road networks	1
	ICT/Construction	10301	Procedure for the assessment of the cleaning state of a conditioning / heating system of a building	3
	ICT	10400	Procedure for image acquisition and processing in a confocal microscopy	5
<i>ICAR</i>	ICT/Energy	10202	System for energy saving in company data centers	7
	ICT/Sensors	10295	Container finder – a system for verifying the number of containers in a stack and related method	9
	ICT	10319	A collaborative, anti-counterfeiting procedure	11
<i>IDASC</i>	ICT/Construction/Sensors	1888	Process and apparatus of a multichannel audio system for active playback of acoustic quadrasonic sound events	13
	ICT/Sensors	10179	Apparatus for clinical-audiometric investigation	15
<i>IEIT</i>	New materials	10387	Bioreactor for engineering articular tissues	17
	ICT	10288	Preventing bit stuffing in the transmission of frames over communication lines	19
<i>IFP</i>	Energy	1629	Device for the reduction of back scattered rays from a load subjected to microwave radiation by a source (pre-load).	21
		1657	Bolometric device with receiving cavity for high power microwave beam measurements at high frequency and procedure to coat the inner surface of the load	23
<i>IIT</i>	ICT	10363	System and methodology for phone calls and text messages	25
<i>IMAMOTER</i>	Advanced manufacturing systems/Sensors	10227	Electrohydraulic valve with linear and rotational actuation	27
	Advanced manufacturing systems	10318	Machine able to separate the fiber and the shives from hemp for industrial use	29
<i>IMEM</i>	New materials	9999	Method and apparatus for producing thin film on a substrate via a pulsed-electron deposition process	31
		10177	Procedure and system for the three-dimensional reconstruction of formations dispersed in a matrix material, in particular inclusions in crystalline matrices	33
	Sensors	10328	Piezoelectric device based on ZnO	35
	Energy/New materials	10000	Method for producing thin-film multilayer solar cells	37
		10335	Method for fabricating thin-film solar cells	39
<i>INSEAN</i>	Energy	10268	Thermoionic solar converter	41
		10221	Thermoionic converter	43
	Sensors	10305	Radial force transducer, in particular for rotating shaft's	45
<i>IRC</i>	Energy	10416	Plant equipped with biofilm reactors for butanol production	47
		10083	Plant and process for the looping-type combustion of solid carbon-containing fuels	49
		10320	CO <sub>2</sub> capture on CaO at high temperature in fluidized beds assisted by acoustic fields	51

## DIITET - List of Contributions

Institute	Area	Ref. CNR	Title	Page
IREA	Sensors/ICT/Construction	1745	Method for measuring the Brillouin shift distribution along an optical fiber based on the optical demodulation of the signals, and related apparatus	53
		10047	Method for measuring dynamic strain along an optical fiber based on the stimulated Brillouin scattering between two optical pulses, and relevant apparatus	55
	ICT/Aero-space	10285	Method for filtering of interferometric data aquired by Synthetic Aperture Radar (SAR)	57
IREA-IBAM	ICT/Sensors/Construction	10361	GPR system	59
ISSIA	ICT/Sensors	1445	System and method for the measurement of the relative position of an object with respect to a point of reference	61
		1673	Method and system for the detection and the classification of events during motion action	63
		1731	A system to automatically detect sport events	65
		1876	Method and system for event detection and monitoring in a specific area in sport field.	67
	Energy	10253	Method and related system for the conversion of mechanical energy, coming from a turbine-generator set, to electrical energy	69
	ICT	10336	Method for the real-time control of working frequencies of large-scale infrastructures with heterogeneous hardware requirements	71
ISTI	ICT	10278	Reproduction method	73
		10167	Procedure and system for the determination of epicardial fat volume from tomographic images, and related computer program	75
ITC	Construction/Sensors	1721	Thermal-hygrometric monitoring of wide surfaces by IR Thermography	77
ITIA	ICT/Sensors	10156	Biomedical device for robotized rehabilitation of a human upper limb, particularly for neuromotor rehabilitation of the shoulder and elbow joint	79
		10172	Device for the rehabilitation of movements of the foot	81
		10222	Device for reproducing shoe mold and related apparatus (Foot Glove)	83
		10232	A device for supporting and for adjusting the position of a patient's head during surgeries	85
	ICT	10276	Improvements in the optical interconnection systems between signal switching circuit boards	87
	ICT/Sensors/Advanced manufacturing systems	10157	Safety device for the safe use of industrial apparatuses and robots, and control method for realtime verification of the kinematic state values of a robotized apparatus	89
	Advanced manufacturing systems/Sensors	10252	Device and method for the manipulation of components based on vacuum principle	91

## DIITET - Lista dei contributi

<b>Istituto</b>	<b>Settore</b>	<b>Rif. CNR</b>	<b>Titolo</b>	<b>Pag.</b>
<i>IAC</i>	ICT/Trasporti	10366	Metodo per l'analisi previsionale del traffico e la navigazione su reti stradali	2
	ICT/Costruzioni	10301	Procedimento per la valutazione dello stato di pulizia di un impianto di aereazione e/o condizionamento di un locale	4
	ICT	10400	Microscopio confocale e relativo procedimento di acquisizione ed elaborazione di immagini	6
<i>ICAR</i>	ICT/Energia	10202	Sistema per il risparmio di energia nei data center aziendali	8
	ICT/Sensoristica	10295	Container Finder - Sistema per verificare il numero di contenitori presenti in una pila di contenitori e metodo di verifica relativo	10
	ICT	10319	Procedimento anti contraffazione su base collaborativa	12
<i>IDASC</i>	ICT/Costruzioni/Sensoristica	1888	Procedimento e apparecchiatura per la realizzazione di un sistema multicanale per il playback attivo di eventi sonori quadrifonici acustici	14
	ICT/Sensoristica	10179	Apparecchiatura per l'indagine clinica-audiometrica	16
<i>IEIIT</i>	Nuovi materiali	10387	Bioreattore per l'ingegnerizzazione dei tessuti articolari	18
	ICT	10288	Limitazione del bit stuffing in una trama di comunicazione di un segnale elettronico	20
<i>IFP</i>	Energia	1629	Dispositivo di riduzione dei raggi di ritorno da un carico soggetto a radiazione a microonde da parte di una sorgente (pre-carico)	22
		1657	Dispositivo bolometrico a cavità ricevente per la misura della potenza di un fascio di microonde ad alta frequenza e procedimento per il rivestimento della superficie interna di detta cavità	24
<i>IIT</i>	ICT	10363	Sistema e metodo per le telefonate e l'invio di messaggi	26
<i>IMAMOTER</i>	Sistemi di produzione avanzati/Sensoristica	10227	Elettrovalvola ad attuazione lineare rotativa	28
	Sistemi di produzione avanzati	10318	Macchina s fibratrice per canapa ad uso industriale	30
<i>IMEM</i>	Nuovi materiali	9999	Metodo ed apparato per la produzione di film sottili su un substrato mediante processo di deposizione a elettroni pulsati	32
		10177	Procedimento e sistema per la ricostruzione tridimensionale di formazioni disperse in una matrice di materiale, in particolare inclusioni in matrici cristalline	34
	Sensoristica	10328	Dispositivo piezoelettrico a base di zinco ossido	36
	Energia/Nuovi Materiali	10000	Metodo di realizzazione di celle solari multistrato a film sottile	38
		10335	Metodo di fabbricazione di celle solari a film sottile	40
<i>INSEAN</i>	Energia	10268	Convertitore solare termoionico	42
		10221	Convertitore termoionico	44
	Sensoristica	10305	Trasduttore di forze radiali in particolare per alberi rotanti	46
<i>IRC</i>	Energia	10416	Impianto con reattori a biofilm per la produzione di butanolo	48
		10083	Impianto e processo per la combustione di tipo looping di solidi carboniosi	50
		10320	Procedimento della CO <sub>2</sub> mediante CaO ad alta temperatura tramite la tecnologia della fluidizzazione assistita da vibrazione acustica	52

## DIITET - Lista dei contributi

<b>Istituto</b>	<b>Settore</b>	<b>Rif. CNR</b>	<b>Titolo</b>	<b>Pag.</b>
<i>IREA</i>	Sensoristica/ICT/Costruzioni	1745	Metodo di misura di profilo dello shift di Brillouin in fibra ottica basato sulla demodulazione ottica dei segnali e relativo apparato	54
		10047	Metodo di misura di deformazioni dinamiche in fibra ottica basato sullo scattering di Brillouin tra due impulsi ottici, e relativo apparato	56
	ICT/Aerospazio	10285	Metodo per il filtraggio di dati interferometrici acquisiti mediante radar ad apertura sintetica (SAR)	58
<i>IREA-IBAM</i>	ICT/Sensoristica/Costruzioni	10361	Apparato Georadar	60
<i>ISSIA</i>	ICT/Sensoristica	1445	Sistema e metodo per la rilevazione della posizione relativa di un oggetto rispetto ad un punto di riferimento	62
		1673	Sistema per la rilevazione e la classificazione di eventi durante azioni in movimento	64
		1731	Metodo e sistema per la rilevazione automatica di eventi in ambito sportivo	66
		1876	Sistema e metodo per il monitoraggio di un'area e l'individuazione di eventi occorsi in tale area in ambito sportivo	68
	Energia	10253	Metodo e relativo sistema per la conversione di energia meccanica, proveniente da un generatore comandato da una turbina, in energia elettrica	70
	ICT	10336	Metodo per il controllo in tempo reale delle frequenze operative di infrastrutture HW con elevato numero di macchine e con funzionalità eterogenee/aggregabili	72
<i>ISTI</i>	ICT	10278	Metodo di riproduzione	74
		10167	Procedimento e sistema per la determinazione del volume di grasso cardiaco epicardico a partire da immagini volumetriche, e relativo programma per elaboratore	76
<i>ITC</i>	Costruzioni/Sensoristica	1721	Metodo di rilevazione termografica delle condizioni termoisometriche di ampie superfici	78
<i>ITIA</i>	ICT/Sensoristica	10156	Dispositivo biomedico per la riabilitazione robotizzata dell'arto superiore umano, particolarmente per la riabilitazione neuromotoria dell'articolazione della spalla e del gomito	80
		10172	Dispositivo per la riabilitazione dei movimenti del piede	82
		10222	Dispositivo per riprodurre forme di scarpe e relativo apparato (Foot Glove)	84
		10232	Dispositivo per il supporto e per la regolazione della posizione della testa di un paziente durante interventi chirurgici	86
	ICT	10276	Perfezionamenti nei sistemi di interconnessione ottica tra schede circuitali di commutazione di segnale	88
	ICT/Sensoristica/Sistemi di produzione avanzati	10157	Apparecchiatura robotizzata con dispositivo di sicurezza perfezionato e metodo di controllo per la verifica in tempo reale delle grandezze cinematiche di stato dell'apparecchiatura robotizzata	90
	Sistemi di produzione avanzati/Sensoristica	10252	Dispositivo di manipolazione e metodo per manipolare a vuoto un componente	92



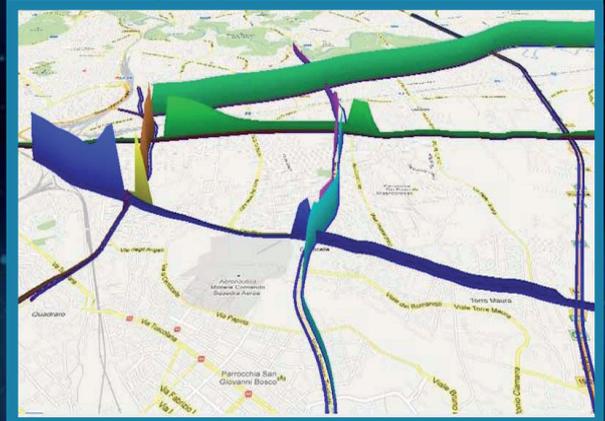
## Patent

### Title

Method for traffic forecast analysis and navigation on road networks.

Ref. CNR 10366

**Assignee(s):** IAC, Zeropiù SpA  
**CNR Institute:** IAC  
**Main Inventor:** Gabriella Bretti  
**Countries:** IT  
**Priority date:** 30/10/2014



### Abstract

The present invention refers to a platform to detect traffic data moving on a road network and compute the state of traffic in the future. The platform is able to receive data in standard protocols (raw/gps/openLR etc.) once every minute at least. It is endowed with a forecasting algorithm for traffic flows that provides the traffic forecast at short or medium period (dozens of minutes) in terms of average speed of cars.

A method for road navigation on a reference map was also developed in order to insert a path and estimate, taking into account traffic data, the convenience to take a road and, finally, to compute with a routing algorithm at least one optimal path on the reference geographic map taking into account the cost of distance.

### Background

Many algorithms are known to predict traffic on road networks at different times in the future, such as those based on the automated analysis of historical series of traffic data of statistic probabilistic type, but they never use deterministic models to compute traffic through real time traffic data.

In such a way, would be impossible to predict traffic in case of unexpected events.

### Technology

The road network is converted in a virtual network containing important areas of traffic ("selfconsistent" network) and the algorithm is able to effectively apply the mathematical forecast models adopted. Traffic data detected on the original network are projected on the virtual network and the platform is able to receive and process in real time the huge amount of data given in input to the forecast algorithm.

### Advantages and Applications

The invention permits to forecast traffic in the future even in case of unexpected events, such as accidents or strong congestions caused by bad weather. Thus we can obtain a navigation tool that is able to optimize the travel time of vehicles and to reduce the fuel consumption and pollutant emissions.

### Development stage

A prototype was already developed and successfully tested on a portion of the urban network in Rome. Such tool allows to create a road network composed by roads of different types, to generate simulated data, to predict traffic and, finally, to compute travel times and, in case of congestions, to redirect traffic.



## Brevetti

### Titolo

Metodo per l'analisi previsionale del traffico e la navigazione su reti stradali.

Rif. CNR **10366**

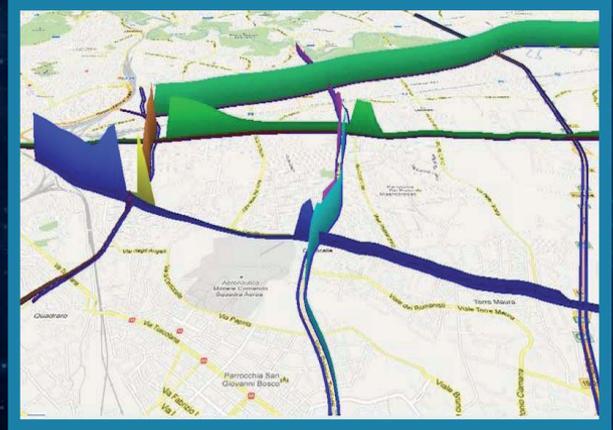
**Titolare (i):** CNR, Zeropiù SpA

**Istituto:** IAC

**Inventore di riferimento:** Gabriella Bretti

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 30/10/2014



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad una piattaforma in grado di rilevare i dati del traffico in movimento su una rete stradale, calcolando lo stato futuro del traffico. La piattaforma riceve i dati nei protocolli standard del settore (raw/gps/openLR etc.) almeno una volta al minuto ed è dotata di un algoritmo previsionale dei flussi di traffico che restituisce la previsione di traffico a breve o medio termine (decine di minuti) in termini di velocità media degli autoveicoli.

E' stato inoltre sviluppato un metodo di navigazione stradale su una mappa di riferimento che consente di inserire un itinerario e di quantificare, sulla base dei dati di traffico, la convenienza nel percorrere ciascuna strada che lo compone e, infine, di calcolare, con un algoritmo di routing, almeno un percorso ottimale, sulla base dei costi di percorrenza.

### Background

Alcuni algoritmi per predire il traffico di una rete stradale a diversi tempi futuri sono già noti: ne sono un esempio quelli basati su analisi automatizzate di serie storiche di dati di traffico di tipo statistico-probabilistico, che però rendono impossibile prevedere il traffico in caso di eventi inattesi. L'invenzione, invece, prevede l'uso di modelli deterministici per il calcolo delle condizioni di traffico attraverso l'utilizzo dei dati in tempo reale.

### Tecnologia

La rete stradale viene convertita in una rete virtuale contenente aree significative di traffico (rete "autoconsistente") su cui l'algoritmo può applicare con efficacia i modelli matematici di previsione adottati. I dati di traffico rilevati sulla rete originaria vengono proiettati sulla rete virtuale e la piattaforma riceve ed elabora in tempo reale l'enorme mole di dati forniti in input all'algoritmo previsionale.

### Vantaggi e Applicazioni

L'invenzione permette di prevedere il traffico nell'immediato futuro, anche in presenza di eventi inattesi, come ad esempio gli incidenti o la formazione di forti congestioni dovute al maltempo. Da ciò ne deriva la possibilità di fornire uno strumento di navigazione che permetta di ottimizzare i tempi di percorrenza dei veicoli e di ridurre il consumo di carburante e le emissioni inquinanti.

### Stadio di Sviluppo

Una versione prototipale dell'invenzione è stata già ultimata e testata con esito positivo su una porzione della rete stradale urbana di Roma. Tale prototipo consente di creare una rete viaria composta da strade di diversa tipologia, di generare dati simulati, di prevedere il traffico ed infine di calcolare i tempi di percorrenza e, in caso di congestioni, di ridirezionare il traffico con il calcolo di un nuovo percorso.



## Patent

### Title

Procedure for the assessment of the cleaning state of a conditioning / heating system of a building.

Ref. CNR 10301

**Assignee(s):** CNR, Tagliaferri s.r.l., F. Buccolini

**CNR Institute:** IAC

**Main Inventor:** Domenico Vitulano

**Countries:** IT, PCT

**Priority date:** 07/10/2013

### Abstract

The present invention refers to a methodology for assessing and monitoring the cleaning status of an air conditioning/heating system of a building, seen as the set of filter (or filters) and air ducts.

The methodology defines a non-invasive method for measuring the amount of dust in the ventilation system.

In particular, said method defines the minimum amount of measurements, the conditions for their acquisition, the time table and the locations of acquisitions.

### Background

Nowadays some methodologies related to the optimal temporal substitution of the filter are available, but they neglect the ventilation ducts cleaning. On the contrary, the cleaning state of the ventilation ducts - as also confirmed by the measurements acquired in the experimental phase - is crucial for a good indoor air quality.

### Technology

Methodology capable of predicting the concentration of indoor pollutants on the basis of some characteristic parameters of the building, of the heating system and on actual measurements of pollutant concentrations. The system is based on a non-invasive intervention in the air conditioning system and it is also able to account for measures acquired at previous times.

### Advantages and Applications

The present invention could have an immediate commercialization in the field of ventilation systems because extremely flexible, automatic, low-cost and able to provide a complete check of the conditioning system (filters and aeration ducts). In addition, the present invention would have a key role in the presence of a new law regulating indoor air quality in both public and private buildings.

### Development stage

Proposals have been submitted for funding the project in order to engineer the methodology in a product-service directly marketable.



## Brevetti

### Titolo

Procedimento per la valutazione dello stato di pulizia di un impianto di aerazione e/o condizionamento di un locale.

Rif. CNR 10301

**Titolare(i):** CNR, Tagliaferri s.r.l., F. Buccolini

**Istituto:** IAC

**Inventore di riferimento:** Domenico Vitulano

**Territori di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 07/10/2013

### Abstract

Metodologia per il controllo dello stato di pulizia di un impianto di condizionamento/riscaldamento, inteso come l'insieme del filtro (o dei filtri) e delle condotte di aerazione.

La metodologia definisce un metodo non invasivo per la misurazione della quantità di polveri presente nell'impianto.

Il metodo proposto definisce la quantità minima di misurazioni, le condizioni di acquisizione, i tempi e i luoghi necessari ad effettuarle.

### Background

Allo stato dell'arte sono note alcune metodologie relative al cambio ottimo del filtro di un impianto di aerazione ma non alla pulizia delle condotte.

Sulla base delle misurazioni effettuate, lo stato di pulizia di tali condotte risulta determinante per una buona qualità dell'aria in ambienti interni.

### Tecnologia

Metodologia in grado di predire la concentrazione di inquinanti in ambiente indoor sulla base di alcuni parametri caratteristici del locale considerato, dell'impianto di riscaldamento/condizionamento, di misure effettive delle concentrazioni di inquinanti eseguite senza interventi invasivi sull'impianto e, se disponibili, di misure acquisite in istanti temporali precedenti.

### Vantaggi e Applicazioni

La tecnologia oggetto del brevetto ha un'immediata ricaduta commerciale perché estremamente flessibile, automatica, a basso costo e in grado di fornire un check completo dell'impianto (filtri e tubi dell'impianto di condizionamento/aerazione). L'invenzione avrebbe un ruolo chiave in presenza di una nuova normativa di riferimento per la qualità dell'aria interna agli edifici pubblici e/o privati.

### Stadio di Sviluppo

A seguito del deposito della domanda di brevetto, sono state formulate proposte di finanziamento progettuale al fine di ingegnerizzare la metodologia in un prodotto-servizio pronto per il mercato.



## Patent

### Title

Procedure for image acquisition and processing in a confocal microscopy

Ref. CNR 10400

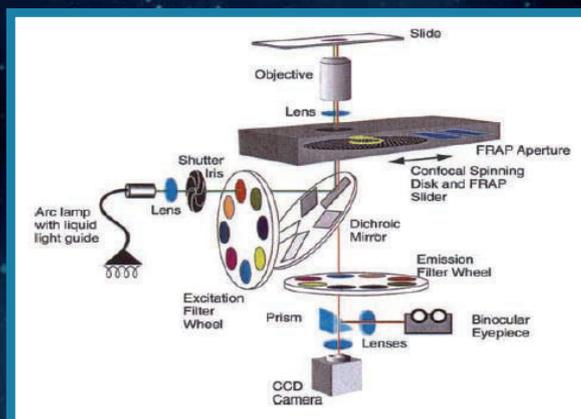
Assignee(s): CNR, CrestOptics s.r.l.

CNR Istitute: IAC

Main inventor: Domenico Vitulano

Countries: IT

Priority date: 09/06/2015



### Abstract

The present invention refers to a technology for increasing the resolution of images acquired by a confocal microscope using acquisition masks having pinholes of different size.

The technology defines the design of the mask, the acquisition method and the procedure for processing the scanned images. In particular, it is possible to accurately estimate the point spread function (PSF) of the optical microscope by means of a suitable mathematical process applied to the acquired images and, therefore, to increase the resolution of the output image.

### Background

There are several methodologies relating to both the acquisition process (light beams with different frequency, pinhole of different shapes) and processing (proceedings of super-resolution) of images acquired by a confocal microscope.

However, existing technologies do not properly combine low cost and high efficiency.

### Technology

System capable to increase the resolution of an image which is acquired by a confocal microscope.

The present technology builds proper acquisition masks and relies on an ad hoc mathematical procedure, resulting simple, efficient and not expensive.

### Advantages and Applications

The technology has an immediate commercial fallout.

In fact the technology is adaptable to any light or biological sample and it allows for the automatic estimation of the PSF of the optics, without introducing auxiliary parameters or data interpolation operations.

### Development stage

Licensed to CrestOptics s.r.l..

Further tests have been made and CrestOptics s.r.l. started the engineering phase in order to use the proposed technology as a further component of microscopes that the company produces and sells worldwide.



## Brevetti

### Titolo

Microscopio confocale e relativo procedimento di acquisizione ed elaborazione di immagini.

Rif. CNR 10400

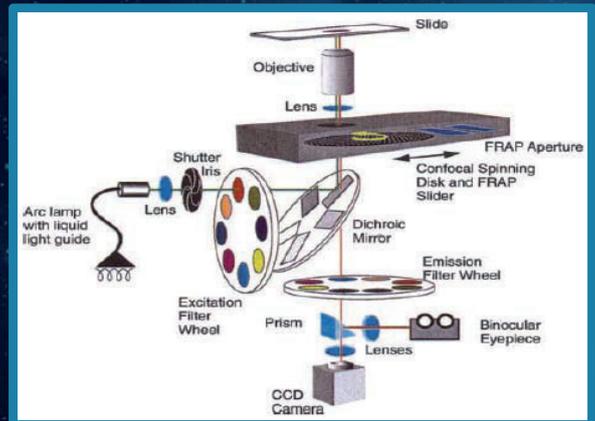
Titolare (i): CNR, CrestOptics s.r.l.

Istituto: IAC

Inventore di riferimento: Domenico Vitulano

Territori di vigenza: IT

Data di priorità: 09/06/2015



### Abstract

La presente invenzione si riferisce ad una nuova tecnologia per l'aumento della risoluzione di immagini acquisite da un microscopio confocale attraverso l'utilizzo di specifiche maschere di acquisizione con pinholes di diversa dimensione.

L'invenzione definisce il disegno della maschera, le modalità di acquisizione e il procedimento di elaborazione delle immagini acquisite. In particolare, attraverso un opportuno procedimento matematico applicato alle suddette immagini, è possibile stimare con precisione la point spread function (PSF) dell'ottica del microscopio e, quindi, aumentare la risoluzione dell'immagine di output del microscopio stesso.

### Background

Sono già note diverse metodologie relative sia al processo di acquisizione (fasci di luce con frequenza diversa, pinhole di forme diverse) che a quello di elaborazione (procedimenti di super-risoluzione) di immagini ottenute da un microscopio confocale.

Tuttavia, le tecnologie esistenti difficilmente coniugano basso costo ed elevata efficienza.

### Tecnologia

Sistema in grado di aumentare la risoluzione di un'immagine acquisita mediante un microscopio confocale. La presente tecnologia, costruendo opportunamente le maschere di acquisizione sulla base di un procedimento matematico ad hoc, risulta semplice, efficiente ed economica.

### Vantaggi e Applicazioni

La tecnologia ha un'immediata ricaduta commerciale: infatti, essa si adatta ad una qualsiasi luce o campione e permette la stima automatica della PSF dell'ottica senza l'uso di parametri ausiliari né di operazioni di interpolazione sui dati.

### Stadio di Sviluppo

A seguito del deposito della domanda di brevetto, la tecnologia è stata concessa in licenza esclusiva al cotitolare Crestoptics s.r.l., presso cui sono stati effettuati ulteriori test ed è stata avviata la fase di ingegnerizzazione finalizzata all'utilizzo della tecnologia nei microscopi prodotti dall'azienda stessa e già venduti sul mercato mondiale.



## Patent

### Title

System for energy saving in company data centers.

Ref. CNR 10202

Assignee(s): CNR, Università della Calabria

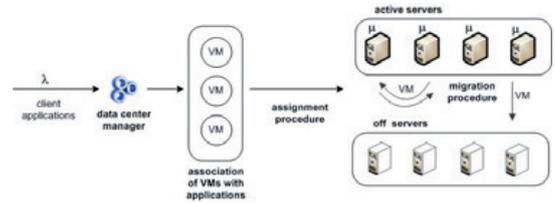
CNR Institute: ICAR

Main Inventor: Carlo Mastroianni

Countries: IT, EP, US, CA, UK, DE

Priority date: 10/08/2011

### Consolidation of Virtual Machines in Data Centers: procedures for assignment and migration of VMs



### Abstract

The invention refers to a method for assigning the computational load to the different servers of a data center by means of appropriate assignment of Virtual Machines to physical servers. The invention consolidates the workload on the minimum number of servers, dynamically migrating the Virtual Machines when needed, and puts the unloaded servers in a low power state, thus reducing energy consumption and carbon emissions, maintaining at the same time an appropriate service level for the clients of the data center.

### Background

The invention addresses the problem of the huge energy consumption in the data centers, for feeding both servers themselves and cooling systems. It has been estimated that the consumed energy for the IT infrastructures are equal to about 3% of the total produced electric energy. The energy consumption impacts both on the company's costs owning the data centers and on their clients, and has also a great environmental effect due to the CO2 emissions.

### Technology

The invention is based on an innovative bio-inspired probabilistic algorithm which consolidates the maximum number of virtual machines on the minimum number of physical servers in a data center, enabling the switch off/hibernation of those freed-up, making them dynamically available as additional capacity for incremental workloads.

### Advantages and Applications

The invention offers a practical solution to a problem that is difficult to solve with classical centralized and deterministic algorithms. Advantages are crucially relevant for both business as well as technical audiences, and go far beyond energy saving alone: monitoring, capacity planning, orchestration optimization, risk monitoring/mitigation. The involved market is huge and growing, with no established alternative solutions.

### Development stage

The invention is the core of the software product implemented and commercialized by Eco4Cloud, a CNR spin-off based in Rende (CS). The Eco4Cloud software has been licensed to Telecom Italia for 3 years, starting from January 2014. The product is being commercialized on the international market of data centers, starting from UK.



## Brevetti

### Titolo

Sistema per il risparmio di energia nei data center aziendali.

Rif. CNR 10202

**Titolare(i):** CNR, Università della Calabria

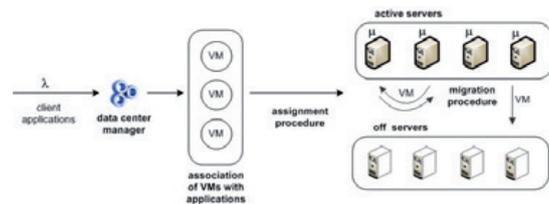
**Istituto:** ICAR

**Inventore di riferimento:** Carlo Mastroianni

**Territori di vigenza:** IT, EP, US, CA, UK, DE

**Data di priorità:** 10/08/2011

### Consolidamento del carico nei data center: procedure per l'assegnamento e la migrazioni delle Macchine Virtuali.



### Abstract

Il brevetto riguarda un metodo per assegnare il carico computazionale ai server di un data center, mediante un'allocatione opportuna delle Macchine Virtuali ai server fisici.

Il metodo consolida il carico sul numero minimo di server, all'occorrenza migrando dinamicamente le Macchine Virtuali, e pone i server scarichi in uno stato a basso consumo, riducendo così il consumo di energia e le emissioni di CO<sub>2</sub>, ma allo stesso tempo mantenendo un adeguato livello di servizio per i clienti del data center.

### Background

Il brevetto affronta il problema dell'enorme consumo di energia nei data center, dovuto alla necessità di alimentare sia i server che i sistemi di raffreddamento. Si è stimato che il consumo di energia per le infrastrutture IT equivale a circa il 3% del totale di energia elettrica prodotta. Il consumo di energia impatta sia sui costi della società che gestisce il data center sia su quelli dei clienti, ed ha anche un impatto ambientale rilevante per via delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

### Tecnologia

Il brevetto si basa su un algoritmo bio-ispirato e probabilistico che consolida il massimo numero di macchine virtuali sul minimo numero di server fisici, pone i server scarichi in uno stato di ibernazione o di basso consumo e, ove necessario, li rende dinamicamente disponibili a supportare ed eseguire carichi computazionali addizionali.

### Vantaggi e Applicazioni

Il brevetto offre una soluzione pratica ad un problema complicato da risolvere con i tradizionali algoritmi centralizzati. I benefici che ne derivano sono cruciali, sia per i reparti business che per quelli tecnici, e vanno molto al di là del solo risparmio energetico; essi riguardano infatti il monitoraggio, il capacity planning, l'ottimizzazione dell'infrastruttura, la gestione e le riduzione dei rischi. Il mercato di riferimento è già enorme, ed è ancora crescente, e non presenta al momento soluzioni alternative già commercializzate.

### Stadio di Sviluppo

Il brevetto è il fondamento del prodotto software implementato e commercializzato da Eco4Cloud, uno spin-off del CNR con sede a Rende (CS), a cui è stato concesso in licenza esclusiva. Il software di Eco4Cloud è stato fornito a Telecom Italia per 3 anni, a partire dal gennaio 2014. Il prodotto è attualmente in fase di lancio sui mercati internazionali, a partire dal Regno Unito.



## Patent

### Title

Container finder - a system for verifying the number of containers in a stack and related method.

Ref. CNR 10295

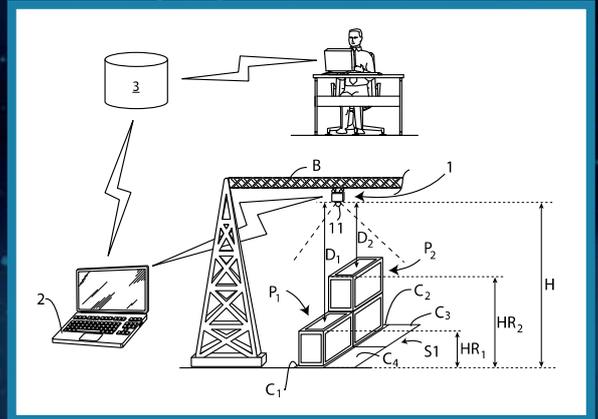
Assignee(s): CNR, Vitrociset Spa

CNR Institute: ICAR

Main Inventor: Massimo Cossentino

Countries: IT, PCT

Priority date: 14/11/2013



### Abstract

The present invention refers to a system for verifying the number of containers in a stack of containers. This system allows to check the number of containers in a stack of containers inside a confined space, such as a storage area, with respect to the number of containers in the same stack of containers, which is stored in a database.

The above mentioned monitoring system can be used in the areas in which a huge amount of containers is to be handled.

### Background

Nowadays there are not technologies that can solve the above mentioned problem. A specific attention has been given to the monitoring of containers during their transport. Some systems, designed for monitoring and tracking containers, are based on the principle that a container should never be lost within a storage area and each movement within this area is always detected.

### Technology

The purpose of the present invention is to provide a simple and low cost system able to verify the number of containers of a stack positioned within a storage area; it can perform a comparison between the number of containers of a stack stored in a database and the number of containers of the corresponding stack detected by the system, with the aim to indicate mismatches (if any) to an operator.

### Advantages and Applications

The present invention refers to the monitoring of wide storage areas and, advantageously, it permits to reduce employment of human operators, a low impact on existing structures, a real-time monitoring and an autonomous work.

### Development stage

The invention doesn't have a prototype yet.



## Brevetti

### Titolo

Container Finder - Sistema per verificare il numero di contenitori presenti in una pila di contenitori e metodo di verifica relativo.

Rif. CNR 10295

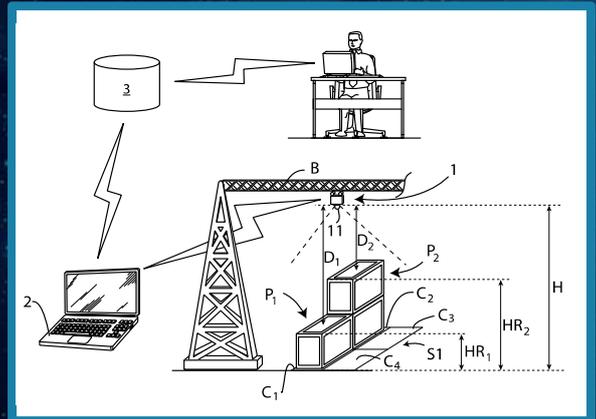
Titolare(i): CNR, Vitrociset SpA

Istituto: ICAR

Inventore di riferimento: Massimo Cossentino

Territori di vigenza: IT, PCT

Data di priorità: 14/11/2013



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un sistema per verificare il numero di contenitori disposti in una pila e posizionati all'interno di uno spazio confinato (quale ad esempio un'area di deposito) rispetto ad un numero di contenitori presenti nella stessa pila e che sia stato pre-memorizzato in un database.

Il suddetto sistema si inquadra nell'ambito applicativo dei sistemi di monitoraggio e trova una naturale applicazione nelle aree interportuali in cui vengono movimentati grandi quantità di container.

### Background

Allo stato dell'arte non sono noti metodi e tecnologie in grado di risolvere il problema affrontato. L'attenzione è stata sino ad ora rivolta solo al monitoraggio dei container durante il loro trasporto.

Alcuni sistemi ideati per il monitoraggio e la localizzazione di un contenitore sono basati sul principio che questo non vada mai perso all'interno di un'area, in quanto ogni spostamento è sempre rilevato, fin dal momento dell'ingresso del contenitore nell'area stessa.

### Tecnologia

Scopo della presente invenzione è fornire un sistema semplice e a basso costo per verificare il numero di contenitori di una pila disposta all'interno di un'area di deposito rispetto al numero di contenitori di una pila pre-memorizzato in un database; questo grazie ad un sistema di rilevazione che ne segnala ogni eventuale differenza ad un operatore.

### Vantaggi e Applicazioni

La presente invenzione si applica al monitoraggio delle grosse aree di movimentazione dei container e, vantaggiosamente, permette un impiego ridotto di personale interportuale, un basso impatto sulle strutture interportuali esistenti, la possibilità di conoscere in tempo reale l'area monitorata e la possibilità di lavorare autonomamente h24.

### Stadio di Sviluppo

L'invenzione non ha ancora un prototipo.



## Patent

### Title

A collaborative, anti-counterfeiting procedure.

Ref. CNR **10319**

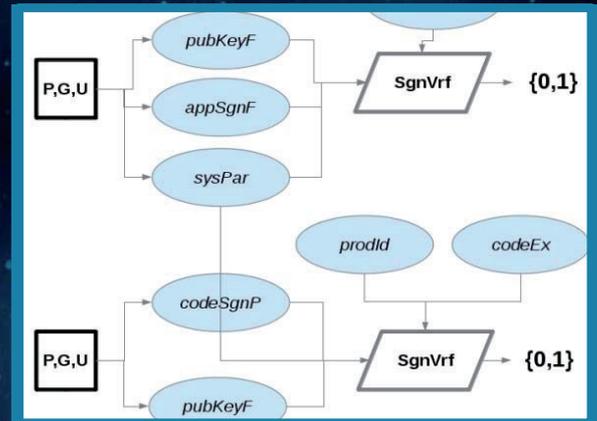
Assignee(s): CNR

CNR Institute: ICAR

Main Inventor: Giovanni Schmid

Countries: IT

Priority date: 21/05/2014



### Abstract

The evolution of industrial manufacturing techniques, coupled with the use of an increasing number of materials, allows not only the construction of more and more complex anti-counterfeiting mechanisms, but also the ability to create very good fakes at affordable costs and reduced time. As a matter of fact, traditional anti-counterfeiting techniques are increasingly less effective and alternative systems have been proposed that roots on coding and information-related digital techniques. However, an analysis of these techniques shows the need of better solutions in terms of implementation requirements, easy-of-use and reliability. The purpose of the present invention is an alternative approach to the problem of verifying the originality or authenticity of a product which overcomes some limitations of the current state of the art.

### Background

In 2013, the Italian sounding begat profits of € 21 billion compared with 13 billion of the original products in the European Union only, with a huge loss of revenue for our businesses and our country. In 2011, according to statistics of the Guardia di Finanza, there were over one million checks in the food industry with 24 million pounds of seized products, valued at over 840 million euro.

### Technology

The present invention consists of a procedure in which a digital anti-tampering encoding, uniquely bound to the product and the manufacturer, is coupled with a control and management process. This process allows end-users, sellers and authorities to join their efforts in monitoring and detecting fakes. Digital coding and cryptographic techniques are combined with a suitable server-side logic to obtain a physical authentication code (PAC).

### Advantages and Applications

Thanks to PACs all the processes of production, distribution and sale/transaction for different types of products can be controlled through web platforms and applications for mobile devices (e.g. smartphone), with much lower costs than current solutions. The PAC technology can be adopted, in particular, in the production and retailing of high quality foods, in order to protect DOP, IGP and DOCG products.

### Development stage

Studies are in progress aimed at the implementation of a proof-of-concept software prototype. It's also in progress the definition of a business plan in order to give rise to a spin-off company and get the necessary funding to develop the prototype and its engineering for industrial uses.



## Brevetti

### Titolo

Procedimento anti-contraffazione su base collaborativa.

Rif. CNR 10319

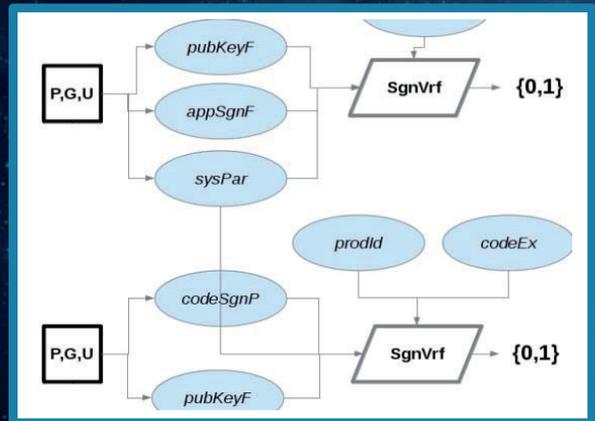
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ICAR

**Inventore di riferimento:** Giovanni Schmid

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 21/05/2014



### Abstract

L'evoluzione delle tecniche di manifattura industriale e l'impiego di un numero sempre maggiore di materiali consentono di realizzare meccanismi anti-contraffazione sempre più sofisticati, ma anche di effettuare a costi e tempi ridotti riproduzioni sempre meno facilmente distinguibili dagli originali. Pertanto, le tecniche tradizionali anti-contraffazione risultano sempre meno efficaci e sono stati proposti sistemi alternativi che si basano su tecniche di tipo digitale. Un'analisi di questi ultimi mostra però la necessità e la possibilità di soluzioni più efficaci, sia in termini di praticabilità implementativa che di praticità d'uso ed affidabilità.

Scopo della presente invenzione è proporre una soluzione alternativa al problema della verifica dell'originalità o autenticità di un prodotto rispetto al corrente stato della tecnica.

### Background

Solo nell'Unione Europea, nel 2013, l'italian sounding ha generato utili per 21 miliardi di euro, a fronte dei 13 miliardi dei prodotti originali, con una perdita di ricavi enorme per le nostre imprese e per il nostro Paese. Nel 2011, secondo i dati della Guardia di Finanza, vi sono stati oltre un milione di controlli a fini di anticontraffazione nel solo settore alimentare, con 24 milioni di chili di prodotti sequestrati, per un valore di oltre 840 milioni di euro.

### Tecnologia

L'invenzione consiste in un processo in cui si abbina ad una codifica digitale virtualmente inalterabile - che consente di identificare prodotto e produttore - una fase di controllo e gestione dei codici emessi e a cui concorrono sia gli utilizzatori finali del prodotto che gli organi preposti al controllo.

Tecniche di codifica digitale e tecniche crittografiche sono abbinate ad una specifica logica di processo, al fine di ottenere un codice di autenticazione materiale (PAC).

### Vantaggi e Applicazioni

Grazie ai PAC, tutti i processi di produzione, distribuzione e vendita/transazione di diverse tipologie di prodotti possono essere controllati tramite piattaforme Web ed applicazioni per dispositivi mobili (es. smartphone) con costi molto più bassi delle soluzioni attuali. I PAC possono trovare impiego, in particolare, nell'ambito della produzione e della grande distribuzione di prodotti alimentari di qualità, per la protezione dei marchi DOP, IGP e DOCG.

### Stadio di Sviluppo

Sono in atto studi finalizzati alla implementazione di un prototipo software a fini di dimostratore. E' inoltre in corso la definizione di un business plan per la proposta di costituzione di uno spin-off oltre che per ottenere i finanziamenti necessari per lo sviluppo del prototipo e per la sua ingegnerizzazione.

## Patent

**Title**

Process and apparatus of a multichannel audio system for active playback of acoustic quadrasonic sound events.

Ref. CNR 1888

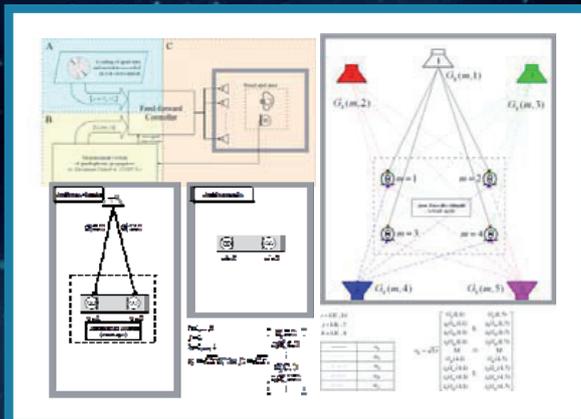
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IDASC

Main Inventor: Domenico Stanzial

Countries: IT

Priority date: 06/03/2008

**Abstract**

The invention defines the process and the equipment needed for playing back quadrasonic sound. This process is done via an electro-acoustic device called "quadrasonic player", capable of performing the feed-forward active control of sounds. The reproduced sound is generated from one or more speakers fed by suitable electrical voltage signals, measured and calculated by the device itself. The sound from the quad-player is automatically adapted to the acoustic characteristics of the listening room in order to reconstruct, optimally, according to an algorithm based on least squares, the original sound event (virtual acoustics).

**Background**

The invention constitutes the final ring of the chain that begins with the recording process (patented) of a quadrasonic "sound event". This is identified with the set of the four audio tracks corresponding to the sound pressure signal and the three components of the velocity signal of the air particle.

**Technology**

The invention refers to the application of sound intensimetric techniques for multichannel recording and playback systems. The technology foresees the use of pressure-velocity probes with high-fidelity audio quality and active speakers able to control the acoustic impedance at the listening point (sweet spot).

**Advantages and Applications**

The quadrasonic player allows to achieve the highest accuracy in the reproduction of the sound, even in rooms acoustically very different from the original. It is able of reproducing single-point recorded sound event (perspective quad-playback) and multi-point recorded sound events (holographic quad-playback). Main applications are in the fields of acoustic virtual reality, artistic audiovisual performances and music production.

**Development stage**

The invention is currently at the stage of "proof of concept" and was realized experimentally only in 1-D test environments. For its prototyping one requires instrumentation not yet developed both in the recording phase of the sound event (hi-fi p-v probes) and in the playback (active control speakers of acoustic impedance).

## Brevetti

**Titolo**

Procedimento e apparecchiatura per la realizzazione di un sistema multicanale per il playback attivo di eventi sonori quadrifonici acustici

Rif. CNR **1888**

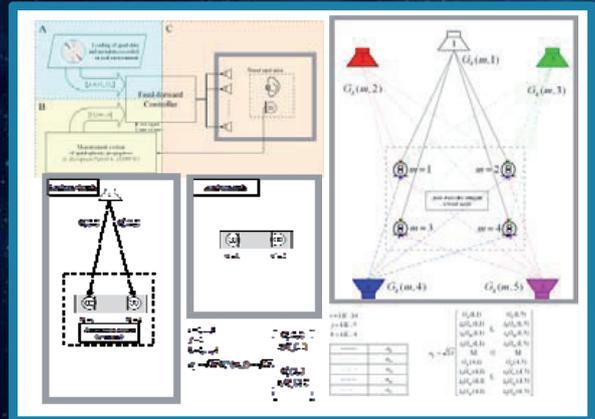
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IDASC

**Inventore di riferimento:** Domenico Stanzial

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 06/03/2008

**Abstract**

L'invenzione definisce il procedimento e l'apparecchiatura necessaria per l'esecuzione del playback quadrifonico acustico. Questo processo viene svolto tramite un dispositivo elettro-acustico chiamato "player quadrifonico" in grado di eseguire il controllo attivo anticipativo dei suoni generati da uno o più altoparlanti alimentati da opportuni segnali di tensione elettrica, misurati e calcolati tramite il dispositivo stesso. Il suono riprodotto dal quad-player viene automaticamente adattato alle caratteristiche acustiche della sala di ascolto in modo da ricostruire in modo ottimale, secondo un algoritmo basato sui minimi quadrati, l'evento sonoro originale (acustica virtuale).

**Background**

Il trovato costituisce l'anello finale di una catena che inizia con il processo (già brevettato) di registrazione quadrifonica di un "evento sonoro", che viene identificato con l'insieme delle quattro tracce audio corrispondenti al segnale di pressione sonora e alle tre componenti del segnale di velocità della particella d'aria.

**Tecnologia**

Applicazione dell'intensimetria alle tecnologie multicanale per la registrazione e riproduzione del suono: il processo si avvale idealmente di sonde pressione-velocità ad alta fedeltà audio e di casse acustiche a controllo attivo anticipativo del suono ottenuto con misure di impedenza acustica nel punto di ascolto (sweet-spot).

**Vantaggi e Applicazioni**

Il player quadrifonico permette di ottenere la massima fedeltà nella riproduzione dell'evento sonoro, anche in ambienti acusticamente molto diversi dall'originale, ed è in grado di riprodurre sia un singolo evento sonoro (playback quadrifonico prospettico) che molteplici eventi sonori registrati in più punti del campo originario (playback quadrifonico olografico). Le principali applicazioni sono nel campo della realtà virtuale acustica, delle performance audiovisive e della produzione musicale.

**Stadio di Sviluppo**

Il trovato è attualmente in fase di proof of concept ed è stato realizzato sperimentalmente soltanto in ambienti di prova 1-D. Per la sua prototipizzazione necessita di strumentazione non ancora sviluppata, sia per la fase di registrazione dell'evento sonoro (sonde p-v ad alta fedeltà audio) che in quella di playback (casse attive a controllo di impedenza acustica).



## Patent

### Title

Apparatus for clinical-audiometric investigation.

Ref. CNR **10179**

**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** IDASC

**Main Inventor:** Domenico Stanzial

**Countries:** EP

**Priority date:** 03/01/2012



### Abstract

The present invention refers to a device that consists of a broadband acoustic stimulator and a microprobe able to transduce the pressure and acoustic velocity (p-v) signals simultaneously. These sub-systems are all assembled in a headset adapter to be applied at the entrance of the ear canal. The p-v signals are then sampled and undergo a two-channel original digital post-processing. This computation gives the reliable and accurate measurement of sound energy quantities characterizing the immittance and acoustic absorbance of outer and middle ear. Obtained results are then graphically rendered for clinical diagnostic investigations in the audiometric field. The system can be used also for the recording and analysis of oto-acoustic emissions.

### Background

The measurement of the ear-canal impedance, also called “tympometry”, allows to make an objective analysis of the functional state of the outer and middle ear, in order to diagnose major diseases. The tympanometric test is currently conducted with indirect measurements using single-frequency stimuli and with an invasive method (artificial variation of the static pressure in the ear canal) that is particularly troublesome, especially in newborn and child aged subjects.

### Technology

The microprobe used for the direct measurement of acoustic impedance inside the ear canal is based on MEMS technology, both for the microphone (pressure) signal and the velocimetric sensor. The latter, in particular, is manufactured with a standard CMOS process that greatly reduces the cost of production and makes it commercially attractive.

### Advantages and Applications

Wideband tympanometry when carried out with direct measurements of the pressure and particle velocity signals makes the audiometric test rapid, complete, accurate, repeatable and non-invasive. The p-v measures are carried out at ambient pressure without annoying static pressure changes in the patient's ear-canal and so making audiometric testing not only more reliable but also easy to perform and therefore convenient for self-diagnosis or telemedicine applications.

### Development stage

The invention is currently in the stage of hardware prototype, being adapted to a generic two-channel acquisition system and p-v signals post-processing. Validation tests and clinical-diagnostic interpretation of the obtained results have not yet been performed. Only comparison measures with the data obtained by standard tympanometers have been carried out.



## Brevetti

### Titolo

Apparecchiatura per l'indagine clinica-audiometrica.

Rif. CNR 10179

**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IDASC

**Inventore di riferimento:** Domenico Stanzial

**Territori di vigenza:** EP

**Data di priorità:** 03/01/2012



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un dispositivo composto da uno stimolatore sonoro a banda larga e da una micro-sonda in grado di trasdurre contemporaneamente i segnali di pressione e velocità acustiche (p-v), il tutto assemblato in un adattatore auricolare da applicare all'ingresso del canale uditivo. I segnali p-v acquisiti digitalmente sono quindi sottoposti ad un innovativo procedimento di post-elaborazione bicanale che esegue la misura delle grandezze energetiche che caratterizzano le funzioni d'immittenza e assorbanza acustica dell'orecchio esterno e medio.

Ciò permette di ottenere risultati affidabili e precisi utili per l'indagine clinico-diagnostica in campo audiometrico, anche per la registrazione e analisi delle emissioni otoacustiche.

### Background

L'impedenziometria auricolare, detta anche «timpanometria», permette di effettuare un'analisi oggettiva dello stato funzionale dell'orecchio esterno e medio al fine di diagnosticarne le principali patologie. Il test timpanometrico viene condotto attualmente con misure indirette, usando stimoli monofrequenziali e con una metodica invasiva (variazione artificiale della pressione statica nel condotto uditivo), che risulta particolarmente fastidiosa soprattutto in soggetti di età neonatale e infantile.

### Tecnologia

La microsonda p-v utilizzata per la misura diretta dell'impedenza acustica all'interno del condotto uditivo usa la tecnologia MEMS sia per l'acquisizione del segnale di pressione che per il sensore velocimetrico. Quest'ultimo in particolare viene fabbricato con un processo standard CMOS compatibile che ne riduce notevolmente i costi di produzione e lo rende interessante dal punto di vista commerciale.

### Vantaggi e Applicazioni

La timpanometria a banda larga effettuata con misure dirette dei segnali di pressione e velocità rende l'esame audiometrico rapido, completo, preciso, ripetibile e non-invasivo. Le misure p-v vengono infatti effettuate a pressione ambiente senza fastidiose alterazioni della pressione statica del canale uditivo del paziente, rendendo il test audiometrico non solo più attendibile ma anche di facile esecuzione e quindi vantaggioso per le applicazioni di autodiagnostica o di telemedicina.

### Stadio di Sviluppo

Il dispositivo è attualmente in fase di prototipo hardware, adattato ad un setup sperimentale generico di acquisizione bicanale e post-elaborazione numerica dei segnali p-v. Non sono stati effettuati test di validazione e interpretazione clinico-diagnostica dei risultati ottenuti ma soltanto misure di confronto con i dati ottenuti dagli impedenzometri attualmente usati per gli esami timpanometrici.



## Patent

### Title

Bioreactor for engineering articular tissues.

Ref. CNR **10387**

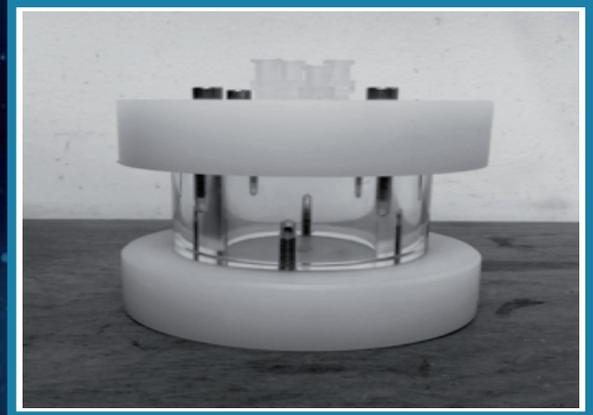
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** IEIIT

**Main Inventor:** Silvia Scaglione

**Countries:** IT

**Priority date:** 29/01/2015



### Abstract

The present invention relates to a bioreactor which couples simultaneously mechanical stimulation (compression and/or hydrodynamic pressure) and/or fluid-dynamic stimulation (perfusion) and/or hydrostatic pressure to engineer articular tissues, mimicking the joint microenvironment.

Object of the present invention is also a method for the generation of joint tissues, which uses the device here described.

In particular, the bioreactor has technical characteristics such as high flexibility in terms of size and shape of materials mechanically and functionally tested, as well as high flexibility in the physiological stimuli that can be recreated.

### Background

To engineer tissues in vitro, specific types of cells are cultured on 3D bioactive scaffolds allowing a cell differentiation and 3D tissue regeneration. Besides biochemical stimulation, also mechanical stimuli may deeply affect the mechanisms of tissue regeneration. The bioreactors up to now realized allow to automate the process of tissue regeneration, but they often offer the ability to set a single specific physical stimulus.

### Technology

The bioreactor chamber has been designed and realized offering high flexibility of use, since it allows to accommodate materials of different shapes, size and physical-chemical nature.

The motor and the porous piston allow to set a wide range of mechanical and fluid dynamics stimulation adapted according to the target application.

### Advantages and Applications

- To couple simultaneously mechanical and fluid dynamic stimulation to construct.
- To implement a perfusion flow that guarantees an efficient and uniform cell seeding within the construct with an optimization of the mass transport of nutrients
- To mimic as closely as possible the physiological conditions of the joint niche

### Development stage

Prototype, successful technical and functional validation.

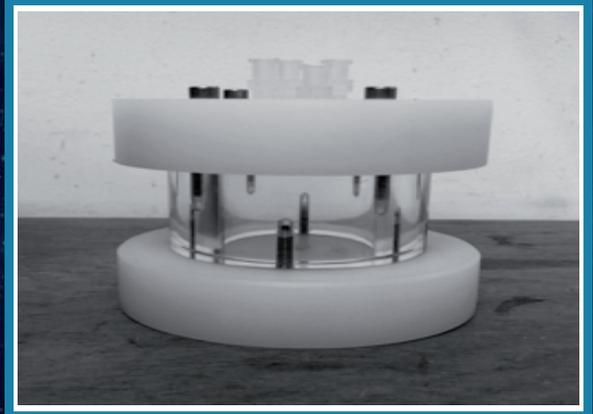


## Brevetti

### Titolo

Bioreattore per l'ingegnerizzazione dei tessuti articolari.

Rif. CNR 10387



**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IEIIT

**Inventore di riferimento:** Silvia Scaglione

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 29/01/2015

### Abstract

L'invenzione si riferisce a un bioreattore che accoppia contemporaneamente stimolazione meccanica (compressione e/o pressione idrodinamica) e/o fluidodinamica (perfusione) e/o pressione idrostatica a tessuti ingegnerizzati, mimando il microambiente articolare.

Oggetto della presente invenzione è anche un metodo per la generazione di tessuti articolari, che utilizza il dispositivo descritto.

In particolare, tale bioreattore presenta caratteristiche tecniche tali da consentire elevata flessibilità in termini di materiali da poter testare meccanicamente e funzionalmente, nonché elevata flessibilità nelle stimolazioni fisiologiche che si possono ricreare.

### Background

Per ingegnerizzare tessuti in vitro, specifici tipi di cellule vengono coltivate su supporti 3D bioattivi consentendo un differenziamento cellulare e la generazione di strutture tissutali 3D. Oltre agli stimoli di natura biochimica, anche stimoli di origine meccanica influenzano i meccanismi di rigenerazione tissutale. I bioreattori permettono di automatizzare il processo di rigenerazione tissutale, ma spesso prevedono la possibilità di impostare un unico stimolo fisico specifico.

### Tecnologia

La camera del bioreattore oggetto dell'invenzione si caratterizza per un'elevata flessibilità di impiego, permettendo di alloggiare materiali di forme, natura chimico-fisica differenti.

Il motore e il pistone poroso permettono di impostare un ampio intervallo di regimi di stimolazione meccanica e fluidodinamica adattati a seconda del target applicativo.

### Vantaggi e Applicazioni

L'invenzione permette di:

- accoppiare contemporaneamente stimolazione meccanica e fluidodinamica al costruito;
- attuare un flusso di perfusione che garantisce una semina cellulare efficiente ed uniforme all'interno del costruito con un'ottimizzazione del trasporto di massa dei fattori nutritivi all'interno del tessuto;
- mimare il più fedelmente possibile le condizioni fisiologiche della nicchia articolare.

### Stadio di Sviluppo

Prototipo e validazione tecnica e funzionale.



## Patent

### Title

Preventing bit-stuffing in the transmission of frames over communication lines.

Ref. CNR **10288**

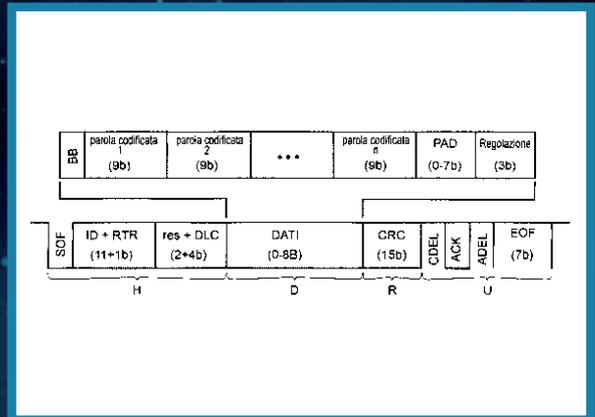
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** IEIIT

**Main Inventor:** Gianluca Cena

**Countries:** IT, EP

**Priority date:** 17/02/2014



### Abstract

The bit-stuffing mechanism adopted in Controller Area Network (CAN) to encode the bit stream at the physical layer leads to an unwanted variability, or jitter, in frame transfer times, since the number of stuff bits is variable and depends on the frame content in a non-trivial way. Solutions like 8B9B and VHCC were proved to be optimal in order to prevent stuff bits in the payload of the frame. This invention makes it possible to prevent the occurrence of stuff bits in the Cyclic Redundancy Check (CRC) field as well. Doing so ensures extremely accurate and completely deterministic transfer times, regardless of the message content. This is of great importance in distributed control systems to improve their basic characteristics, such as timing accuracy and, as a consequence, quality of control. Moreover, the invention also reduces noticeably the residual error probability, hence increasing system reliability.

### Background

CAN is used for real-time communications among devices in automotive, industrial, and embedded systems. Bit-stuffing in CAN leads to jitters in frame transfer times, which worsen the timing accuracy of distributed control applications. Several solutions to this issue were proposed in the past years, either based on statistical grounds or suitable encoders, which prevent the insertion of stuff bits by modifying the content of the data field. However, they are completely unable to cope with the CRC field.

### Technology

By reserving 3 bits at the end of the data field (denoted as the tuning field), this invention permits steering CRC calculation to a value which does not cause the insertion of any stuff bit in the CRC field by the CAN controller. The invention aims at complementing techniques, like 8B9B, which prevent variability in stuff bits added to the other parts of the frame. Complete compatibility is ensured with legacy CAN controllers.

### Advantages and Applications

This invention has two main advantages. Firstly, it reduces jitters, which may affect the duration of frame transmissions in CAN by up to about 20 bit times, to well below one bit time. In competing solutions, residual jitters can be as high as 4 bit times. Secondly, it reduces the residual error probability of CAN by about two orders of magnitude. It can be used in low-cost, high-precision, high-reliability real-time control systems.

### Development stage

A highly-optimized prototype (codec), written in C for the NXP LPC2468  $\mu$ C, has been implemented and tested for correctness and performance. The resulting jitter, measured at the application level, is in the order of 500ns. A testbed has been developed.

## Brevetti

### Titolo

Limitazione del bit-stuffing in una trama di comunicazione di un segnale elettronico.

Rif. CNR **10288**

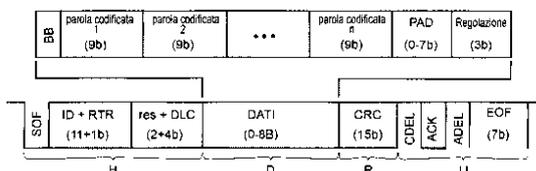
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IEIIT

**Inventore di riferimento:** Gianluca Cena

**Territori di vigenza:** IT, EP

**Data di priorità:** 17/02/2014



### Abstract

Il meccanismo di bit-stuffing usato per codificare il segnale a livello fisico nelle reti Controller Area Network (CAN) introduce una variabilità indesiderata dei tempi di trasmissione delle trame (jitter), poiché il numero di stuff bit è variabile e dipende dal contenuto del messaggio. Soluzioni come 8B9B e VHCC risultano essere ottimali per prevenire gli stuff bit nel carico utile della trama. Questa invenzione rende possibile prevenire l'occorrenza di stuff bit anche nel campo Cyclic Redundancy Check (CRC) ed assicura tempi di trasmissione deterministici ed estremamente accurati, a prescindere dal contenuto dei messaggi. Ciò è di grande importanza nei sistemi di controllo distribuiti al fine di migliorarne l'accuratezza temporale e, di conseguenza, la qualità del controllo. L'invenzione riduce anche in modo sensibile la probabilità di errore residua incrementando quindi l'affidabilità del sistema.

### Background

CAN è utilizzato per le comunicazioni in tempo reale fra dispositivi in sistemi veicolistici, industriali ed embedded. Il bit-stuffing causa jitter sui tempi di trasmissione delle trame che peggiorano l'accuratezza temporale delle applicazioni di controllo distribuite. Esistono diverse soluzioni a questo problema, basate su approcci probabilistici o su opportune codifiche, che evitano l'inserimento di stuff bit modificando il contenuto del campo dati. Esse, tuttavia, non sono in grado di gestire il campo CRC.

### Tecnologia

L'invenzione prevede di riservare 3 bit alla fine del campo dati (bit di regolazione) il cui valore viene impostato in modo tale che il valore calcolato dal controller CAN per il CRC non causi l'inserimento di alcuno stuff bit. L'invenzione è pensata per complementare tecniche come 8B9B, che evitano l'inserimento di stuff bit nelle altre parti della trama, e assicura la completa compatibilità con i controller CAN esistenti.

### Vantaggi e Applicazioni

L'invenzione offre principalmente due vantaggi. Innanzitutto i jitter, che possono variare la durata di trasmissione delle trame fino a circa 20 tempi di bit, sono ridotti a meno di un tempo di bit. Inoltre, la probabilità di errore residua di CAN viene ridotta di circa due ordini di grandezza. È possibile impiegare l'invenzione nei sistemi di controllo in tempo reale a basso costo, alta precisione e alta affidabilità.

### Stadio di Sviluppo

Un codec prototipale altamente ottimizzato, scritto in C per il microcontrollore NXP LPC2468, è stato implementato e testato per verificarne correttezza e prestazioni. I relativi jitter, misurati a livello delle applicazioni, sono dell'ordine dei 500 ns. È stato inoltre sviluppato un dimostratore.

## Patent

### Title

Device for the reduction of back scattered rays from a load subjected to microwave radiation by a source (pre-load).

Ref. CNR 1629

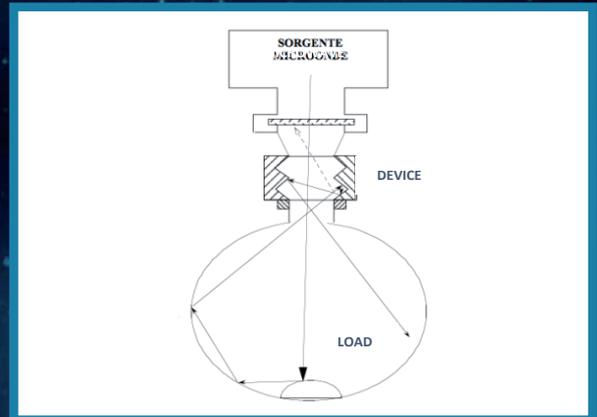
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IFP

Main Inventor: Sante Giovanni Cirant

Countries: IT

Priority date: 30/08/2004



### Abstract

It is common practice, while developing and using powerful microwave sources, to use a cavity ("load") in order to absorb the generated power and in some cases to provide a measure of the absorbed power ("bolometric-load"). The microwaves, in shape of concentrated beam, are injected in the load through an appropriate opening. An elevated reflection, beyond to being harmful for the source, in the bolometric load case does not allow an accurate measure. The developed device is constituted from a metallic body with passing cavity and convenient inner geometry (opposite cone sections), such not to block a microwave beam incoming in a load but to suppress the reflected radiation towards the source. That is possible because the microwave radiation inside the load reflects with a great angular dispersion at the mouth of the load.

### Background

In the development of microwave absorbing loads, due to the geometry of the system, a certain fraction of the bouncing radiation can escape from the load entrance: depending on the characteristics of the load, up to 10% of the power can be reflected at angles greater than 40° from the axis of symmetry. Safe operation of high power sources asks for overall reflections from the load lower than about 1%. In order to reduce this amount, an external preload is added in front of the load.

### Technology

The preload inner surface is constituted by a corner-cube arrangement capable to reflect back into the load all the rays coming out at a large angle while not interfering with the incoming beam. The developed device can individually be obtained by mechanical working from a single block of metal and inner turning or assembling single worked sections: in the first case the device is vacuum compatible and can also be used in order to pump down the system.

### Advantages and Applications

Without preload, a load can reflect up to 10% of the injected power. The developed accessory can reduce the reflection down to 1%, improving the operation of a load for the absorption and the measure of powerful microwave beams. It is useful in all the fields that demand use and/or development of powerful microwave sources, with frequency of 100÷200 GHz and power of 1÷2 megawatt.

### Development stage

Devices for use under vacuum and in air have been developed and applied to loads built for European laboratories working on the development of high-power microwave sources and on microwave heating of plasmas for application to Nuclear Fusion research.



## Brevetti

### Titolo

Dispositivo di riduzione dei raggi di ritorno da un carico soggetto a radiazione a microonde da parte di una sorgente (pre-carico).

Rif. CNR 1629

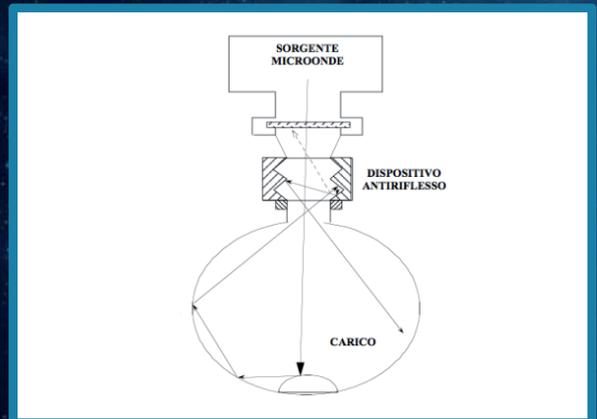
Titolare(i): CNR

Istituto: IFP

Inventore di riferimento: Sante Giovanni Cirant

Territori di vigenza: IT

Data di priorità: 30/08/2004



### Abstract

Nella pratica dello sviluppo e dell'uso di sorgenti di microonde di potenza, è comune l'utilizzo di una cavità ("carico") atta ad assorbire la potenza generata dalla sorgente ed eventualmente fornirne una misura ("carico bolometrico"). Le microonde, in forma di fascio concentrato, vengono iniettate nel carico attraverso apposita apertura; un'elevata riflessione, oltre ad essere dannosa per la sorgente, nel caso di carico bolometrico non consente una misura accurata. Il trovato è costituito da un corpo metallico con cavità passante e geometria interna opportuna (a tronchi di cono contrapposti), tale da non ostacolare l'ingresso di un fascio di microonde in un carico ma opporsi alla riflessione della radiazione verso la sorgente; ciò è possibile poiché all'interno del carico la radiazione a microonde perde la sua caratteristica di fascio e viene riflessa in modo non organizzato e con grande dispersione angolare alla bocca del carico.

### Background

Nello sviluppo di carichi assorbenti per microonde, a causa della geometria del sistema, una certa frazione della radiazione incidente può sfuggire dall'ingresso del carico: a seconda delle caratteristiche del carico, fino al 10% della potenza può essere riflessa ad angoli fino a 40° rispetto all'asse di simmetria. L'operazione sicura delle sorgenti ad alta potenza richiede una riflessione globale del carico inferiore all'1%; a questo scopo viene aggiunto di fronte al carico un opportuno "pre-carico".

### Tecnologia

La superficie interna del pre-carico è costituita da una geometria a retro-riflettore, capace di riflettere indietro nel carico tutti i raggi che incidono a grande angolo, senza interferire con il fascio incidente. Il pre-carico può essere ottenuto per lavorazione meccanica da un singolo blocco di metallo e tornitura interna oppure assemblando singole sezioni individualmente lavorate: nel primo caso il trovato è compatibile con un utilizzo sottovuoto e può anche essere utilizzato per il pompaggio del sistema.

### Vantaggi e Applicazioni

Un carico può riflettere fino al 10% della potenza iniettata; il dispositivo oggetto del presente brevetto consente di abbattere la riflessione fino a meno dell' 1% e migliora il funzionamento di un carico per l'assorbimento e la misura di fasci di microonde di potenza. E' utile in tutti i campi che richiedano l'uso e/o lo sviluppo di sorgenti di microonde di potenza, con frequenza di 100÷200 GHz e potenza di 1÷2 megawatt.

### Stadio di Sviluppo

Sono state sviluppate e applicate diverse versioni per l'uso sottovuoto o in aria su carichi per laboratori Europei che lavorano allo sviluppo di sorgenti a microonde ad alta potenza o sul riscaldamento a microonde di plasm per applicazione alla ricerca sulla Fusione Nucleare.



## Patent

### Title

Bolometric device with receiving cavity for high power microwave beam measurements at high frequency and procedure to coat the inner surface of the load.

Ref. CNR 1657

Assignee(s): CNR

CNR Institute: IFP

Main Inventor: Nicolò Spinicchia

Countries: US

Priority date: 24/02/2005



### Abstract

The development of powerful microwave sources requires the use of a cavity (“load”) in order to absorb the generated power and in some cases to provide a measure of the absorbed power (“bolometric load”). The microwaves, usually in concentrated beams, are injected in the load through an appropriate opening but a load can reflect up to 10% of the injected power. An elevated reflection, beyond to being harmful for the source, in the bolometric load case does not allow an accurate measure.

For the development of these loads, advanced design and construction techniques are required, particularly in the definition of the thickness and the deposition of the ceramics layer, that has to be both microwave-absorbing and very resistant to thermal shocks. The coating, object of this invention and selected after a number of tests, allows a reduction in reflection to less than 1%.

### Background

The use of the bolometric loads concerns all sectors where high power microwave sources (gyrotrons) are employed. In the framework of thermonuclear fusion research the gyrotrons are employed in experiments of Plasma Heating with frequencies in the range 28 GHz - 170 GHz. The expected increase of the power calls for new technological solutions in manufacturing bolometric loads, particularly in making use of layer of microwave-absorbing ceramics very resistant to thermal shocks.

### Technology

The invention consists in a load of a hollow copper sphere (bolometric load) with a spreading mirror in front of the beam entrance. The millimeter-wave absorption occurs in a thin ceramic coating deposited by Plasma Spray technology. An external cooling circuit removes the absorbed thermal energy. The power measurement is performed acquiring the difference between input and output temperature of the cooling fluid and the flow rate.

### Advantages and Applications

The main advantage is due to the coating of Boron Carbide ( $B_4C$ ) deposited in the inner wall of the load. The  $B_4C$  has better resistance to the temperature and shows an improved microwave absorption compared with other coatings. The bolometric load with better performances allows power measurements of gyrotrons of the new generation (2 MW continuous power).

### Development stage

The device has been designed in different versions and prototypes, coated with a traditional absorber and tested in European Laboratories, thus demonstrating the suitability of the design. The new coating has been deposited on small samples and tested in Laboratory, showing superior performances both for absorbance and for resistance to thermal shocks.

## Brevetti

### Titolo

Dispositivo bolometrico a cavità ricevente per la misura della potenza di un fascio di microonde ad alta frequenza e procedimento per il rivestimento della superficie interna di detta cavità.

Rif. CNR 1657

**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IFP

**Inventore di riferimento:** Nicolò Spinicchia

**Territori di vigenza:** US

**Data di priorità:** 24/02/2005



### Abstract

Lo sviluppo di sorgenti di microonde di potenza richiede l'utilizzo di una cavità ("carico") per assorbire la potenza generata dalla sorgente ed eventualmente fornirne una misura ("carico bolometrico").

Le microonde, in forma di fascio concentrato, vengono iniettate nel carico attraverso apposita apertura ma un carico può riflettere fino al 10% della potenza iniettata. Un'elevata riflessione, oltre ad essere dannosa per la sorgente, nel caso di carico bolometrico non consente una misura accurata.

Per lo sviluppo di questi carichi sono richieste tecniche di progetto e di realizzazione avanzate, in modo particolare nella definizione degli spessori e nella deposizione degli strati ceramici, che devono essere sia assorbenti per le microonde che resistenti agli elevati shocks termici. Il materiale assorbente oggetto del brevetto, selezionato dopo numerosi test, consente di abbattere la riflessione fino a meno dell' 1%.

### Background

L'utilizzo dei carichi bolometrici riguarda tutti i settori in cui vengono impiegati sorgenti di microonde (gyrotrons) ad alta potenza. Nel caso della fusione termonucleare i gyrotrons vengono impiegati negli esperimenti di riscaldamento del plasma e la frequenza utilizzata è compresa nel range 28 GHz - 170 GHz. L'utilizzo di sorgenti a microonde sempre più potenti obbliga ad un continuo progresso tecnologico nella costruzione di sistemi di misura della potenza del fascio di microonde.

### Tecnologia

Il dispositivo di misura oggetto del brevetto consiste di una sfera di rame (carico bolometrico), con una apertura per permettere l'ingresso della radiofrequenza all'interno di una cavità ricevente; di fronte alla apertura è disposto uno specchio divergente ad alta riflettività. L'assorbimento della radiazione avviene mediante uno strato ceramico depositato sulla superficie interna attraverso la tecnica del plasma spray.

### Vantaggi e Applicazioni

L'innovazione principale risiede nel rivestimento di Carburo di Boro ( $B_4C$ ) delle pareti interne del carico. Il  $B_4C$ , oltre ad avere un'ottima resistenza alla temperatura, migliora notevolmente l'assorbimento delle microonde rispetto agli altri depositi. Il carico bolometrico con il nuovo rivestimento dovrebbe avere prestazioni superiori per la misura della potenza dei nuovi gyrotrons (2 MW in continua).

### Stadio di Sviluppo

Il dispositivo è stato progettato in più versioni e i prototipi, ricoperti con un materiale assorbente tradizionale, testati in laboratori Europei dimostrando la validità del progetto.

Il nuovo materiale è stato provato solo su campioni di ridotte dimensioni e testato in laboratorio, dimostrandosi superiore a quello tradizionale sia per assorbimento che per resistenza alla temperatura.



## Patent

### Title

System and methodology for phone calls and text messages.

Ref. CNR 10363

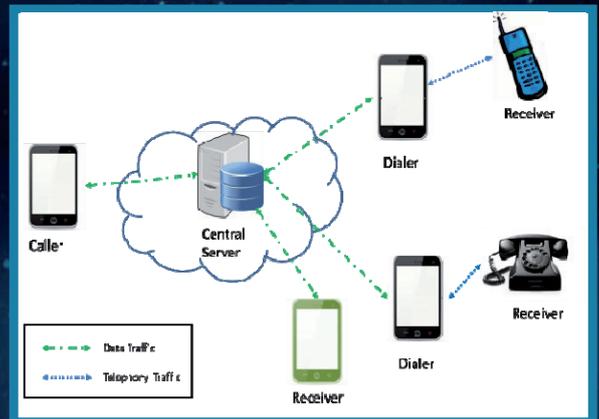
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IIT

Main Inventor: Fabio Martinelli

Countries: IT

Priority date: 09/12/2014



### Abstract

The present invention refers to a system and a methodology to allow free calls and/or text messages toward any device, exploiting messages and minutes shared by other users (bridge devices) using an Internet channel.

In this way it is possible to exploit the free minutes and messages included in the monthly plans of a mobile operators and payed by users.

In fact, several users consume only a small amount of their free minutes and messages and, at the end of the month, these minutes and messages are lost. The proposed technology allows users to “sell” part of their minutes and messages, so that they can be exploited by other users.

### Background

The invention refers to the field of communication applications (App) for mobile devices (smartphones and tablets). Examples of these applications are VoIP applications, instant messaging Apps and social networks. However, these applications allow to send message and/or perform voice calls for free only between the users of the same application, also requiring a 3G/4G connection on both caller and recipient.

### Technology

An Internet channel for voice or text messages is opened between the caller and a user (called “bridge device”); the user shares its free minutes or text messages.

The bridge will perform the phone call or send the message.

### Advantages and Applications

The technology allows to establish a channel to transmit voice or text messages (SMS) without any direct billing from any phone service provider.

It gives the possibility to reach any possible recipient, including landlines and legacy mobile devices with 2G connection, without requiring premium subscriptions or to buy credit, used to cover the price of phone call paid by current services to mobile operators.

### Development stage

Developed a first proof of concept.

## Brevetti

### Titolo

Sistema e metodo per telefonate ed invio di messaggi

Rif. CNR 10363

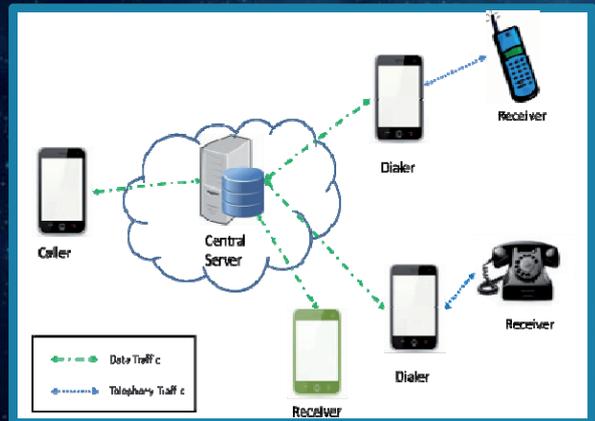
Titolare(i): CNR

Istituto: IIT

Inventore di riferimento: Fabio Martinelli

Territori di vigenza: IT

Data di priorità: 09/12/2014



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un sistema e un metodo, studiati e realizzati per consentire ad utenti di telefoni cellulari di telefonare e/o inviare messaggi utilizzando il traffico telefonico messo a disposizione da un altro dispositivo (ponte) utilizzando un canale internet; in questo modo risulta possibile sfruttare i minuti e messaggi gratuiti mensili inclusi nei piani tariffari di altri utenti e che non sono utilizzati completamente dagli utenti stessi.

L'invenzione è applicabile ad un qualsiasi sistema di comunicazione mobile.

### Background

L'invenzione si colloca nell'area delle applicazioni di comunicazione per smartphone e tablet (App).

In quest'area si collocano applicazioni per il VoIP, app di instant messaging e social network; queste applicazioni, però, consentono l'invio di messaggi e l'effettuazione di chiamate solo tra due utenti con la stessa applicazione e che dispongano di connettività 3G/4G.

### Tecnologia

La tecnologia utilizza un canale internet per la trasmissione voce/messaggi si apre tra dispositivo chiamante e dispositivo ponte (quello che "condivide" le risorse messe a disposizione dal proprio piano tariffario); quest'ultimo dispositivo è quello che poi effettua la chiamata o manda il messaggio al dispositivo ricevente.

### Vantaggi e Applicazioni

La tecnologia consente la creazione di un canale per la trasmissione dei messaggi o della voce che sia virtualmente senza costi.

Inoltre, diviene possibile raggiungere qualsiasi destinatario, inclusi i dispositivi di vecchia generazione, senza necessità di credito o abbonamenti ad hoc, oltre che affrontare semplicemente il problema dei costi per le chiamate internazionali.

### Stadio di Sviluppo

E' stato realizzato un primo proof of concept con alcune funzionalità.

## Patent

### Title

Electrohydraulic valve with linear and rotational actuation.

Ref. CNR 10227

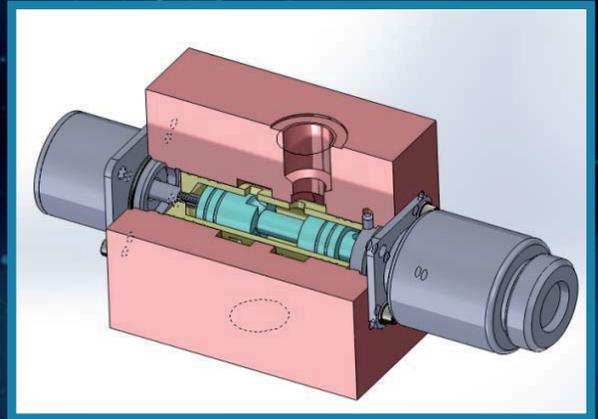
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IMAMOTER

Main Inventor: Massimiliano Ruggeri

Countries: IT

Priority date: 02/08/2012



### Abstract

The invention refers to an electro-valve that consists in two mobile elements: the first one is a cylinder moving around its axis and the second one is a spool with linear travel. The metering area of the valve is therefore the combination of two independent movements.

The object of the invention features a metering accuracy higher than traditional implementations - typically in the range of a square product.

Since the actuation is intrinsically redundant, the valve has a high safety and reliability index and can be used to implement various metering logics, as for instance hydraulic AND and OR.

### Background

Proportional valves are used since a long time in various applications in mobile machinery and industrial hydraulics. Today's technology is based on linear actuation only seldom featuring multiple elements. Proportional valves may be used in safety critical application only if deployed in redundant architectures and their metering edges can be optimized on one operating profile only. The invention overcomes all of these limitations.

### Technology

The valve with linear and rotational actuations is a novel application of rotary actuators; it introduces an additional degree of freedom in the handling of the metering area. Two coaxial stages of the metering elements (cylinder and spool) feature an extremely compact implementation.

### Advantages and Applications

The valve features several advantages with respect to state of the art technology: the system is «Fail Operational» and therefore can continue functioning even in case of a single failure in actuation stages. It can be applied and is suited for systems like steer, fly, brake-by-wire (generally x-by-wire). The valve has a better accuracy and an increased flexibility with respect to existing technology, adapting area gains to applications and duty cycles of different applications.

### Development stage

The valve is ready to be engineered and prototyped and it has been characterized in a virtual environment; it is now ready for prototype development.

## Brevetti

### Titolo

Elettrovalvola ad attuazione lineare e rotativa.

Rif. CNR **10227**

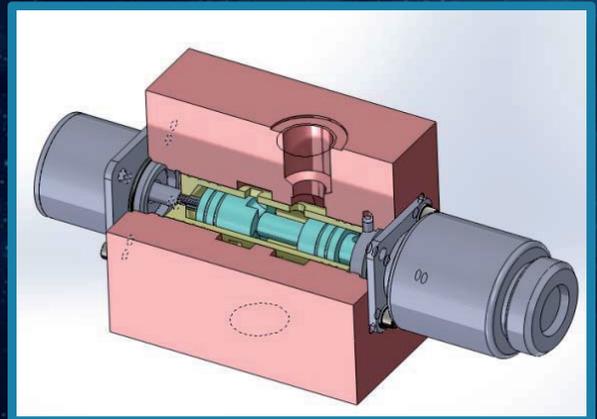
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IMAMOTER

**Inventore di riferimento:** Massimiliano Ruggeri

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 02/08/2012



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un'elettrovalvola ad attuazione lineare e rotativa che comprende due elementi mobili: una camicia in grado di muoversi secondo un movimento rotativo e un cassetto in grado di muoversi in movimento traslatorio.

La regolazione dell'area di efflusso è, di conseguenza, possibile in base a due distinti movimenti e con accuratezza maggiore rispetto alla valvola tradizionale secondo una proporzione quadratica.

La valvola ha un elevato grado di sicurezza in virtù della ridondanza degli attuatori ed è in grado, inoltre, di implementare svariate logiche di base o complesse, come ad esempio AND e OR.

### Background

Le valvole proporzionali sono ampiamente presenti in molteplici campi, dalle macchine industriali alle macchine mobili. Attualmente, le valvole proporzionali basano il loro funzionamento su attuatori lineari e possono essere utilizzate in sistemi di sicurezza solo se ridondanti. Tali valvole possono essere ottimizzate progettando l'area di efflusso per un singolo determinato profilo operativo.

### Tecnologia

La valvola ad attuazione lineare e rotativa oggetto dell'invenzione utilizza, in maniera inedita rispetto alla tecnologia attuale, attuatori rotativi per ottenere un ulteriore grado di regolazione dell'area di efflusso; inoltre, si avvale di un'architettura a due stadi concentrici (camicia e cursore) estremamente compatta.

### Vantaggi e Applicazioni

La valvola ad attuazione lineare e rotativa presenta diversi vantaggi rispetto allo stato dell'arte: è un sistema Fail Operational (può funzionare in caso di singolo fault su uno degli attuatori) ed è quindi applicabile a sistemi steer, fly, brake-by-wire. La valvola offre un'accuratezza e una flessibilità molto maggiori rispetto allo stato dell'arte, permettendo di adattare i guadagni al tipo di applicazione o al ciclo di lavoro.

### Stadio di Sviluppo

La valvola è stata caratterizzata in ambiente virtuale. Le fasi di ingegnerizzazione e costruzione del primo prototipo sono attualmente in corso.



## Patent

### Title

Machine able to separate the fiber and the shives from hemp for industrial use.

Ref. CNR **10318**

**Assignee(s):** CNR, Assocanapa  
**CNR Institute:** IMAMOTER  
**Main Inventor:** Renato Delmastro  
**Countries:** IT  
**Priority date:** 28/06/2010



### Abstract

Machine capable of receiving and working long-fiber hemp harvested in round bales. It can to separate and collect the fibrous part and the shives ensuring a degree of cleanliness conform to the values required by the market.

### Background

Hemp cultivation has experienced a sharp decline in production due to the excessive cost of labor needed for its production and preparation. The object of the present invention allows to dramatically reduce the time and hence the cost of preparation, making possible a high-quality product with competitive prices.

### Technology

The machine is composed of three main parts: the feeder/power pack, the separator that separates fibers from shives using three co-rotating rotors and the cleaner of the fiber. Two prototypes are available: the first one is powered by a farm tractor drive shaft PTO, while the second is powered by an electric motor.

### Advantages and Applications

The machine allows to work the bales of hemp by means of a single operation; it is able to directly receive the bale of hemp, to separate the fibrous part from shives and to collect the two components for subsequent processing steps. The hemp fiber is required by the textile and construction industries; the shives have interesting characteristics in the field of automotive products and buildings insulation.

### Development stage

The first prototype made it possible to assess the benefits and the changes necessary to improve the working efficiency. The second prototype, after the engineering phase, will increase the hourly production and the quality of the product, in order to optimize costs and match market requests.



## Brevetti

### Titolo

Macchina sfibratrice per canapa ad uso industriale.

Rif. CNR **10318**

**Titolare(i):** CNR, Assocanapa

**Istituto:** IMAMOTER

**Inventore di riferimento:** Renato Delmastro

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 28/06/2010



### Abstract

Macchina in grado di ricevere e lavorare canapa raccolta lunga in rotoballe e di separare e raccogliere la parte fibrosa e il canapulo, garantendo un grado di pulizia conforme ai valori richiesti dal mercato.

### Background

La canapa ha subito un forte calo di produzione a causa degli eccessivi costi della manodopera necessaria per la sua lavorazione industriale; la macchina oggetto del presente brevetto permette invece di ridurre drasticamente i tempi e i costi di lavorazione e di poter immettere così sul mercato un prodotto fortemente richiesto e a prezzi competitivi con quelli dei paesi a basso costo di manodopera.

### Tecnologia

La macchina oggetto del brevetto è composta da tre parti principali: il dosatore/alimentatore, il separatore della fibra dal canapulo mediante tre rotori corotanti e il dispositivo di pulizia della fibra. Sono disponibili due prototipi: il primo è alimentato da trasmissione cardanica da trattore agricola e il secondo è azionato interamente da energia elettrica.

### Vantaggi e Applicazioni

La macchina consente di lavorare le rotoballe di canapa mediante una sola operazione, perché in grado di ricevere direttamente la rotoballa di canapa, di separare la parte fibrosa dal canapulo e di raccogliere i due componenti per le successive fasi di lavorazione.

La fibra di canapa trova naturale applicazione nell'industria tessile ed edile mentre il canapulo ha interessanti sviluppi quale prodotto coibentante, sia nell'automotive che nell'edilizia.

### Stadio di Sviluppo

Il primo prototipo funzionante ha consentito di valutare tutti i vantaggi e le modifiche necessarie per migliorare le fasi di lavoro. Il secondo prototipo, dopo la fase di ingegnerizzazione, consentirà di aumentare la produzione oraria e la qualità del prodotto lavorato al fine di ottimizzare costi e rispondere validamente alle richieste di mercato.

## Patent

### Title

Method and apparatus for producing thin film on a substrate via a pulsed-electron deposition process.

Ref. CNR 9999

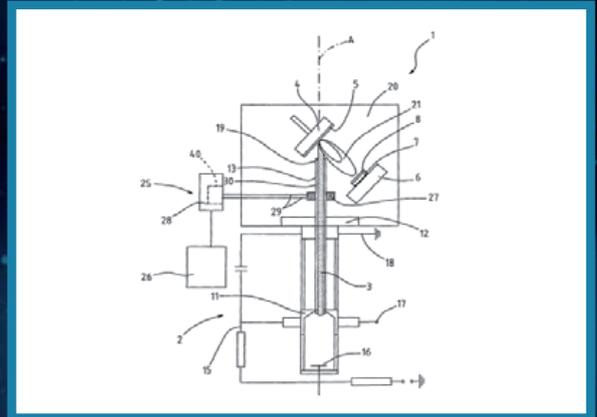
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IMEM

Main Inventor: Claudio Ferrari

Countries: IT

Priority date: 21/11/2008



### Abstract

The invention refers to a method for producing thin films on a substrate via a pulsed- electron deposition process comprises sending a pulsed- electron beam (3) onto a target material (5), set in the proximity of a substrate (7), in such a way as to cause ablation of the target material and the consequent emission of vapour phase particles that deposit on the substrate to form a layer (8) or film; the discharge current of the beam (3) is measured for controlling the parameters of the deposition process and optimizing, in particular, the rate of growth of the layer (8). The measurement of the discharge current is based upon the use of an induction coil (27), which does not affect the primary circuit (15) for beam discharge; in particular, a coil (27) is used wound according to a particular geometry, referred to as "Rogowski coil".

### Background

The pulsed-electron deposition (PED) is a physical technique for producing thin layers of conductive and dielectric materials. Even though the general principles of the pulsed-electron deposition (PED) technique are currently well known, the methods and equipment currently available for its technological and industrial applications still present margins for improvement, above all in terms of control of the growth parameters of the deposited layers and of efficiency and rate of deposition.

### Technology

The invention enable a complete and accurate control of the deposition process, enabling, in particular, setting of the parameters for optimizing and maximizing the rate of growth of the layers; at the same time it prevents a heating with decomposition of the target material and consequent change of the stoichiometry of the deposited layer with respect to the target material.

### Advantages and Applications

The method developed does not affect the deposition process, allows to know the real-time e-beam current and hence it controls all the variables associated with the process itself (rate control, area of deposition, energy of the evaporated, etc.). It can be useful in the field of material physics, especially in the material science, in the case of growth techniques based on electron beams.

### Development stage

The method and apparatus, applied in the field of solar cells, allows to obtain high efficiency devices. Their application will allow the control of the growth parameters in pre-industrial machines.

## Brevetti

### Titolo

Metodo ed apparato per la produzione di film sottili su un substrato mediante processo di deposizione a elettroni pulsati.

Rif. CNR 9999

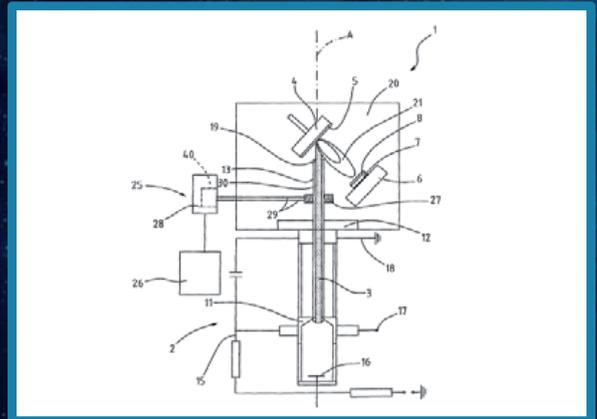
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IMEM

**Inventore di riferimento:** Claudio Ferrari

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 21/11/2008



### Abstract

L'invenzione riguarda un procedimento per la produzione di film sottili su un substrato mediante impulsi di elettroni. Detto procedimento comprende l'invio di un fascio di elettroni ad impulsi (3) su un materiale bersaglio (5), situato in prossimità di un substrato (7), in modo tale a causare l'ablazione del materiale bersaglio stesso e la conseguente emissione di particelle, che si depositano sul substrato per formare uno strato (8) o film; la corrente di scarica del fascio (3) viene misurata per controllare i parametri del processo di deposizione, in particolare il tasso di crescita dello strato (8). La misurazione della corrente di scarica si basa sull'utilizzo di una bobina di induzione (27), che non altera il circuito primario (15); in particolare, una bobina (27) viene utilizzata secondo una particolare geometria, denominata "bobina di Rogowski".

### Background

La deposizione con impulsi di elettroni (PED) è una tecnica di tipo fisico per la produzione di strati sottili di materiali conduttivi e dielettrici. Anche se i principi generali della deposizione pulsata con elettroni (PED) sono attualmente noti, i metodi e le apparecchiature attualmente disponibili per le applicazioni tecnologiche e industriali hanno notevoli margini di miglioramento, soprattutto in termini di controllo dei parametri di crescita degli strati depositati e di efficienza e velocità di deposizione.

### Tecnologia

Il metodo e l'apparato dell'invenzione consentono un controllo completo ed accurato del processo di deposizione, consentendo in particolare l'impostazione dei parametri per ottimizzare e massimizzare il tasso di crescita degli strati; allo stesso tempo, si riesce ad impedire il riscaldamento e la decomposizione del materiale bersaglio e quindi la conseguente modifica della stechiometria dello strato depositato rispetto al materiale bersaglio stesso.

### Vantaggi e Applicazioni

Il metodo oggetto del brevetto non interferisce con il processo di deposizione, permette di conoscere in tempo reale della corrente (impulsi di elettroni) e di controllare tutte le variabili associate al processo. Il metodo trova la sua naturale applicazione nel campo della fisica dei materiali, specialmente nelle scienze dei materiali, in caso di tecniche di crescita ad elettroni pulsati.

### Stadio di Sviluppo

L'invenzione, applicata al campo delle celle solari, ha consentito di ottenere dispositivi ad alta efficienza; la sua applicazione consentirà il controllo dei parametri di crescita in macchine pre-industriali.

## Patent

**Title**

Procedure and system for the three-dimensional reconstruction of formations dispersed in a matrix material, in particular inclusions in crystalline matrices.

Ref. CNR **10177**

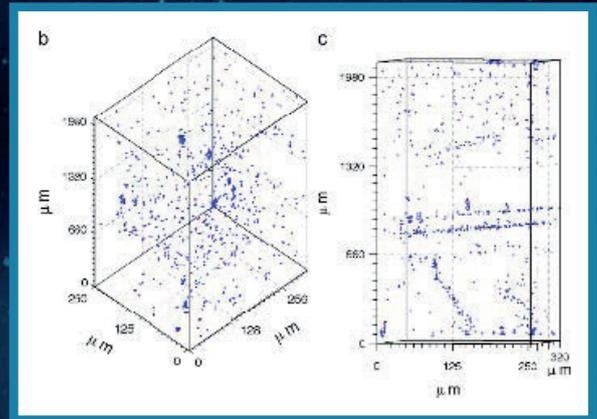
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** IMEM

**Main Inventor:** Andrea Zappettini

**Countries:** IT

**Priority date:** 05/09/2012

**Abstract**

The presence of inclusions in the matrix CdTe / CdZnTe is an important aspect of the characterization, because these are detrimental to X-ray detector applications. The standard methods for the detection of inclusions do not allow a 3D reconstruction of the position of the inclusions in the crystalline matrix. For this reason, a technique was developed for the analysis of images collected by an optical microscope which allows to identify the inclusions, to count the inclusion number in the whole volume of the sample, to determine the inclusion size and to determine the inclusion distribution in 3D. This technique can be implemented on any existing optical microscope, using standard personal computers for data processing and exploiting open source software. The technique can also be used for surface reconstruction imaging and surface roughness measurements.

**Background**

Nowadays the commercial microscopy systems allow counting inclusions in a transparent matrix using the technique so called "extended focus". However, this technique does not allow to determine the in depth position of the inclusions and therefore gives no information on their actual distribution in 3D. In addition, the count is an underestimate, because in the case of stacked inclusions, only the first one is counted.

**Technology**

The reconstruction system was developed on a standard optical microscope in transmission and was equipped with a video camera and a silicon acquisition PC. The main object of the present invention is an analytical procedure that allows the PC to process the image collected with extreme rapidity.

**Advantages and Applications**

The advantages of a fully 3D reconstruction of the distribution of inclusions in a matrix are obvious, such as the ability to grasp the existence of ordered structures (see figure). The system works perfectly in the case of tellurium inclusions in crystals of CdTe/CdZnTe, but it works in case of any opaque inclusions in a transparent matrix. It can also be used to study surface morphology and to determine surface roughness.

**Development stage**

A fully functional prototype of the invention is in use in IMEM-CNR laboratories. Procedures for faster analysis or for the study of surfaces, and in particular for the analysis of surface roughness, have been developing.

## Brevetti

### Titolo

Procedimento e sistema per la ricostruzione tridimensionale di formazioni disperse in una matrice di materiale, in particolare inclusioni in matrici cristalline.

Rif. CNR **10177**

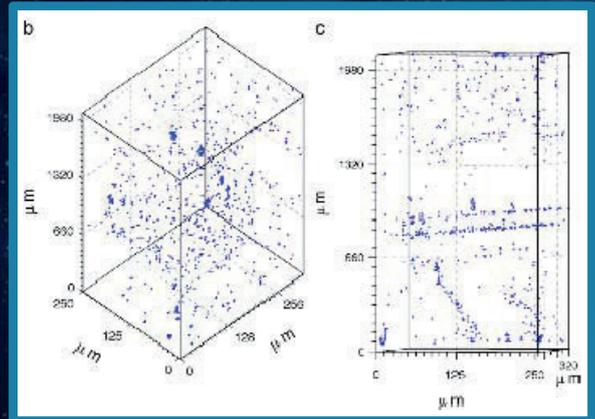
Titolare(i): CNR

Istituto: IMEM

Inventore di riferimento: Andrea Zappetti

Territori di vigenza: IT

Data di priorità: 05/09/2012



### Abstract

La rilevazione della presenza di inclusioni nelle matrici cristalline CdTe/CdZnTe o simili è un aspetto molto importante della caratterizzazione, perché queste risultano deleterie per le applicazioni dei cristalli stessi. I metodi standard per la rivelazione delle inclusioni non permettono una ricostruzione 3D della posizione delle inclusioni stesse nella matrice cristallina. Per questa ragione è stata sviluppata una tecnica di analisi delle immagini raccolte da un microscopio ottico che permette di identificare le inclusioni, contarne il numero su tutto il volume del campione, determinarne la dimensione e determinarne la posizione in 3D. La tecnica risulta implementabile su qualsiasi microscopio ottico già esistente, consente tempi di elaborazione ristretti anche con personal computer standard e sfrutta software open source. La tecnica può essere usata anche per la ricostruzione di superficie e misure di rugosità.

### Background

I sistemi di microscopia commerciali permettono il conteggio delle inclusioni in una matrice trasparente mediante la tecnica "extended focus"; tale tecnica, tuttavia, non permette di determinare la distribuzione delle inclusioni in 3D e quindi non dà nessuna informazione sulla loro distribuzione in profondità. Inoltre, il conteggio risulta sottostimato, poiché la tecnica è in grado di contare una sola volta le inclusioni anche se impilate.

### Tecnologia

Il sistema di ricostruzione è stato sviluppato su un microscopio ottico standard in trasmissione ed equipaggiato con videocamera al silicio e un PC di acquisizione.

Oggetto principale dell'invenzione è una procedura di analisi che permette al PC di processare le immagini raccolte con estrema rapidità.

### Vantaggi e Applicazioni

I vantaggi di una ricostruzione completamente 3D della distribuzione delle inclusioni in una matrice sono evidenti e consistono innanzitutto nella possibilità di cogliere l'esistenza di strutture ordinate (vedi figura). Il sistema lavora perfettamente nel caso di inclusioni di tellurio in cristalli di CdTe/CdZnTe, ma funziona in qualsiasi caso di inclusioni opache in matrici trasparenti. Può essere usato anche per studi di morfologia e rugosità superficiale.

### Stadio di Sviluppo

Un prototipo dell'invenzione completamente funzionante è in uso nei laboratori IMEM-CNR; attualmente si stanno sviluppando procedure di analisi più veloci per lo studio delle superfici e in particolare per l'analisi della rugosità superficiale.

## Patent

### Title

Piezoelectric device based on ZnO.

Ref. CNR **10328**

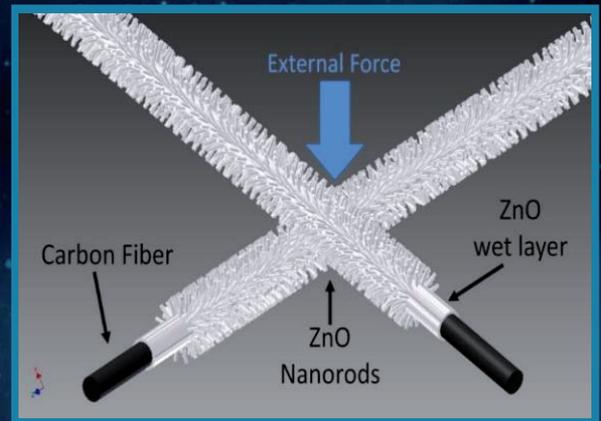
Assignee(s): CNR, Bercella Carbon Fiber s.r.l.

CNR Institute: IMEM

Main Inventor: Andrea Zappettini

Countries: IT, PCT

Priority date: 24/03/2014



### Abstract

The present invention relates to a piezoelectric device based on zinc oxide, that can be used both as a sensor and as actuator.

More particularly, the present invention relates to a piezoelectric device comprising at least two crossed wires in carbon fiber, at the intersection of which is disposed a layer of zinc oxide in the form of "nanorods", in which one end of each of said wires is connected to an operating unit for measuring the electrical response of the system when this is urged by an external stress.

### Background

The use of carbon fibers has expanded to many fields of application. Carbon fibers show exceptional mechanical property together with their extremely low weight. However there is the need to equip the structural systems based on carbon fibers with sensors able to determine the stress of the structure. The sensors normally used are not integrated into the structures and have a weight and a burden excessive.

### Technology

In order to obtain sensors fully integrated in the structural elements, carbon fibers have been completely functionalized with nanorods of zinc oxide, a material that has piezoelectric effect in the direction of growth of the nanorods. The response signal to mechanical stress is collected by the carbon fibers themselves which are excellent electrical conductors.

### Advantages and Applications

The advantage of this type of piezoelectric sensors is to be fully integrated within the structure based on carbon fibers. The sensitive element (zinc oxide) is present in the form of nanostructures directly on carbon fibers and there is no need of additional cabling, since the carbon fibers themselves act as conductors. These sensors can be inserted in any structural element realized with carbon fibers.

### Development stage

Multiple devices were created at the laboratory level. The phases of the preparation are all extensible to the industrial scale. The activity of insertion of these devices in actual structural elements is in progress.

## Brevetti

### Titolo

Dispositivo piezoelettrico a base di zinco ossido.

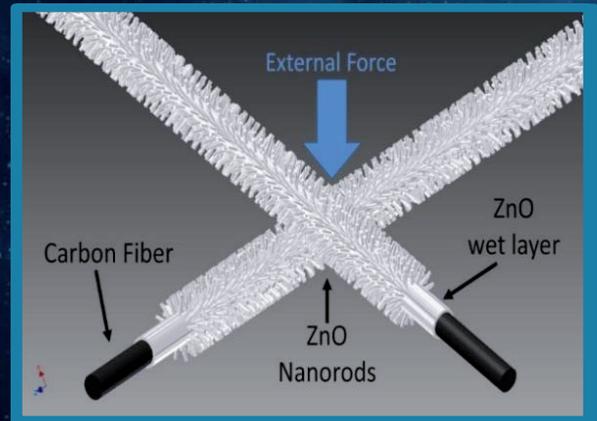
Rif. CNR **10328**

**Titolare (i):** CNR, Bercella Carbon Fiber s.r.l.  
**Istituto:** IMEM

**Inventore di riferimento:** Andrea Zappettini

**Territorio di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 24/03/2014



### Abstract

La presente invenzione riguarda un dispositivo piezoelettrico a base di zinco ossido, utilizzabile sia come sensore che come attuatore.

Più in particolare, la presente invenzione riguarda un dispositivo piezoelettrico comprendente almeno due fili incrociati in fibra di carbonio, all'intersezione dei quali è disposto uno strato di zinco ossido in forma di "nanorods", in cui un'estremità di ognuno di detti fili è collegata ad un'unità operativa per la misura della risposta elettrica del sistema quando questo viene sollecitato da uno sforzo esterno.

### Background

L'uso delle fibre di carbonio si è esteso a numerosissimi campi applicativi. Le fibre di carbonio presentano infatti eccezionali proprietà meccaniche in rapporto al loro peso estremamente contenuto. Si avverte tuttavia, nel settore dei compositi, la necessità di dotare i sistemi strutturali basati su fibra di carbonio di sensori adeguati all'analisi degli sforzi. I sensori usati normalmente non sono integrati nelle strutture e presentano un peso e un ingombro eccessivo.

### Tecnologia

Al fine di ottenere sensori completamente integrati negli elementi strutturali, sono state realizzate fibre di carbonio completamente funzionalizzate con nanorods di ossido di zinco, materiale che presenta effetto piezoelettrico nella direzione di crescita dei nanorods. Il segnale di risposta alle sollecitazioni meccaniche viene raccolto dalle fibre di carbonio stesse, ottimi conduttori elettrici.

### Vantaggi e Applicazioni

Il vantaggio di questo tipo di sensori piezoelettrici è quello di essere completamente integrati all'interno della struttura di fibra di carbonio. L'elemento sensibile (l'ossido di zinco) è presente in forma nanostrutturata direttamente sulle fibre di carbonio e non c'è necessità di cablaggi aggiuntivi, in quanto le fibre di carbonio stesse fungono da conduttore. Questi sensori possono essere inseriti in qualsiasi tipo di elemento realizzato con fibre di carbonio.

### Stadio di Sviluppo

Sono stati realizzati molteplici dispositivi a livello di laboratorio. Le fasi di preparazione sono tutte estendibili alla scala industriale. L'attività di inserimento di questi dispositivi in effettivi elementi strutturali è in via di svolgimento.

## Patent

### Title

Method for producing thin-film multilayer solar cells.

Ref. CNR 10000

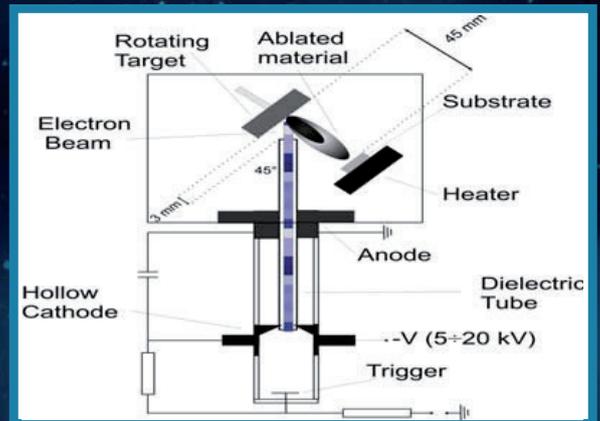
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IMEM

Main Inventor: Edmondo Gilioli

Countries: IT

Priority date: 21/11/2008



### Abstract

The present invention refers to a method for the fabrication of thin film multilayer solar cells by Pulsed Electron Deposition (PED). This method allows to deposit in a single step the absorber layer of the cell,  $\text{Cu(InGa)Se}_2$  or CIGS, with the desired chemical composition, without needing further stages for cation ratio adjustment or selenization treatments. Moreover all the layer of the cell (buffer layer, transparent conducting oxide) can be grown by PED in the same vacuum system, by rotating a multi-target carousel. Thanks to this technique, CIGS solar cells with a photovoltaic efficiency larger than 17% have been fabricated.

### Background

Nowadays, CIGS-based solar cells represent a strong alternative to the silicon-based technology, since only 1/100 of the raw materials is needed to absorb the same solar light quantity as the Si cells and to convert it into electrical current. Such a huge material saving mainly means reduced electricity costs: the electrical power produced by thin-film solar cells already raised lower values than 0.50\$/Wp, while the costs related to the traditional Si-based technology hinders to decrease them under 0.70\$/Wp.

### Technology

PED technology is based on the interaction between a pulsed high-power e-beam and a bulk target of the material to be deposited as thin film (i.e. CIGS). The energy exchange between e-beam and target leads to an immediate ablation of the latter, which evaporates as high-energy plasma and condensates on a substrate faced in front of it. This evaporation occurs out of thermodynamic equilibrium, thus preserving the target stoichiometry on the thin film.

### Advantages and Applications

While the traditional approaches to CIGS deposition (thermal co-evaporation or sputtering) are based on complicated and subsequent multi-step treatments, CIGS films are grown by PED in a single stage, thus enhancing the production rate of the solar cells. Moreover the possibility to fabricate the whole cell by PED can reduce the dead-time and the atmospheric contamination risks.

### Development stage

17%-efficient solar cells with a CIGS absorber grown by PED have been recently obtained. This result is very close to the world record efficiency achieved on CIGS cells by thermal co-evaporation (20%). Solar cells entirely fabricated by PED (absorber, buffer and transparent oxides) exhibit efficiencies larger than 6%. 5%-efficient cells have been fabricated onto unusual substrates, as tile or plastic.

## Brevetti

### Titolo

Metodo di realizzazione di celle solari multistrato a film sottile.

Rif. CNR 10000

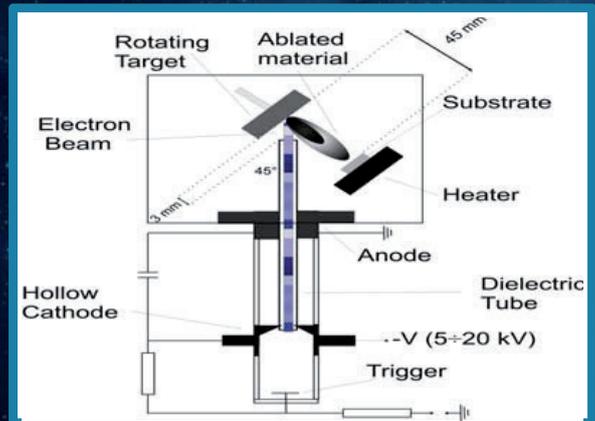
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IMEM

**Inventore di riferimento:** Edmondo Gilioli

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 21/11/2008



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un metodo di realizzazione di celle solari multistrato a film sottile tramite processo di deposizione a elettroni pulsati (Pulsed Electron Deposition o PED). Questo processo permette di depositare lo strato assorbitore della cella solare, il  $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$  (o CIGS) con la composizione chimica desiderata in un unico step, senza il bisogno di ulteriori stadi di aggiustamento del rapporto tra cationi o di selenizzazione. Mediante la tecnica PED, è altresì possibile completare la deposizione degli altri strati che compongono la cella solare (buffer layer, ossidi trasparenti conduttivi) nello stesso sistema da vuoto, ruotando un carosello contenente i target dei diversi materiali. Grazie a questa tecnica sono state ottenute celle solari con efficienza fotovoltaica superiore al 17%.

### Background

Le celle solari a film sottile di  $\text{CuInGaSe}_2$  (CIGS) rappresentano una valida alternativa al fotovoltaico basato su Silicio, in quanto necessitano di circa 1/100 di materia prima per assorbire la stessa quantità di luce solare e trasformarla in corrente elettrica. Questo risparmio di materiale ha grosse ricadute in termini di costi dell'elettricità prodotta: nel fotovoltaico a film sottile ha già raggiunto valori minori di 0.50\$/Wp, mentre la tecnologia tradizionale a Si non riesce a costare meno di 0.70\$/Wp.

### Tecnologia

La tecnologia PED si basa sull'interazione tra un fascio elettronico pulsato ad alta potenza ed un target del materiale che si vuole depositare come film sottile (ad es. CIGS). Lo scambio di energia tra fascio e target causa l'ablazione istantanea di quest'ultimo, che evapora sotto forma di plasma ad alta energia, ricondensandosi su un substrato posto di fronte al target. Questa evaporazione avviene preservando completamente la stechiometria: target e film sottile hanno la stessa composizione chimica.

### Vantaggi e Applicazioni

Mentre i processi tradizionali (evaporazione termica o sputtering) per la deposizione del CIGS si basano su complicati multi-step successivi, il processo di fabbricazione PED del CIGS avviene in un unico stadio di trasferimento, velocizzando i tempi di fabbricazione delle celle solari. Inoltre la possibilità di fabbricare l'intera cella solare tramite PED in vuoto riduce sia i tempi che rischi di contaminazione atmosferica.

### Stadio di Sviluppo

Sono state ottenute celle solari basate su CIGS cresciute con PED con efficienza superiore al 17%, molto vicino al record mondiale per questo tipo di celle (20%). Le celle interamente fabbricate mediante PED presentano efficienze superiori al 6%. Sono state ottenute celle con efficienza > 5% su substrati insoliti, come ceramica e polimeri.

## Patent

**Title**

Method for fabricating thin-film solar cells.

Ref. CNR 10335

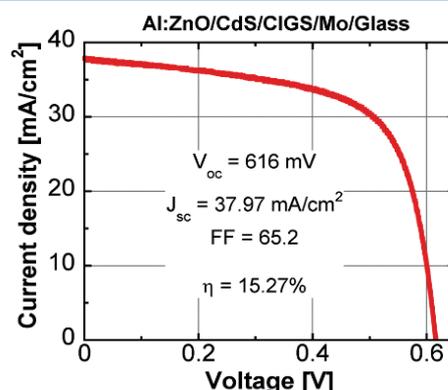
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IMEM

Main Inventor: Stefano Rampino

Countries: IT

Priority date: 26/05/2014

**Abstract**

The invention allows to grow thin film solar cells by means of Pulsed Electron Deposition process (PED). This technique permits the realization of solar cells with a net reduction of the costs thanks to lower temperatures and excellent stoichiometric transfer of the material from the target to the substrate. These ideas are suitable for this process and provide a solution of two critical issues: the uniformity of the deposition over large areas and the increase of the PED stability of the process over time. The first one is resolved through the optimization of an array of PED sources arranged below a substrate moved conveniently. The second one can be overtaken by directly heating the substrate via the Joule effect (limiting dispersions and massive elements that usually reaches very high temperatures in the chamber heating all the walls and the device located inside).

**Background**

The  $\text{CuInGaSe}_2$  (CIGS) is reaching a great interest as material for photovoltaic application. Thanks to its high optical absorption coefficient, CIGS can absorb the totality of the solar light in a few microns thickness allowing to realize photovoltaic cells with efficiency values above 20%. However, the techniques used so far (co-evaporation and sputtering) require high substrate temperatures (500-600°C) and cause high waste of material on the walls of the deposition chamber.

**Technology**

Thanks to the typical features of the PED technique, the growth of the CIGS layer occurs preserving completely the stoichiometry of the target material even at low temperatures (300°C). However, the temperatures involved lead to a degradation of the performance of the source if maintained for long time and the deposition from a single gun does not guarantee a high yield for the industrial production.

**Advantages and Applications**

The ideas developed in this patent arise from the need to insert the technique PED inside a continuous production line of photovoltaic modules and allow both to maintain performance of the other sources for long periods thanks to the heating of the substrate only through Joule effect both grow mini-modules 16x16cm<sup>2</sup> thanks to a suitable arrangement of an array of sources PED.

**Development stage**

Several solar cells have been grown by PED with efficiency higher than 15% using a metal-coated soda-lime glass substrate heated by joule effect. It is still in the completion phase a vacuum chamber for the development of a pre-industrial production system for CIGS solar cell based on the PED technique where the sources have been positioned taking in account the results obtained thanks to the simulations presented in these studies.



## Brevetti

### Titolo

Metodo di fabbricazione di celle solari a film sottile.

Rif. CNR 10335

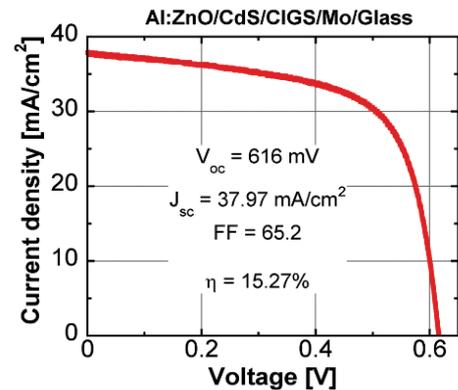
Titolare(i): CNR

Istituto: IMEM

Inventore di riferimento: Stefano Rampino

Territori di vigenza: IT

Data di priorità: 26/05/2014



### Abstract

L'invenzione riguarda la realizzazione di celle solari a film sottile tramite processo di deposizione a elettroni pulsati (Pulsed Electron Deposition o PED). L'utilizzo di questa tecnica consente la fabbricazione di celle solari con un netto abbassamento dei costi (temperature più basse e ottimo trasferimento stechiometrico del materiale da target a substrato). Le idee sviluppate sono applicabili a questo tipo di processo e prevedono la soluzione di due criticità importanti: l'uniformità di deposizione su ampie aree e l'aumento della stabilità del processo PED nel tempo. La prima è risolta tramite l'ottimizzazione di un array di sorgenti PED disposte al di sotto di un substrato opportunamente movimentato e la seconda dall'applicazione del riscaldamento direttamente al substrato tramite l'effetto Joule (limitando dispersioni ed elementi massivi molto caldi in camera da vuoto).

### Background

Il  $\text{CuInGaSe}_2$  (CIGS) è un materiale di grande interesse per l'applicazione nel campo del fotovoltaico. Grazie al suo elevatissimo coefficiente di assorbimento ottico, il CIGS riesce ad assorbire la totalità della luce solare in pochi micron di spessore permettendo di realizzare celle con valori di efficienza superiori al 20%. Tuttavia, le tecniche utilizzate finora (co-evaporazione e sputtering) necessitano di alte temperature del substrato (500-600°C) e causano elevati sprechi di materiale sulle pareti della camera di deposizione.

### Tecnologia

Grazie alle caratteristiche della tecnica PED, la crescita dello strato avviene preservando completamente la stechiometria del materiale di partenza (target) anche a basse temperature (300°C). Nonostante questo, le temperature in gioco portano ad un degrado delle prestazioni della sorgente se mantenute per lunghi periodi e la deposizione da singolo cannone non garantisce una elevata resa di produzione industriale.

### Vantaggi e Applicazioni

La tecnologia oggetto del brevetto nasce dalla necessità di inserire la tecnica PED all'interno di una linea di produzione in continuo di moduli fotovoltaici e permette sia di mantenere alte prestazioni delle sorgenti per lunghi periodi, grazie al riscaldamento del solo substrato tramite effetto Joule, sia di crescere mini-moduli di  $16 \times 16 \text{ cm}^2$ , grazie all'opportuna disposizione di un array di sorgenti PED.

### Stadio di Sviluppo

Sono state cresciute tramite PED diverse celle solari con efficienza superiore al 15% utilizzando come substrato un vetro metallizzato e riscaldamento tramite effetto joule; è in fase di completamento una macchina per lo sviluppo pre-industriale di un sistema di produzione in continuo di celle solari a film sottile di CIGS basato sulla tecnica PED in cui le sorgenti sono state posizionate secondo i risultati ottenuti in questi studi.



## Patent

### Title

Thermoionic solar converter.

Ref. CNR **10268**

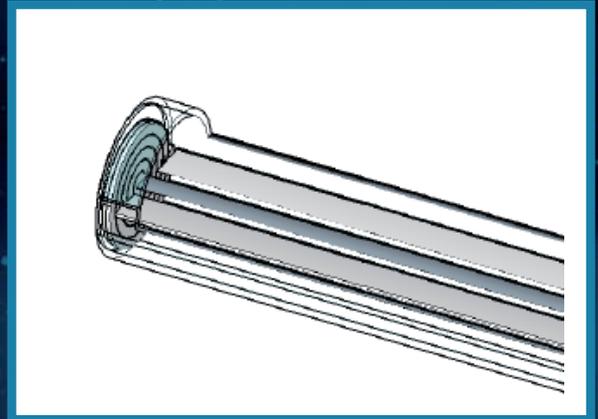
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** INSEAN

**Main Inventor:** Massimo Adriani

**Countries:** IT, EP, US

**Priority date:** 25/02/2011



### Abstract

The present invention refers to a device for the generation of electricity from concentration solar source and the cogeneration of hot water at low temperature. It can be used in systems for single user or production plants in linear arrays. This device – essentially a vacuum tube – is designed to operate at the highest temperature tolerated by conductive refractory materials and allows to exploit the full thermal gradient of a top thermodynamic cycle to the lowest available temperature to the cooling system.

This allows to obtain particularly high electrical conversion efficiency - estimated in the order of 45% - and a recovery of cogeneration in the order of 15%; furthermore, it allows obtaining an estimated efficiency of 60%, occupying an area which represents a half of the current plant (for the same amount of produced electric power).

### Background

The current thermionic converters exhibit very low efficiency owing to heat losses due to the very high operating temperatures. This device solves this problem by using measures to limit thermal losses, both internal and external. This allows to increase the operating temperatures and the  $\Delta t$  to the maximum levels tolerated by refractory materials and hence the efficiency.

### Technology

The system is composed of linear modules comprising a mirror (plane parabolic) that concentrates the solar radiation on a cathode placed at the center of a vacuum tube suspended at the ends, with internal shields placed on the walls, and anodes cooled by internal piping. It's assumed a conversion module of 1 kW of power with 1 m of length, opening mirrors of about 2.5 m, with a concentration ratio in the order of 100-200.

### Advantages and Applications

Installing 6 Modules 1 kW it's possible to achieve a production plant for individual home users with a footprint of 15 square meters instead of 42 square meters needed to the current commercial photovoltaic, and a cogeneration thermal power of 1.5 kW to 80°; obviously, it's possible to realize manufacturing plants by installing several rows of connected modules

### Development stage

The inventions doesn't have a prototype yet.



## Brevetti

### Titolo

Convertitore solare termoionico.

Rif. CNR 10268

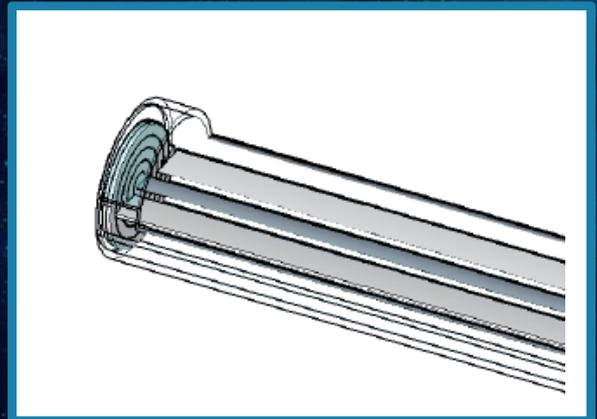
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** INSEAN

**Inventore di riferimento:** Massimo Adriani

**Territori di vigenza:** IT, EP, US

**Data di priorità:** 25/02/2011



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un dispositivo per la generazione di energia elettrica da fonte solare a concentrazione e cogenerazione di acqua calda a bassa temperatura, in impianti per utenze singole o impianti di produzione in schiere lineari. Il dispositivo – essenzialmente un tubo a vuoto – è progettato per lavorare alla più alta temperatura sopportata dai materiali refrattari conduttivi e consente di sfruttare l'intero salto termico di un ciclo termodinamico apicale fino alla temperatura più bassa disponibile al sistema di raffreddamento. Ciò permette di ottenere rendimenti di conversione elettrica particolarmente elevati (stimati dell'ordine del 45%) ed un recupero di cogenerazione nell'ordine del 15%; si ottiene così un rendimento dell'impianto stimato del 60%, occupando, a parità di potenza prodotta, una superficie pari alla metà di quella occupata dagli impianti attuali.

### Background

Gli attuali convertitori termoionici mostrano bassi rendimenti soprattutto a causa delle perdite di calore dovute alle altissime temperature di funzionamento. Il dispositivo oggetto del brevetto risolve questo problema utilizzando opportuni accorgimenti per contenere le fughe termiche, sia interne che esterne. Ciò permette di innalzare le temperature di funzionamento e il  $\Delta T$  ai massimi livelli sopportati dai materiali refrattari e di aumentare, quindi, il rendimento.

### Tecnologia

Il sistema è composto da moduli lineari che comprendono uno specchio piano-parabolico che concentra la radiazione solare su un catodo. Il catodo è posto al centro di un tubo a vuoto sospeso alle estremità, con schermi interni disposti sulle pareti, e gli anodi sono raffreddati da tubazioni interne.

Si ipotizza un modulo di conversione della potenza di 1 kW della lunghezza di 1 m, con apertura degli specchi di circa 2,5 m con coefficiente di concentrazione dell'ordine di 100-200.

### Vantaggi e Applicazioni

Installando 6 moduli da 1 kW si può realizzare un impianto di produzione per utenze singole domestiche con un ingombro di 15 mq (contro i 42 mq necessari con l'attuale fotovoltaico commerciale) ed una potenza termica di cogenerazione di 1,5 kW ad 80°; è ovviamente possibile realizzare impianti di produzione installando più file di moduli collegati.

### Stadio di Sviluppo

Per il dispositivo oggetto del brevetto, non è ancora disponibile un prototipo.

## Patent

### Title

Thermoionic converter.

Ref. CNR **10221**

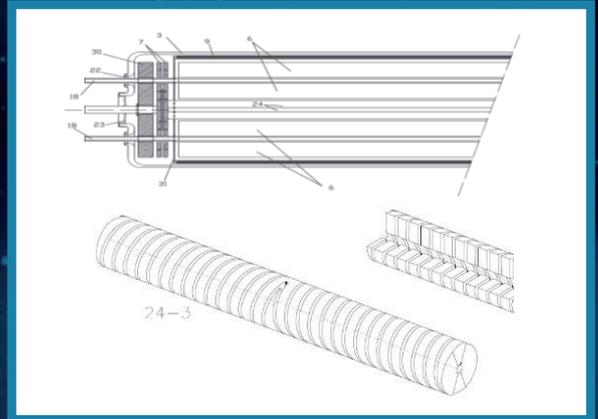
Assignee(s): CNR

CNR Institute: INSEAN

Main Inventor: Massimo Adriani

Countries: IT, EP, US

Priority date: 20/08/2012



### Abstract

The present invention refers to a device for the generation of electricity from concentration solar source and cogeneration of hot water at low temperature, for single user systems or production plants in linear arrays. Compared to the thermionic solar converter (ref. CNR 10268), the production of an axial magnetic field generated by the conversion current produced by the particular shape of the cathode and of the suspension of the cathode itself is achieved. This change may lead to the elimination of deflection grids in the thermoionic solar converter, eliminating the losses due to the grids.

### Background

The current thermionic converters exhibit very low efficiency due to heat losses due to high operating temperatures. This device solves this problem by using measures to contain the thermal leakages, both internal and external. This allows to increase the operating temperatures and the  $\Delta t$  to the maximum levels tolerated by refractory materials and therefore the efficiency.

### Technology

Cathode for a thermionic converter in which the conversion current, that passes through the cathode, generates an axial magnetic field useful for the deflection of electrons from the same cathode to the anodes - that are placed parallel to the cathode - without additional components. Also, the shielding achieves an expansion and a containment chamber of the electrons.

### Advantages and Applications

It's possible to eliminate the deflection grids required in previous devices and losses due to the grids' polarization. This device is applicable in systems of generation of energy from concentrating solar power, both for individual users and for production facilities.

### Development stage

The invention doesn't have a prototype yet.



## Brevetti

### Titolo

Convertitore termoionico.

Rif. CNR **10221**

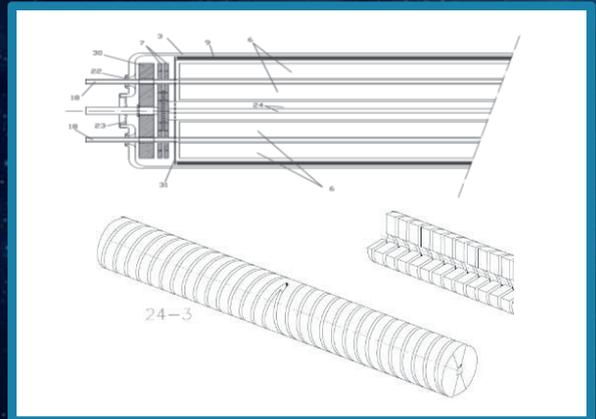
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** INSEAN

**Inventore di riferimento:** Massimo Adriani

**Territori di vigenza:** IT, EP, US

**Data di priorità:** 20/08/2012



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un dispositivo per la generazione di energia elettrica da fonte solare a concentrazione e cogenerazione di acqua calda a bassa temperatura, in impianti per utenze singole o impianti di produzione in schiere lineari. Rispetto al Convertitore Solare Termoionico (rif. CNR 10268) si riesce ad ottenere anche la produzione di un campo magnetico assiale, generato dalla corrente di conversione prodotta tramite la particolare forma del catodo e alla sospensione del catodo stesso.

Questa modifica può portare all'eliminazione delle griglie di deflessione presenti nel convertitore solare termoionico, eliminando le perdite delle griglie.

### Background

Gli attuali convertitori termoionici mostrano bassi rendimenti soprattutto a causa delle perdite di calore dovute alle altissime temperature di funzionamento. Il dispositivo oggetto del brevetto risolve questo problema utilizzando opportuni accorgimenti per contenere le fughe termiche sia interne che esterne. Ciò permette di innalzare le temperature di funzionamento ed il  $\Delta T$  ai massimi livelli sopportati dai materiali refrattari e di aumentare, quindi, il rendimento.

### Tecnologia

Catodo di un convertitore termoionico in cui la corrente di conversione che attraversa il catodo stesso genera un campo magnetico assiale utile per la deflessione di elettroni verso l'anodo (o gli anodi) posto in parallelo, senza componenti aggiuntivi. Inoltre, la schermatura realizza una camera di espansione e di contenimento degli elettroni.

### Vantaggi e Applicazioni

Possibilità di eliminare le griglie di deflessione necessarie nei dispositivi allo stato dell'arte, eliminando così le perdite dovute alla polarizzazione delle griglie. Il dispositivo è applicabile in sistemi di generazione di energia da fonte solare a concentrazione, sia per singole utenze che per impianti di produzione.

### Stadio di Sviluppo

Non è ancora disponibile un prototipo.



## Patent

### Title

Radial force transducer, in particular for rotating shaft's.

Ref. CNR 10305

Assignee(s): CNR

CNR Institute: INSEAN

Main Inventor: Fabrizio Ortolani

Countries: IT, PCT

Priority date: 28/03/2014



### Abstract

Radial forces measurement on rotating shaft is often a challenge. The use of strain gauges mounted directly on the shaft requires the use of slip rings or a radio link in order to power the system and acquire data. Moreover underwater applications or into a dirty environment are even more difficult to achieve. Object of the present invention is a custom pass thru-hole, strain gauges based, biaxial force transducer able to quantify radial forces acting on a rotating shaft. It is designed to be mounted as shaft's frame and it converts shaft's deflections into forces measure using sensitive plates equipped with strain gauges. Moreover, scalability and sensitivity can be changed in a wide range just modifying main body dimensions or sensitive parts' thickness.

### Background

The first purpose of the transducer is going to be the measure of lateral forces acting on propellers during model test. Usually the measure of propeller's transversal loads are performed using dedicated instruments, that allow to study only the propeller, in so called "open water" tests. Thus, the propeller is separated from the vehicle so hull's contributions or interactions are modeled only in theoretical mathematical simulations.

### Technology

The transducer's operating principle is the conversion of the deflection of sensitive beams, caused by forces on the shaft, into a voltage signal using strain gauges sensors.

The transducer is composed of independent structures, machined in order to decouple the force's components and eliminate effects due to bending moments.

### Advantages and Applications

Using this transducer is possible to perform measurements in a real operative condition, working both as a frame and as measuring device. Other applications would be turbine or airfoil test into wind/cavitation tunnel, measurements of loads on structures/equipments that foresee the use of loaded rods or shafts, as automation and control system, automotive monitoring or R&D preliminary and prototyping measurements.

### Development stage

A prototype is being developed and calibrated. Recently, a test session on full experimental setup - that is the transducer mounted on a vessel model's shaft line - in order to measure bearing loads during free running maneuvering tests, has been performed and experimental data and results are going to be presented in succeeding papers.



## Brevetti

### Titolo

Trasduttore di forze radiali, in particolare per alberi rotanti.

Rif. CNR 10305



**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** INSEAN

**Inventore di riferimento:** Fabrizio Ortolani

**Territori di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 28/03/2014

### Abstract

La misura delle forze radiali che agiscono su un albero rotante durante la sua rotazione è spesso difficile e tipicamente condotta utilizzando estensimetri, montati direttamente sull'albero; questo tipo di misura richiede l'uso di slip-rings o di un collegamento radio al fine di alimentare il sistema e acquisire dati. Inoltre, per applicazioni subacquee o in ambiente sporco tali misure sono ancora più difficili da realizzare. Oggetto del presente brevetto è un trasduttore innovativo, basato sull'impiego di estensimetri e montato su un albero rotante, in grado di misurare carichi radiali durante la rotazione dell'albero stesso, senza interferire con essa, e tale da offrire una ottima scalabilità e la possibilità di modificare la sensibilità in un ampio range di valori, semplicemente modificando dimensioni del corpo principale o lo spessore delle parti sensibili.

### Background

Il trasduttore è stato concepito per la misura delle forze laterali che agiscono sulle eliche nell'esecuzione di prove su modelli. Solitamente le misure dei carichi trasversali dell'elica vengono eseguite con strumenti ad-hoc, che permettono di studiare l'elica cosiddetta "isolata" o in "open water". In questo modo, però, l'elica è separata dallo scafo ed i contributi di quest'ultimo, o le interazioni, vengono modellati solo in simulazioni matematiche teoriche.

### Tecnologia

Il principio di funzionamento del trasduttore è la conversione della deflessione di parti meccaniche sensibili, causata da forze sull'albero, in un segnale di tensione, attraverso l'installazione di estensimetri. Il trasduttore è costituito da strutture indipendenti, realizzate in modo da disaccoppiare le componenti della forza ed eliminare gli effetti dovuti ai momenti flettenti.

### Vantaggi e Applicazioni

Il trasduttore, lavorando sia come supporto che come dispositivo di misura, fornisce dati relativi ad una reale condizione operativa. Le applicazioni possono riguardare studi su turbine o profili alari, misurazioni dei carichi su strutture/attrezzature industriali che prevedono l'utilizzo di assi caricati o alberi, l'automazione e i sistemi di controllo, il monitoraggio in ambito automotive, R&S preliminare e misure per la prototipazione.

### Stadio di Sviluppo

Un prototipo è stato già sviluppato e calibrato. Di recente è stata condotta una sessione di prove sperimentali su un set-up completo, ossia con il trasduttore montato su un modello di nave, al fine di misurare i carichi sui cuscinetti durante delle prove di manovra; sono in fase di redazione alcuni articoli scientifici nei quali saranno presentati i dati e risultati sperimentali.



## Patent

### Title

Plant equipped with biofilm reactors for butanol production.

Ref. CNR **10416**

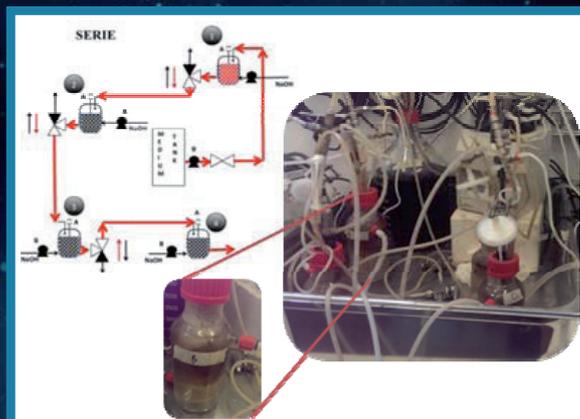
Assignee(s): CNR , University of Naples Federico II

CNR Institute: IRC

Main Inventor: Maria E. Russo

Countries: IT

Priority date: 29/04/2015



### Abstract

The present invention relates a biofilm reactor series used to perform Acetone-Butanol-Ethanol (ABE) fermentation in a multi-stage system where products (acetone, butanol, ethanol, acetic and butirric acid) were obtained from the anaerobic fermentation of sugars contained in the liquid stream fed to the system. According to the invention, in the biofilm reactor series large butanol concentration can be achieved so that the productivity and the sugar conversion can be enhanced alternatively.

### Background

The present invention belongs to those systems devoted to the production of biofuels by means of the fermentation of sugars from renewable sources. Bio-butanol is efficiently produced through ABE fermentation with *Clostridia* bacteria. Recently, the effectiveness of biofilm reactors in ABE fermentation have been proved.

### Technology

The system is made by N reactor in series ( $N > 2$ ). Each reactor is filled with fixed supports where *Clostridia* cells grow as attached biofilm. The pH is controlled in order to manage the occurrence of the acidogenic and solventogenic phases of ABE fermentation along the N reactors.

### Advantages and Applications

The present invention can be industrially adopted for fermentation of any renewable feedstock containing sugars for biofuels production. The described technology can improve the efficiency of the butanol production with respect to the current technology.

### Development stage

The invention has been developed at laboratory scale and has been tested under conditions consistent with industrial operations. Its configuration can be adopted for scale up purposes.



## Brevetti

### Titolo

Impianto con reattori a biofilm per la produzione di butanolo.

Rif. CNR 10416

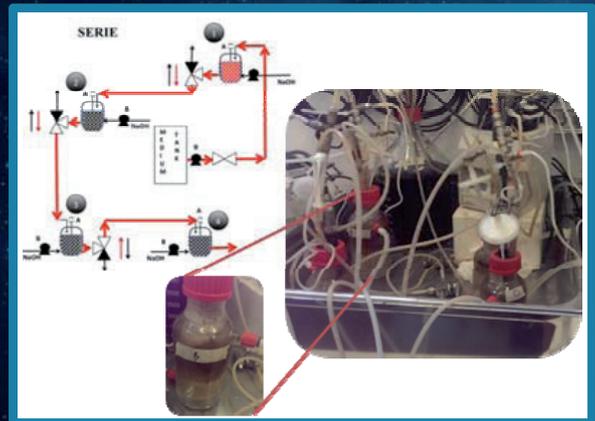
Titolare (i): CNR, Università degli Studi di Napoli Federico II

Istituto: IRC

Inventore di riferimento: Maria E. Russo

Territorio di vigenza: IT

Data di priorità: 29/04/2015



### Abstract

L'invenzione riguarda una serie di reattori a biofilm per la fermentazione Acetone-Butanolo-Etanolo (ABE). Nel sistema multi-stadio i prodotti (acetone, butanolo, etanolo, acidi acetico e butirrico) sono ottenuti per fermentazione anaerobica degli zuccheri della corrente liquida alimentata al sistema. Secondo l'invenzione, nella serie di reattori a biofilm si raggiungono elevate concentrazioni di butanolo, così che la produttività o la conversione degli zuccheri possono essere massimizzate.

### Background

L'invenzione si inserisce nel quadro dei sistemi per la produzione di biocombustibili dalla fermentazione di zuccheri da fonti rinnovabili. Il bio-butanolo è prodotto con la fermentazione ABE da batteri *Clostridia*. È nota l'efficacia dei reattori a biofilm come tecnologia per tale processo.

### Tecnologia

Il sistema oggetto della domanda di brevetto si compone di N reattori in serie ( $N > 2$ ), ciascuno caricato con un supporto su cui i batteri *Clostridia* proliferano in forma di biofilm.

Il pH del liquido è controllato, al fine di gestire l'acidogenesi e la solventogenesi della fermentazione ABE negli N reattori in serie.

### Vantaggi e Applicazioni

L'invenzione può essere adottata in campo industriale per la fermentazione di risorse rinnovabili contenenti zuccheri al fine di produrre bio-butanolo. La tecnologia descritta può migliorare l'efficienza della produzione di butanolo rispetto alle tecnologie attuali.

### Stadio di Sviluppo

L'invenzione è stata sviluppata su scala di laboratorio ed è stata provata in condizioni operative compatibili con quelle delle applicazioni industriali. La configurazione reattoristica proposta può quindi essere adottata come modello per lo scale-up.

## Patent

**Title**

Plant and process for the looping-type combustion of solid carbon-containing fuels.

Ref. CNR **10083**

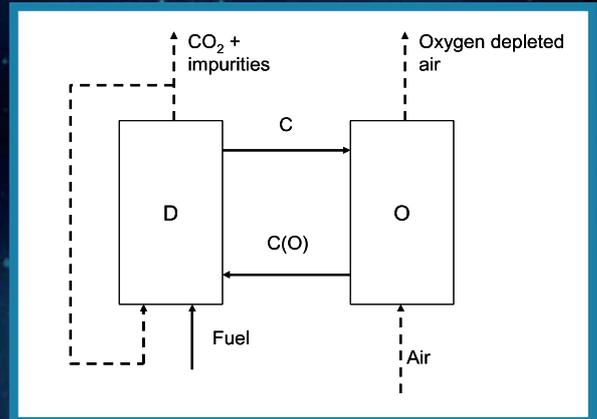
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IRC

Main Inventor: Osvalda Senneca

Countries: EP, US

Priority date: 08/09/2008

**Abstract**

The present invention refers to an innovative concept of looping combustion of solid carbon-containing fuels (coals of different quality, solid residues from oil manufacture, biomasses, solid wastes of different nature, etc.). The process produces a gaseous flow with an extremely high concentration of CO<sub>2</sub>, which is ready for capture and sequestration.

Combustion of carbon is accomplished by the combined use of two reactors in which alternated oxidation and reduction steps are iterated. It does not require the use of oxygen carriers (metal/metal oxides or sulphate/sulphide), unlike other chemical looping combustion processes proposed for gaseous fuels.

**Background**

The CO<sub>2</sub> produced by a carbon-containing fuel is present in combustion effluents in association with steam, nitrogen and excess oxygen. CO<sub>2</sub> separation and concentration is rather expensive. Chemical looping combustion processes have been developed to overcome this problem, but can be applied to gaseous fuels only and require the use of additional oxygen carriers like metal/metal oxides or sulphate/sulphide. Chemical looping combustion of solid fuels is complex because it requires a preliminary gasification stage.

**Technology**

The proposed technology is based on the experimental observation that carbon-containing solids exhibit a remarkable affinity for oxygen at moderate temperature, fixing it in the form of oxidized surface complexes. Such oxides are stable at moderate temperature (up to 300-400°C) but can be removed as CO<sub>2</sub> at higher temperatures. Thanks to this property, carbonaceous fuels are gasified by alternated oxygen uptake and desorption without need of inorganic oxygen carriers.

**Advantages and Applications**

1. No preliminary gasification of the solid fuel required. 2. No external carrier, like metal/metal oxides or sulphate/sulphide. 3. No problems caused by inefficient gas-solid contact. 4. The process can be carried out at moderate temperature and with small reaction volumes. 5. Conceptually simple if compared to other chemical looping combustion processes. 6. Tunable for solid fuel combustion and gasification applications.

**Development stage**

Proof of concept; laboratory tests on various types of carbon; process design calculations.

## Brevetti

**Titolo**

Impianto e processo per la combustione di tipo looping di solidi carboniosi.

Rif. CNR **10083**

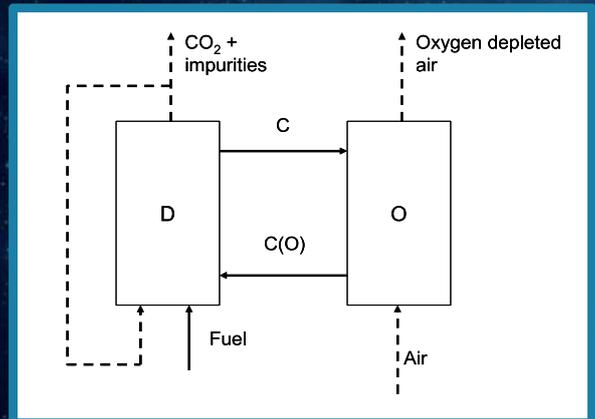
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IRC

**Inventore di riferimento:** Osvalda Senneca

**Territori di vigenza:** EP, US

**Data di priorità:** 08/09/2008

**Abstract**

L'invenzione si riferisce ad un concetto innovativo di combustione "looping" di combustibili solidi a base carboniosa (carboni di diversa qualità, residui solidi dalla processistica petrolchimica, scarti solidi di differente natura, etc.). Il processo produce un effluente gassoso con una concentrazione elevata di CO<sub>2</sub>, già pronta per la cattura ed il sequestro.

La combustione del carbonio è effettuata attraverso l'uso di due reattori interconnessi nei quali sono iterati stadi di ossidazione e di riduzione. Diversamente da altre tecnologie di "chemical looping combustion", il processo non richiede l'uso di vettori di ossigeno (metallo/ossido metallico, solfuro/solfato).

**Background**

La CO<sub>2</sub> prodotta da combustibili a base di carbonio è presente negli effluenti gassosi in associazione con vapore acqueo, azoto ed ossigeno in eccesso. La separazione e la concentrazione della CO<sub>2</sub> impongono un costo di lavorazione successivo. Sono stati messi a punto processi di "chemical looping combustion" per superare questo problema, ma possono essere esclusivamente a combustibili gassosi e richiedono l'impiego di vettori di ossigeno (metallo/ossido metallico, solfuro/solfato). La "chemical looping combustion" di combustibili solidi è complessa, perchè impone la gassificazione del combustibile.

**Tecnologia**

La tecnologia proposta è basata sull'osservazione che solidi carboniosi hanno una pronunciata affinità per l'ossigeno, fissato come complessi superficiali ossidati. Tali complessi sono stabili a temperature moderate (fino a 300-400°C) ma si decompongono come CO<sub>2</sub> a temperature più elevate. Combustibili carboniosi sono gassificati attraverso stadi alternati di chemisorbimento di ossigeno e desorbimento dei complessi ossidati, senza necessità di vettori inorganici di ossigeno.

**Vantaggi e Applicazioni**

1. Non è richiesta la gassificazione preliminare del combustibile solido. 2. Nessun vettore esterno, come metallo/ossido metallico, solfuro/solfato. 3. Nessun problema causato da contatto gas-solido inefficiente. 4. Il processo può essere condotto a temperature moderate e con volume di reazione contenuti. 5. Tecnologia semplice se comparata con altri processi di "chemical looping combustion". 6. Modulabile per applicazione alla combustione o alla gassificazione.

**Stadio di Sviluppo**

Proof of concept; test di laboratorio su differenti tipologie di solidi carboniosi; valutazioni di processo.

## Patent

### Title

CO<sub>2</sub> capture on CaO at high temperature in fluidized beds assisted by acoustic fields.

Ref. CNR 10320

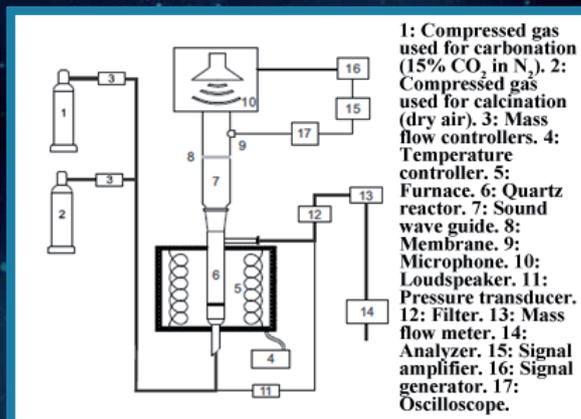
Assignee(s): CNR, University of Seville, University of Naples Federico II

CNR Institute: IRC

Main Inventor: Paola Ammendola

Countries: IT, PCT

Priority date: 22/02/2013



### Abstract

The present invention refers to a technology aiming to the improvement of the Ca-looping process based on the carbonation/calcination of CaO at high temperature in a fluidized bed, in order to capture the CO<sub>2</sub> generated by the combustion of fossil fuels. It consists in the application of acoustic fields inside the fluidized bed made of CaO particles, with sound intensity and frequency as high as about 150dB and 100Hz, respectively. This application allows the increase of the CO<sub>2</sub> capture capacity of the material during the rapid phase of carbonation and reduction of the loss of its capture capacity as a result of successive cycles of carbonation/calcination. The field of application of the present invention is related to energy and environment topics, in particular to the reduction of the atmospheric emissions of CO<sub>2</sub> from exhaust gases.

### Background

The implementation of technologies at industrial level for the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuels can contribute to the mitigation of global warming. The post-combustion process of Ca-looping, based on the reversible reaction of carbonation (650°C)/calcination (900°C) of CaO in fluidized beds, is very promising. Its efficiency, however, is compromised by the degradation of the material and consequent reduction of its capture capacity as the number of cycles increases.

### Technology

The application of acoustic fields in a fluidized bed can improve the gas-solid contact, maximizing, in turn, the heat and mass transfer between the exhaust gas containing CO<sub>2</sub> and CaO particles of the bed. The consequence is the increase of effectiveness of the Ca-looping process due to an improvement of the CO<sub>2</sub> capture in the carbonation phase and the regenerability of the material.

### Advantages and Applications

The reference topics of the invention are the energy and environment, aiming to the reduction of CO<sub>2</sub> emissions. The proposed technology can be useful to improve the effectiveness of the fluidized bed Ca-looping process at industrial level, accelerating the carbonation of CaO and reducing the loss of its capture capacity. Acoustic fields can be easily realized by the use of low cost loud-speakers.

### Development stage

The efficiency of the proposed technology has been validated at laboratory scale by means of an experimental apparatus equipped with a fluidized bed reactor (diameter of 50 mm) and a system for the generation of acoustic fields of suitable intensity and frequency with an ad-hoc sound wave guide. The experimental rig, able to operate at temperatures up to 1000°C, is sketched in the attached picture.

## Brevetti

**Titolo**

Procedimento di cattura della CO<sub>2</sub> mediante CaO ad alta temperatura mediante la tecnologia della fluidizzazione assistita da vibrazione acustica.

Rif. CNR **10320**

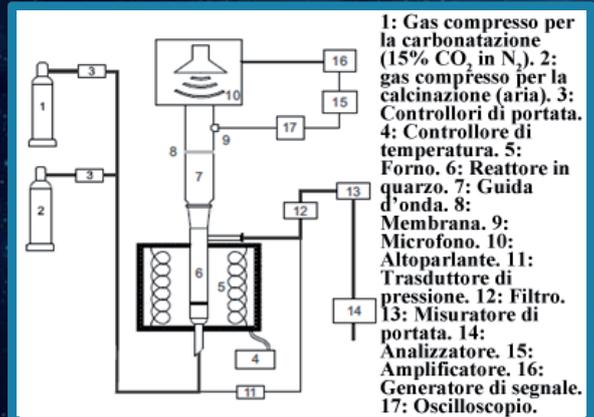
**Titolare(i):** CNR, Università di Siviglia, Università degli Studi di Napoli Federico II

**Istituto:** IRC

**Inventore di riferimento:** Paola Ammendola

**Territori di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 22/02/2013

**Abstract**

La presente invenzione riguarda una tecnologia in grado di migliorare il processo di Ca-looping basato sulla carbonatazione/calcinazione di CaO ad alta temperatura in letto fluidizzato, avente come obiettivo la cattura della CO<sub>2</sub> generata dalla combustione di combustibili fossili. Essa consiste nell'applicazione di campi acustici all'interno del letto fluidizzato costituito da particelle di CaO, con valori di intensità e frequenza di circa 150dB e 100Hz rispettivamente. Questa applicazione consente di aumentarne la capacità di cattura di CO<sub>2</sub> del materiale durante la fase rapida di carbonatazione e di ridurre la perdita di capacità di cattura in conseguenza di cicli successivi di carbonatazione/calcinazione. Il settore di applicazione della presente invenzione è quello energetico-ambientale con particolare riferimento alle attività orientate alla riduzione delle emissioni in atmosfera di CO<sub>2</sub> da gas esausti.

**Background**

L'implementazione di tecnologie a livello industriale per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> da combustibili fossili può contribuire alla mitigazione del riscaldamento globale. Il processo post-combustione del Ca-looping, basato sulla reazione reversibile di carbonatazione (650°C)/calcinazione (900°C) del CaO in letti fluidizzati è molto promettente. La sua efficienza è però compromessa dalla degradazione del materiale e conseguente diminuzione della sua capacità di cattura all'aumentare del numero di cicli.

**Tecnologia**

L'applicazione di campi acustici all'interno di un letto fluidizzato consente di migliorare il contatto solido-gas, massimizzando, quindi, il trasferimento di materia e di calore tra il gas esausto contenente la CO<sub>2</sub> e le particelle di CaO del letto. La conseguenza è l'aumento dell'efficacia del processo di Ca-looping per effetto di un miglioramento di cattura della CO<sub>2</sub> in fase di carbonatazione e della rigenerabilità del materiale.

**Vantaggi e Applicazioni**

Il settore di riferimento è quello energetico-ambientale per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. La tecnologia proposta può risultare utile a migliorare l'efficacia a livello industriale del processo di Ca-looping in letti fluidizzati, consentendo di accelerare la carbonatazione del CaO e di ridurre la perdita di capacità di cattura. Sono necessari campi acustici facilmente realizzabili mediante l'impiego di altoparlanti a basso costo.

**Stadio di Sviluppo**

L'efficienza della tecnologia proposta è stata validata su scala da laboratorio mediante un apparato sperimentale dotato di un reattore a letto fluidizzato da 50mm di diametro e di un sistema per la generazione di campi acustici di opportune intensità e frequenza con apposita guida d'onda. Il sistema, in grado di lavorare con temperature di esercizio fino a 1000°C, è riportato schematicamente nell'immagine.

## Patent

**Title**

Method for measuring the Brillouin shift distribution along an optical fiber based on the optical demodulation of the signals, and related apparatus.

Ref. CNR 1745

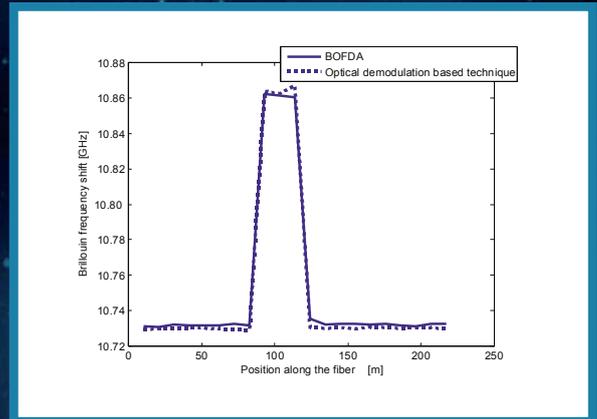
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IREA

Main Inventor: Romeo Bernini

Countries: US

Priority date: 09/06/2006

**Abstract**

The present invention refers to a system and a method for measurement of the Brillouin frequency shift profile along an optical fiber. The proposed approach is based on the stimulated Brillouin shift scattering – available also in standard telecommunication fibers – and permits to perform distributed strain/temperature measurements. The proposed approach performs frequency domain measurements, avoiding the need to detect fast signal as usually happens in time domain approaches. In particular, the system is based on an optical demodulation of the signals that permits to measure the Brillouin shift profile with high resolution and accuracy.

**Background**

Nowadays, distributed fiber optic sensors based on stimulated Brillouin scattering are widely used for distributed strain monitoring. However, the sensors developed at the state of the art require measurement system working in time domain that requires the use of high frequency electronics.

**Technology**

The method can be implemented using two approaches. In the first one, a pump signal with sinusoidal modulation at frequency  $f_1$  and an optical probe signal with sinusoidal modulation at frequency  $f_2$  are launched into the fiber. In the second one, a continuous pump signal and an optical probe signal with sinusoidal modulation at frequency  $f_2$  are used. The probe signal at the exit of the measurement fiber is optically demodulated at a frequency  $f_1$ .

**Advantages and Applications**

The patent refers to a system and a method for measurement of the Brillouin frequency shift profile along an optical fiber. In particular, particular optical demodulation techniques are used, in order to increase the resolution and the accuracy and, furthermore, to permit a simplification of the measuring systems avoiding the use of high frequency electronics. In fact, the signal to be measured is a low frequency signal at a fixed frequency  $f_m$ .

**Development stage**

The proposed approach has been validated by some experimental laboratory tests with a spatial resolution of 3m along a 230m long fiber.

## Brevetti

### Titolo

Metodo di misura del profilo dello shift di Brillouin in fibra ottica basato sulla demodulazione ottica dei segnali e relativo apparato.

Rif. CNR 1745

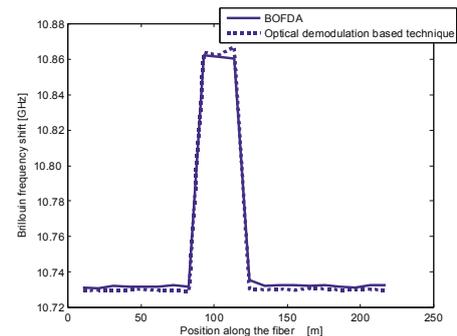
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IREA

**Inventore di riferimento:** Romeo Bernini

**Territori di vigenza:** US

**Data di priorità:** 09/06/2006



### Abstract

Il brevetto descrive un nuovo metodo, ed il relativo apparato, per la misura del profilo dello spostamento, o "shift", di Brillouin lungo una fibra ottica. La tecnica, utilizzando lo scattering stimolato di Brillouin - presente anche nelle comuni fibre ottiche per telecomunicazioni - consente di effettuare misure distribuite di temperatura e/o deformazioni. La tecnica proposta si basa su misure nel dominio della frequenza evitando la necessità di misurare segnali rapidamente variabili come accade nelle comuni tecniche che operano nel dominio del tempo. In particolare, si utilizza una particolare demodulazione ottica dei segnali che consente di ottenere misure del profilo di shift di Brillouin con elevata risoluzione ed elevata accuratezza.

### Background

I sensori distribuiti in fibra ottica basati sullo scattering stimolato di Brillouin trovano sempre più larga applicazione nel monitoraggio distribuito di temperatura e/o deformazioni. Tuttavia, i sensori fino ad oggi sviluppati richiedono sistemi di misura che operano nel dominio del tempo e che richiedono l'uso di costosa strumentazione elettronica in alta frequenza.

### Tecnologia

La tecnica di misura oggetto del brevetto può essere realizzata in due varianti. Nella prima, vengono lanciati in fibra un segnale di sonda modulato in intensità a frequenza  $f_2$  ed un segnale di pompa modulato in intensità a frequenza  $f_1$ . Nella seconda, vengono utilizzati un segnale di sonda ad onda continua ed un segnale ottico di pompa modulato in intensità a frequenza  $f_2$ , mentre il segnale di sonda che riemerge dalla fibra viene successivamente demodulato otticamente mediante modulazione di intensità a frequenza  $f_1$ .

### Vantaggi e Applicazioni

Il Brevetto descrive un nuovo metodo per la misura del profilo dello spostamento, o "shift", di Brillouin lungo una fibra ottica. In particolare, si utilizza una demodulazione ottica di segnali che consente di ottenere misure del profilo di shift di Brillouin con elevata risoluzione ed elevata accuratezza e consente una notevole semplificazione del sistema di misura evitando l'uso di costosa strumentazione elettronica in alta frequenza.

### Stadio di Sviluppo

La tecnica è stata validata in laboratorio con prove sperimentali con una risoluzione spaziale di 3m su una fibra lunga 230m.

## Patent

**Title**

Method for measuring dynamic strain along an optical fiber based on the stimulated Brillouin scattering between two optical pulses, and relevant apparatus.

Ref. CNR **10047**

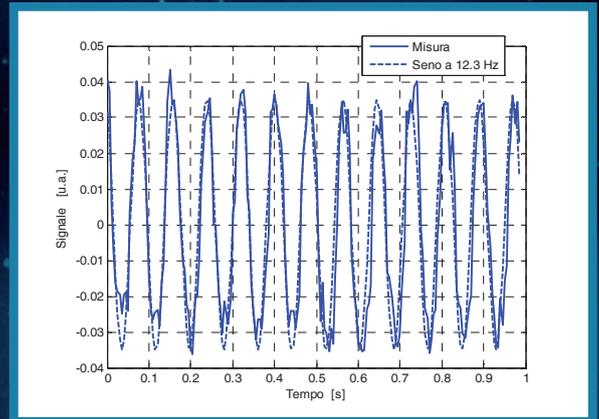
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IREA

Main Inventor: Romeo Bernini

Countries: IT

Priority date: 06/11/2009

**Abstract**

The present invention refers to a technique for measuring the dynamic strain along an optical fiber, based on the stimulated Brillouin shift scattering between two optical pulses. The proposed approach is based on the stimulated Brillouin shift scattering - available also in standard telecommunication fibers - and permits to perform distributed vibration measurements.

The present invention is related also to an experimental apparatus which implements the technique and which has been used in order to carry out some experimental tests up to a frequency of 100Hz and with a spatial resolution of 3m along a 30m long fiber.

**Background**

Nowadays, distributed fiber optic sensors based on stimulated Brillouin scattering are widely used for distributed strain monitoring. However, the developed sensors require measurement time that range from several seconds to minutes, so they could be used only for a static strain monitoring.

**Technology**

The method uses two optical pulses counter-propagating in an optical fiber with a delay  $T$ . The relative delay between the two pulses is set in order to obtain a spatial overlap of the two optical pulses in correspondence of the fiber section dynamically strained. In this way, any vibration-induced modulation of the local Brillouin frequency shift, due to a dynamic strain, will be easily measured as an intensity variation of the Stokes pulse peak intensity, as it emerges from the sensing fiber.

**Advantages and Applications**

The main advantage of the proposed techniques is that, using a single optical fiber, it's possible to monitor the static strain along the fiber and measure the dynamic strain in specific fiber section. This section - along the fiber - can be changed by simply varying the relative delay between the two optical pulses. The invention can be used in large civil infrastructure monitoring as bridges, highways, railways and pipelines.

**Development stage**

The proposed approach has been validated by some experimental laboratory tests up to a frequency of 100Hz and with a spatial resolution of 3m along a 30m long fiber.

## Brevetti

### Titolo

Metodo di misura di deformazioni dinamiche in fibra ottica basato sullo scattering di Brillouin tra due impulsi ottici, e relativo apparato.

Rif. CNR **10047**

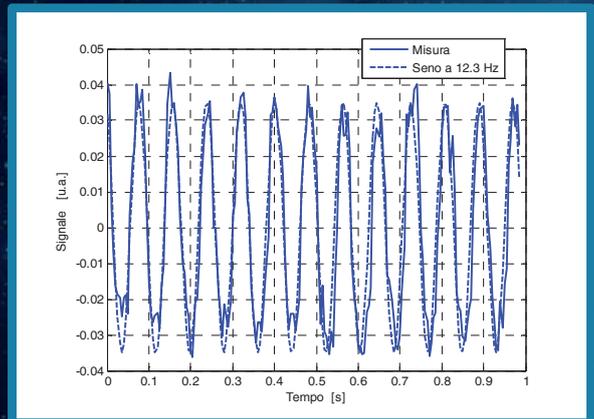
**Titolare(i): CNR**

**Istituto: IREA**

**Inventore di riferimento: Romeo Bernini**

**Territori di vigenza: IT**

**Data di priorità: 06/11/2009**



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad una tecnica di misura di deformazioni dinamiche in fibra ottica basata sullo scattering stimolato di Brillouin tra due impulsi ottici. La tecnica, utilizzando lo scattering stimolato di Brillouin - presente anche nelle comuni fibre ottiche per telecomunicazioni, consente di effettuare misure distribuite di vibrazioni.

La presente invenzione si riferisce inoltre ad un apparato che implementa tale tecnica e con cui sono state effettuate anche prove sperimentali fino ad una frequenza di 100Hz e con una risoluzione spaziale di 3m su una fibra lunga 30m.

### Background

I sensori distribuiti in fibra ottica basati sullo scattering stimolato di Brillouin trovano sempre più larga applicazione nel monitoraggio distribuito di deformazioni. Tuttavia, i sensori fin ad ora sviluppati richiedono tempi di misura da decine di secondi sino a svariati minuti e quindi possono essere utilizzati solo per un monitoraggio statico delle deformazioni.

### Tecnologia

Il metodo utilizza due segnali ottici pulsati contro-propaganti in fibra ottica ritardati l'uno rispetto all'altro di un tempo  $T$ . Tale ritardo fa sì che i due impulsi vadano ad interagire, in corrispondenza di una specifica regione della fibra di misura. In tale maniera è possibile monitorare in tempo reale le variazioni di shift Brillouin che occorrono in quella specifica posizione, dovute ad esempio ad una deformazione dinamica applicata.

### Vantaggi e Applicazioni

La tecnica proposta consente, con una semplice fibra ottica, di misurare la deformazione statica lungo tutta la fibra e di misurare la deformazione dinamica in una specifica sezione della fibra stessa. Tale sezione può essere cambiata semplicemente, variando il ritardo relativo tra i due impulsi. L'invenzione può essere utilizzata per il monitoraggio di grandi infrastrutture civili quali ponti, autostrade, ferrovie, oleodotti e dighe.

### Stadio di Sviluppo

La tecnica è stata validata in laboratorio con prove sperimentali fino ad una frequenza di 100Hz e con una risoluzione spaziale di 3m su una fibra lunga 30m.

## Patent

### Title

Method for filtering interferometric data acquired by synthetic aperture radar (SAR).

Ref. CNR 10285

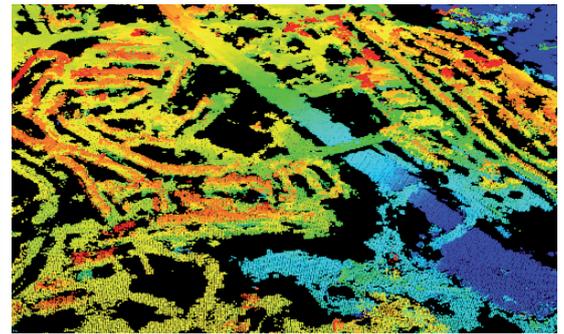
Assignee(s): CNR

CNR Institute: IREA

Main Inventor: Gianfranco Fornaro

Countries: IT, PCT

Priority date: 19/07/2013



+90m

+130m

### Abstract

The present invention refers to a technique - named CAESAR (Component Extraction and Selection SAR) - for filtering multipass interferometric data acquired by synthetic aperture radar (SAR). This technique allows the extraction of the principal components of the data operating, on one hand, a data filtering aimed to limit the effects of temporal and angular variations of the target response and, on the other hand, a selection of interfering components associated with different structures on ground. In particular this interference effect has a dramatic impact in the analysis of urban areas. The innovation of CAESAR consists of allowing such an extraction and selection even in a preliminary stage of the data processing, thus significantly improving the performances of the method used for interferometric SAR data analysis.

### Background

Multipass Differential SAR interferometry (DInSAR) is a cost effective technique for deformation monitoring from satellite. SAR tomography is an evolution of this technique which enables an advanced monitoring at the scale of single buildings. It is also able to solve the problem of interference of different backscattering contributions. SAR tomography assumes that the data are calibrated through the products generated by the low-resolution processing based on classical SAR interferometry techniques.

### Technology

CAESAR exploits the method of principal components analysis which is based on the estimation of the covariance matrix associated with multipass SAR data. By taking advantage of this statistical analysis method, CAESAR allows one to operate a filtering of the whole SAR dataset and to carry out an effective separation of the components associated with different ground backscattering mechanisms interfering within the same SAR image pixel, prior to the data calibration .

### Advantages and Applications

Within the DInSAR analysis context, CAESAR is capable to filter and separate possible interfering contributions at an early processing stage, to improve the monitoring products in areas prone to natural hazards. On the other hand, with reference to the analysis at the scale of buildings and infrastructure, with respect to SAR tomography, CAESAR has shown its potentiality in significantly increasing the measurements density and / or reducing the dataset size.

### Development stage

A software prototype developed in Interactive Data Language (IDL) has been implemented. The method has been validated on different datasets acquired by the SAR sensors of the COSMO/SKYMED, constellation. Recently, the effectiveness of CAESAR has been also verified within the framework of the processing aimed at monitoring at the scale of single buildings and infrastructures.



## Brevetti

### Titolo

Metodo per il filtraggio di dati interferometrici acquisiti mediante radar ad apertura sintetica (SAR).

Rif. CNR 10285

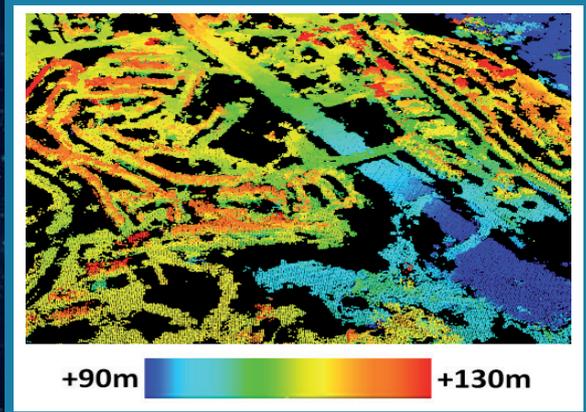
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** IREA

**Inventore di riferimento:** Gianfranco Fornaro

**Territori di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 19/07/2013



### Abstract

Il brevetto descrive una tecnica - denominata CAESAR (Component extrAction and sElection SAR) - per il filtraggio di dati interferometrici multipassaggio acquisiti da radar ad apertura sintetica (SAR). Tale tecnica consente l'estrazione delle componenti principali dal dato, operando da un lato un filtraggio dei dati finalizzato a limitare gli effetti delle variazioni temporali ed angolari della risposta dei bersagli e, dall'altro, una selezione delle componenti interferenti associate a differenti strutture al suolo. In particolare tale fenomeno di interferenza ha un drammatico impatto nell'analisi delle aree urbane. L'innovazione di CAESAR consiste nel permettere tale estrazione e selezione anche in uno stadio preliminare della catena di elaborazione dei dati, migliorando significativamente le prestazioni del metodo di analisi dei dati SAR interferometrici.

### Background

L'interferometria differenziale SAR multipassaggio (DInSAR) è una tecnica di monitoraggio delle deformazioni da satellite efficace in termini di rapporto costo-beneficio. La tomografia SAR è una sua evoluzione, che permette un monitoraggio avanzato alla scala del singolo edificio, in grado anche di risolvere i problemi di interferenza dei ritorni. Essa presuppone che i dati siano calibrati attraverso i prodotti generati dall'analisi a bassa risoluzione basata sulle classiche tecniche di interferometria SAR.

### Tecnologia

CAESAR sfrutta il metodo di analisi alle componenti principali basato sulla stima della matrice di covarianza dei dati SAR multipassaggio. Sfruttando tale metodo di analisi statistica, CAESAR consente di operare un filtraggio dell'intero stack di dati SAR multipassaggio ed una efficace separazione delle componenti associate a meccanismi di backscattering provenienti da diverse strutture al suolo, interferenti nello stesso pixel dell'immagine SAR, a monte della calibrazione dei dati.

### Vantaggi e Applicazioni

Nell'ambito dell'analisi DInSAR, CAESAR consente di filtrare e separare possibili contributi interferenti ad uno stadio preliminare di elaborazione, per migliorare i prodotti di monitoraggio in aree soggette a rischi naturali. Con riferimento all'analisi a scala di dettaglio di edifici ed infrastrutture, rispetto alla tomografia SAR, CAESAR ha invece mostrato potenzialità che consentono di aumentare significativamente la densità di punti di misura e/o di ridurre la dimensione dei dataset.

### Stadio di Sviluppo

E' stato realizzato un prototipo software realizzato in Interactive Data Language (IDL). Il metodo è stato validato attraverso l'elaborazione di differenti data set acquisiti dai sensori SAR COSMO/SKYMED. Recentemente, l'efficacia di CAESAR è stata verificata anche nell'ambito dell'elaborazione finalizzata al monitoraggio ad una scala di dettaglio delle singole infrastrutture.

## Patent

### Title

GPR system.

Ref. CNR **10361**



**Assignee(s):** CNR, Geoprove sas

**CNR Institutes:** IREA, IBAM

**Main Inventors:** R. Persico, F. Soldovieri

**Countries:** IT

**Priority date:** 06/02/2015

### Abstract

The present invention refers to a GPR system with two receiving antennas combined with a positioning system that allows the rigid movement of the antennas along a cylindrical surface. The system has been devised to investigate the inner status of columns and pillars a way more comfortable and reliable than the current state of art allows. In particular, the antennas can be moved along circumferences at fixed height and along vertical segments. The system will be then equipped with a code for the elaboration of the data. The reconstruction approaches are able to process jointly data gathered in reflection and transmission mode, and computational efficiency is achieved by means of a simplified model of the electromagnetic scattering.

### Background

GPR is a tool for the investigation of the inner status of opaque structures by means of microwaves. The scientific literature and the economic interests that GPR systems and GPR prospections move all over the world are huge, and there is an increasing interest for innovative systems. Some examples are the Alis system, that integrates together GPR and a metal detector technology, or the concept of reconfigurable GPR, that has the possibility to adapt to different applicative scenarios.

### Technology

The system is composed by one transmitting and two receiving antennas, whose movements are made possible by a positioning system.

The system is able to provide images of the internal status of the probed structure thanks to the adoption of an algorithm for the processing of data gathered along a cylindrical surface.

### Advantages and Applications

The system allows GPR measurements on columns with an accurate positioning system and in safe conditions for the human operator. The system is enhanced with a code implemented on purpose (there is no commercial code conceived for data gathered along circular surfaces). Applications of interest are the investigation of columns of historical buildings or the pillar of modern buildings.

### Development stage

A prototype has been implemented, on which an enhancement is being implemented with reference to the construction of curved clamps for the movement of the antennas.

A code for the processing of data gathered along a circular surface has been developed.

The next step is the validation of the system on a test site, that has been built on purpose.



## Brevetti

### Titolo

Apparato Georadar.

Rif. CNR **10361**



**Titolare (i):** CNR, Geoprove s.a.s.

**Istituto:** IREA, IBAM

**Inventori di riferimento:** R. Persico, F. Soldovieri

**Territorio di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 06/02/2015

### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un sistema georadar con doppia antenna ricevente abbinato ad un sistema di posizionamento che consente il movimento rigido delle antenne lungo una superficie cilindrica. Il sistema è stato progettato per l'indagine dello stato interno di colonne e pilastri, in modo più agevole ed affidabile di quanto lo stato dell'arte attuale in media consenta. In particolare, è possibile muovere le antenne lungo circonferenze a quota fissata e lungo segmenti verticali. Il sistema è corredato di un codice proprietario per l'elaborazione dei dati raccolti. Gli approcci di ricostruzione sono in grado di elaborare in maniera congiunta dati in riflessione ed in trasmissione e l'efficacia computazionale è resa possibile dall'impiego di un modello semplificato della diffusione elettromagnetica.

### Background

Il georadar è un noto strumento per l'investigazione dello stato interno di strutture e del sottosuolo tramite le microonde. La letteratura scientifica e le applicazioni sul mercato che prevedono sistemi e prospezioni georadar sono numerosi e dimostrano un crescente interesse verso lo sviluppo di sistemi innovativi. Esempi sono il sistema Alis, che integra la tecnologia georadar ed un metal detector, oppure il concetto del georadar riconfigurabile che ha la capacità di adattarsi ai diversi scenari applicativi.

### Tecnologia

Il sistema si compone di un'antenna in trasmissione e due antenne in ricezione, il cui movimento è reso possibile da un sistema di posizionamento. Il sistema è capace di fornire immagini dello stato interno della struttura investigata grazie all'adozione di un algoritmo per l'elaborazione di dati raccolti lungo una superficie cilindrica.

### Vantaggi e Applicazioni

Il sistema consente la misura georadar su colonne, con un posizionamento accurato e in condizioni di sicurezza per l'operatore. Il sistema è potenziato da un codice di elaborazione dati appositamente sviluppato (non sono noti codici commerciali concepiti per dati raccolti su superfici circolari). L'applicazione principale riguarda le investigazioni di colonne di edifici monumentali o i pilastri di edifici moderni.

### Stadio di Sviluppo

E' già stato realizzato un prototipo, sul quale si sta effettuando un perfezionamento minimale in relazione alla costruzione di staffe curve per lo spostamento delle antenne. E' stato anche già sviluppato un codice per l'elaborazione dei dati raccolti su una superficie circolare.

Il sistema sarà validato in un test site che è già stato appositamente costruito.

## Patent

### Title

System and method for the measurement of the relative position of an object with respect to a point of reference.

Ref. CNR **1445**

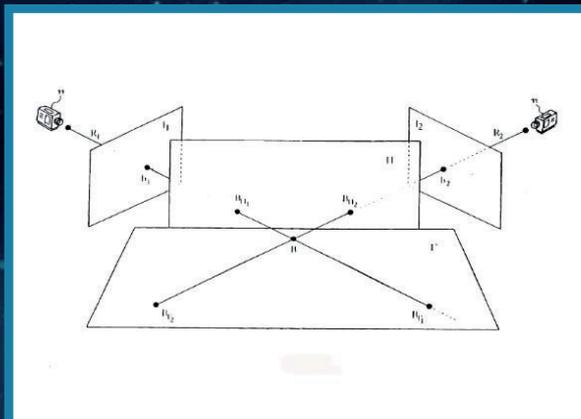
Assignee(s): CNR

CNR Institute: ISSIA

Main Inventor: Arcangelo Distante

Countries: US

Priority date: 29/01/2001



### Abstract

The invention refers to a system and a method for detecting the relative position of an object with respect to a pre-defined reference point. The method consists of the following steps: 1) acquisition of sequences of images, each one containing the reference point; 2) image processing for the detection of the object; 3) computation of the relative position of the object with respect to the reference point.

The system includes one or more sub-systems for the acquisition of images and one computing unit for processing the images.

### Background

The invention is included in the field of technologies aimed to assist the referees in the objective evaluation of dynamic events during sport matches; in particular, it refers to the detection of the relative position of a ball with respect to a line of the playground.

### Technology

Cameras with high frame rate acquire images in real time during sport matches and send them to a storage device; then, these images are processed in a computing unit.

All the system hardware devices are at the state of the art and already available on the market.

The system is 'trained' before the start of the match and, during the dynamic events, obtains and elaborates images in real time thanks to specifically developed algorithms.

### Advantages and Applications

The main advantage of this invention is that no modification of playground and ball is required.

Furthermore, the detection of the dynamic events is robust and reliable because a geometric measure of the tri-dimensional position of the ball is integrated with a qualitative measure of the observed event. So the invention provides a high precision percentage and a very low error probability.

### Development stage

The system has been successively updated and improved for the ghost-goal detection during the soccer matches (ref. CNR 1731).



## Brevetti

### Titolo

Sistema e metodo per la rilevazione della posizione relativa di un oggetto rispetto ad un punto di riferimento.

Rif. CNR 1445

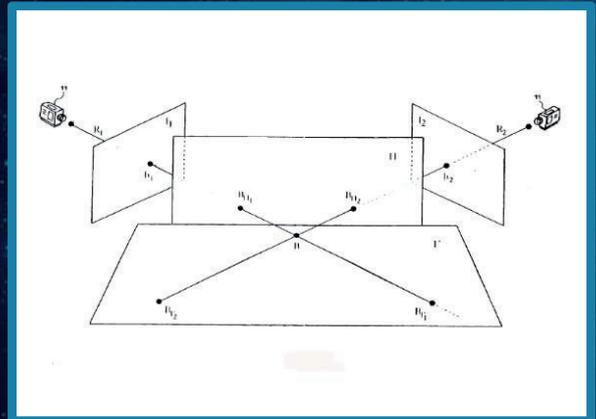
Titolare(i): CNR

Istituto: ISSIA

Inventore di riferimento: Arcangelo Distante

Territori di vigenza: US

Data di priorità: 29/01/2001



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un sistema e un metodo per la rilevazione della posizione relativa di un oggetto rispetto ad un predeterminato punto di riferimento. Il metodo comprende i seguenti passi: 1) acquisizione di una molteplicità di immagini, ciascuna atta a visualizzare detto punto di riferimento; 2) elaborazione di ciascuna immagine per rilevare l'oggetto d'interesse; 3) calcolo della posizione di detto oggetto rispetto al punto di riferimento.

Il sistema comprende uno o più sottosistemi di acquisizione delle immagini ed una unità di elaborazione delle immagini acquisite.

### Background

L'invenzione rientra nel campo delle tecnologie di supporto agli arbitri nella valutazione oggettiva di eventi dinamici durante una gara sportiva e in particolare tra quelle utili a rilevare la posizione relativa di una palla rispetto ad una linea di un campo da gioco.

### Tecnologia

Telecamere ad alto frame rate acquisiscono immagini in tempo reale durante lo svolgimento di una gara sportiva e le inviano ad un apparato per la memorizzazione e l'opportuna elaborazione.

Tutti i componenti hardware del sistema sono allo stato dell'arte e già disponibili sul mercato.

Il sistema è sottoposto ad una fase di 'training' prima dell'inizio della partita ed acquisisce ed elabora immagini in tempo reale grazie ad algoritmi sviluppati ad-hoc.

### Vantaggi e Applicazioni

Il sistema proposto non prevede la modifica di nessuna delle componenti di un campo da gioco, compresa la palla. Inoltre, la rilevazione dell'evento dinamico è robusta ed affidabile in quanto vengono integrate una misura geometrica della posizione dell'oggetto nello spazio tridimensionale ed una valutazione qualitativa dell'evento osservato, con alta precisione e probabilità di errore molto bassa.

### Stadio di Sviluppo

Il sistema si è evoluto in una successiva versione per la rilevazione del goal fantasma (rif. CNR 1731).



## Patent

### Title

Method and system for the detection and the classification of events during motion action.

Ref. CNR 1673

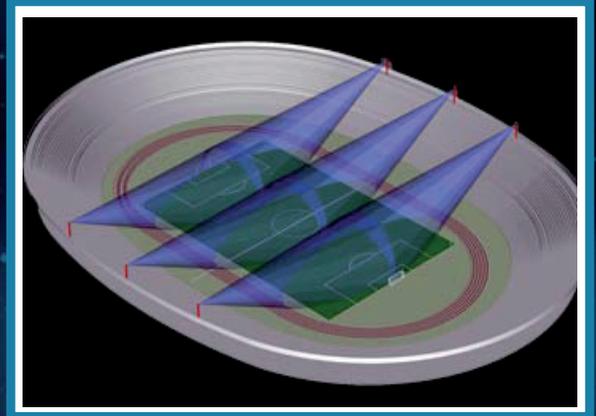
Assignee(s): CNR - FIGC

CNR Institute: ISSIA

Main Inventor: Arcangelo Distante

Countries: EP, US

Priority date: 20/04/2005



### Abstract

This invention refers to an intelligent vision-based system which is able to acquire, record and process image sequences in order to detect critical events during the soccer matches; in particular, the system is useful for detecting "off-side" events.

It allows determining such events in a real-time and semi-automatic context, thanks to a not-invasive technique, compatible with the usual course of the matches.

### Background

The invention refers to soccer matches, in which some specifically developed technologies can support match management for an objective evaluation of the dynamic events that occur during matches themselves, in a completely non-invasive and precise way.

### Technology

The system uses high frame-rate cameras, that acquire up to 1000 images per second, in order to capture highly dynamic events. Software modules have been developed to detect the position of the moving objects; the results are usable by means of a multimedia console.

### Advantages and Applications

The system allows to overcome the limit of the human visual system that suffer from perspective errors, low temporal resolution and occlusions. Allowing an unlimited field of view, it avoids perspective errors as several points of view are used. Furthermore, reaction time is negligible.

The system is not invasive for the field structures.

### Development stage

The system has been developed as a prototype and has been installed into the Udine stadium for real validation.



## Brevetti

### Titolo

Sistema per la rilevazione e la classificazione di eventi durante azioni in movimento.

Rif. CNR 1673

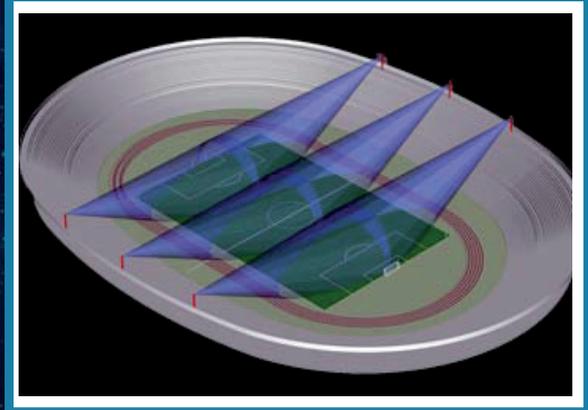
**Titolare(i):** CNR - FIGC

**Istituto:** ISSIA

**Inventore di riferimento:** Arcangelo Distante

**Territori di vigenza:** EP, US

**Data di priorità:** 20/04/2005



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un sistema di visione intelligente in grado di acquisire, registrare ed elaborare sequenze di immagini digitali al fine di rilevare eventi critici nel gioco del calcio; in particolare, il sistema è utile per il riconoscimento della condizione di fuorigioco.

Il sistema permette di rilevare questo tipo di eventi, real-time, in maniera semiautomatica e con una tecnica non invasiva e compatibile con il normale svolgimento del match.

### Background

L'invenzione si riferisce al gioco del calcio e alle tecnologie di supporto agli arbitri nella valutazione oggettiva degli eventi dinamici durante lo svolgimento della partita con metodi non invasivi e ad alta precisione.

### Tecnologia

Il sistema utilizza telecamere ad alta risoluzione in grado di acquisire fino a 1000 immagini al secondo e utili al fine di catturare eventi ad alta dinamicità.

Moduli software ad-hoc sono in grado di determinare la posizione degli oggetti in movimento e i risultati sono fruibili tramite una console multimediale.

### Vantaggi e Applicazioni

Il sistema permette di analizzare la dinamica della scena superando i limiti del sistema percettivo umano, che è soggetto ad errori dovuti a prospettiva ed occlusioni. Il sistema proposto permette di avere un campo di vista illimitato ed errori di prospettiva nulli, grazie all'impiego di molteplici punti di vista con tempi di reazione trascurabili. Il sistema non prevede alcuna modifica al campo da gioco.

### Stadio di Sviluppo

Il sistema è stato sviluppato a livello prototipale ed installato presso lo stadio «Friuli» di Udine per la validazione funzionale.

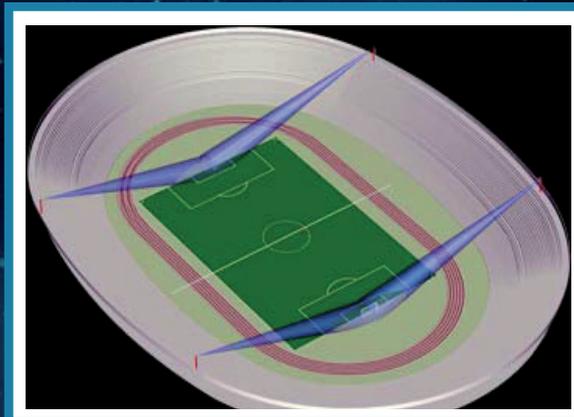


## Patent

### Title

A system to automatically detect sport events.

Ref. CNR 1731



**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** ISSIA

**Main Inventor:** Arcangelo Distante

**Countries:** EP, US, JP

**Priority date:** 03/03/2006

### Abstract

This invention aims to introduce new technologies able to detect in real time Goal/No Goal events during soccer matches and point out them to the referee or linesman.

The system does not require neither modification of the ball or fixed installation in the playing-field components (posts, crossbar, etc) nor suspension of the match. It automatically detect Goal/no Goal events and can support the final decision upon said events by match management.

### Background

The invention refers to soccer matches, in which some specifically developed technologies can support match management for an objective evaluation of the dynamic events that occur during matches themselves, in a completely non-invasive, automatic and precise way.

### Technology

The system uses 4 digital high performance cameras (capable to process and record up to 200 images per second) placed on the infrastructure of the stadium with the optical axes parallel to the post plane. For estimating the space position and the related dynamics of a moving ball, the system is provided with hardware and software components for acquiring, recording, displaying and processing images. The goal event is communicated by radio, in real-time, to the referee with no game interruption.

### Advantages and Applications

The system allows to overcome the limit of the human visual system that suffer from perspective errors, low temporal resolution and occlusions. The proposed systems, instead, considering the multiple views of the same scene and the special location of the high resolution digital cameras, guarantees no perspective errors, high temporal resolution and occlusion avoidance. The system is not invasive for the field structures.

### Development stage

The system has been developed as a prototype and has been installed into the Udine stadium for real validation and for the approval by FIFA.



## Brevetti

### Titolo

Metodo e sistema per la rilevazione automatica di eventi in ambito sportivo.

Rif. CNR 1731

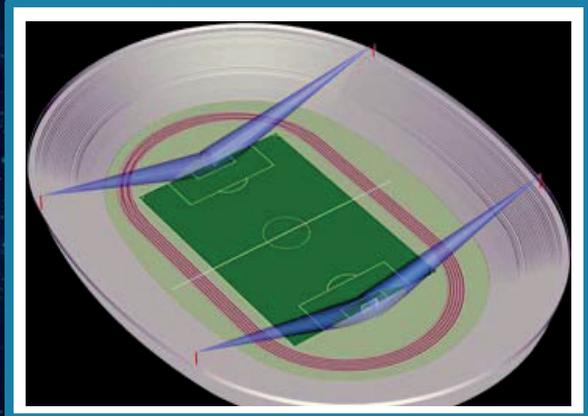
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ISSIA

**Inventore di riferimento:** Arcangelo Distante

**Territori di vigenza:** EP, US, JP

**Data di priorità:** 03/03/2006



### Abstract

Il sistema si propone di risolvere il problema della rilevazione automatica degli eventi Goal/NoGoal e della loro istantanea segnalazione all'arbitro o ai suoi assistenti.

Il sistema non è invasivo per le strutture del campo e per la palla, non richiede l'interruzione del gioco o la modifica delle sue regole, ma ha il solo scopo di rilevare automaticamente l'evento e supportare le decisioni dell'arbitro.

### Background

L'invenzione si riferisce al gioco del calcio e alle tecnologie di supporto agli arbitri nella valutazione oggettiva degli eventi dinamici durante lo svolgimento della partita con metodi non invasivi, automatici e ad alta precisione.

### Tecnologia

Il sistema utilizza 4 macchine di visione intelligenti, dotate di telecamere digitali nel visibile ad alta risoluzione temporale (200 immagini/sec.). Le telecamere sono posizionate nello stadio ai lati opposti di ciascuna porta, con gli assi ottici complanari con il piano interno della porta. Per la rilevazione della posizione nello spazio di gioco e per la relativa dinamica di movimento della palla, il sistema è dotato di componenti hardware e software per l'acquisizione, la registrazione, la visione e il processamento delle immagini real time. Il goal è comunicato via radio all'arbitro (con immagini o suoni), senza che il match sia in alcun modo interrotto.

### Vantaggi e Applicazioni

Il sistema permette di analizzare la dinamica della scena superando i limiti del sistema percettivo umano, che è soggetto ad errori dovuti a prospettiva ed occlusioni. Il sistema proposto, grazie all'impiego di viste multiple sopraelevate ad alta risoluzione, riduce il rischio di occlusioni, elimina l'errore di prospettiva e consente di rilevare anche eventi ad altissima dinamicità. Il sistema non prevede alcuna modifica al campo da gioco.

### Stadio di Sviluppo

Il sistema è stato sviluppato a livello prototipale ed installato presso lo stadio «Friuli» di Udine per la validazione funzionale e l'approvazione da parte della FIFA.



## Patent

### Title

Method and system for event detection and monitoring in a specific area in sport field.

Ref. CNR 1876

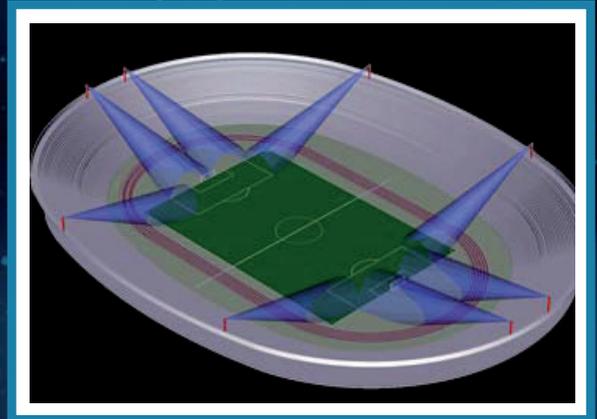
Assignee(s): CNR - FIGC

CNR Institute: ISSIA

Main Inventor: Arcangelo Distante

Countries: IT

Priority date: 01/10/2007



### Abstract

This invention refers to an intelligent vision-based system which is able to acquire, record and process image sequences in order to detect critical events in a specific area; in particular, the system is useful for monitoring the “penalty area” during a soccer match.

It allows determining such events in a real-time and semi-automatic context, thanks to a not-invasive technique, compatible with the usual course of the matches.

### Background

The invention refers to soccer matches, in which some specifically developed technologies can support match management for an objective evaluation of the dynamic events that occur during matches themselves, in a completely non-invasive and precise way.

### Technology

The system uses high frame-rate cameras, that acquire up to 1000 images per second, in order to capture highly dynamic events. Software modules have been developed to detect the position of each moving objects and their interaction; the results are usable by means of a multimedia console.

### Advantages and Applications

The system allows to overcome the limit of the human visual system that suffer from perspective errors, low temporal resolution and occlusions. Allowing an unlimited field of view, it avoids perspective errors as several points of view are used. Furthermore, reaction time is negligible.

The system is not invasive for the field structures.

### Development stage

The system has been developed as a prototype and has been installed into the Udine stadium for real validation.



## Brevetti

### Titolo

Sistema e metodo per il monitoraggio di un'area e l'individuazione di eventi occorsi in tale area in ambito sportivo.

Rif. CNR 1876

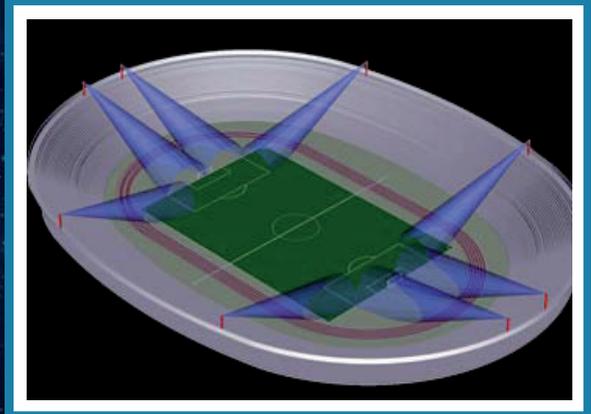
**Titolare(i):** CNR - FIGC

**Istituto:** ISSIA

**Inventore di riferimento:** Arcangelo Distante

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 01/10/2007



### Abstract

L'invenzione si riferisce ad un sistema di visione intelligente in grado di acquisire, registrare ed elaborare sequenze di immagini digitali al fine di rilevare eventi critici in un'area delimitata; in particolare, il sistema è utile per il monitoraggio dell'area di rigore nel gioco del calcio.

Il sistema permette di rilevare questo tipo di eventi, real-time, in maniera semiautomatica e con una tecnica non invasiva e compatibile con il normale svolgimento del match.

### Background

L'invenzione si riferisce al gioco del calcio e alle tecnologie di supporto agli arbitri nella valutazione oggettiva degli eventi dinamici durante lo svolgimento della partita con metodi non invasivi e ad alta precisione.

### Tecnologia

Il sistema utilizza telecamere ad alta risoluzione in grado di acquisire fino a 1000 immagini al secondo e utili al fine di catturare eventi ad alta dinamicità.

Moduli software ad-hoc sono in grado di determinare la posizione degli oggetti in movimento sulla scena e le loro eventuali interazioni; i risultati sono fruibili tramite una console multimediale.

### Vantaggi e Applicazioni

Il sistema permette di analizzare la dinamica della scena superando i limiti del sistema percettivo umano, che è soggetto ad errori dovuti a prospettiva ed occlusioni. Il sistema proposto permette di avere un campo di vista illimitato ed errori di prospettiva nulli, grazie all'impiego di molteplici punti di vista con tempi di reazione trascurabili. Il sistema non prevede alcuna modifica al campo da gioco.

### Stadio di Sviluppo

Il sistema è stato sviluppato a livello prototipale ed installato presso lo stadio «Friuli» di Udine per la validazione funzionale.

## Patent

### Title

Method and related system for the conversion of mechanical energy, coming from a turbine-generator set, to electrical energy.

Ref. CNR **10253**

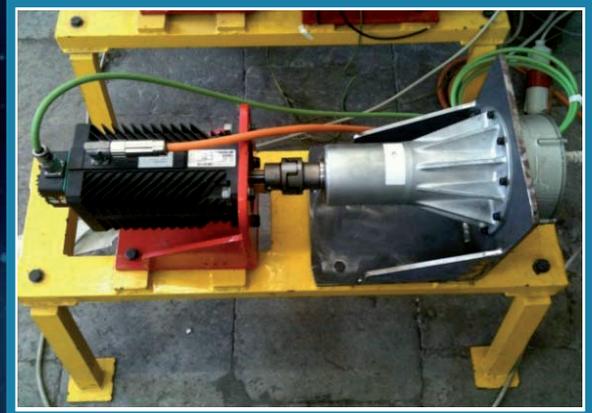
Assignee(s): CNR

CNR Institute: ISSIA

Main Inventor: Gianpaolo Vitale

Countries: IT, PCT

Priority date: 08/05/2013



### Abstract

The present invention refers to a Micro Wind Energy Conversion System (WECS). It allows energy coming from a synchronous generator, supplied by a vertical-axis Darrieus wind turbine, to be injected into the national single-phase low-voltage grid. Among those known from the literature, the simplest architecture has been chosen for the power stage, which implies the best compromise between cost and performance. As the wind speed varies and transfers power to the turbine, the system is able to compute and to reach the angular speed that allows to extract the maximum available power (MPPT, maximum power point tracking). The system has been conceived for performing such task without using mechanical sensors for the measurement of wind speed and angular speed. This implies an increased reliability and a lower cost.

### Background

The device belongs to the class of Micro Wind Energy Conversion System (WECS), to be connected to the national single-phase low-voltage grid. It covers a power range from 1 kW to 10 kW. Currently, few devices on the market belong to this class and range. Anyway, those devices are derived from systems, whose hardware architecture and control system have been devised for the Photovoltaic segment and, thus, their performance is quite poor.

### Technology

The system tracks the maximum power exploiting a neural network, which operates as a virtual anemometer, and using an electronic circuit that acts as a virtual encoder. Therefore, mechanical sensors are not needed, enabling to achieve a higher reliability and a lower cost. The control logic has been implemented on a FPGA platform. This architecture implies a higher working frequency and the true parallel execution of several tasks.

### Advantages and Applications

The invention solves the problem of dead times in the MPPT transients within WECS employing permanent magnet synchronous machines, without using mechanical sensors (encoder/anemometer). Therefore, the yielded energy is higher, compared to a traditional system, especially at low wind speed, and an increase of reliability and robustness is obtained.

### Development stage

The invention has already been experimentally tested, by building a prototype at the laboratory of CNR ISSIA - UOS of Palermo. In particular, the wind turbine has been emulated starting from its torque-speed characteristic, and the system has been successfully connected to the grid. Recently, a technology transfer agreement was signed with a Sicilian consortium.

**Brevetti****Titolo**

Metodo e relativo sistema per la conversione di energia meccanica, proveniente da un generatore comandato da una turbina, in energia elettrica.

Rif. CNR **10253**

**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ISSIA

**Inventore di riferimento:** Gianpaolo Vitale

**Territori di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 08/05/2013

**Abstract**

L'invenzione si riferisce ad un sistema di generazione microeolica che consente di immettere sulla rete elettrica nazionale monofase in bassa tensione l'energia proveniente da un generatore sincrono comandato da turbina eolica ad asse verticale di tipo Darrieus. Per l'architettura della parte di potenza è stata scelta la più semplice tra quelle note in letteratura e che garantisce il migliore compromesso tra prestazioni e costi. Il sistema è in grado, al variare della velocità del vento, di calcolare e raggiungere la velocità di rotazione che consente di estrarre la massima potenza trasferita dal vento alla turbina. Il sistema è stato concepito per effettuare la suddetta operazione senza utilizzare sensori meccanici di velocità del vento e di velocità di rotazione, garantendo maggiore affidabilità e minor costo.

**Background**

Il dispositivo si inserisce nella classe di installazioni di microgenerazione eolica da connettere alla rete elettrica nazionale monofase in bassa tensione. Esso copre un range di potenze che va da 1 kW a 10 kW. Non sono presenti sul mercato molti sistemi di questa tipologia e spesso quelli disponibili, per quanto concerne l'architettura hardware e il sistema di controllo, sono mutuati dai corrispondenti destinati alla generazione da fotovoltaico e, pertanto, non offrono prestazioni particolarmente significative.

**Tecnologia**

Il sistema insegue la massima potenza generabile sfruttando una rete neurale che funziona da anemometro virtuale e un circuito elettronico che funge da encoder virtuale. In tal modo si riesce a fare a meno dei corrispondenti sensori meccanici, garantendo maggiore affidabilità e minor costo. La logica di controllo è stata implementata su piattaforma FPGA, architettura che garantisce elevate frequenze di lavoro e la possibilità di eseguire più operazioni in parallelo.

**Vantaggi e Applicazioni**

L'invenzione risolve il problema dei tempi morti nei transitori per l'inseguimento del punto di massima potenza in sistemi per generazione eolica con macchine sincrone a magneti permanenti, senza utilizzare sensori meccanici di velocità (encoder e/o anemometri). Si ottiene un aumento della quantità di energia ottenibile rispetto ad un sistema tradizionale, specialmente per basse velocità del vento, e un incremento della robustezza e dell'affidabilità del sistema.

**Stadio di Sviluppo**

L'invenzione è stata già collaudata sperimentalmente su un prototipo di laboratorio, presso il CNR ISSIA - UOS di Palermo, attraverso l'emulazione di una turbina eolica a partire dalla conoscenza della sua caratteristica meccanica, effettuando la connessione alla rete. Di recente è stato attivato un contratto per il trasferimento tecnologico nei confronti di un consorzio di imprese del territorio siciliano.



## Patent

### Title

Method for the real-time control of working frequencies of large-scale infrastructures with heterogeneous hardware requirements.

Ref. CNR 10336

**Assignee(s):** CNR – University of Cagliari

**CNR Institute:** ISSIA

**Main Inventor:** Luca Caviglione

**Countries:** IT, PCT

**Priority date:** 26/06/2014

### Abstract

Nowadays, Online Social Networks are more and more complex and serve million of user simultaneously; for this reason, they require Internet-scale infrastructures, characterized in a homogeneous aggregates of machineries. So, the energetic requirement for these systems is often a challenge, both in terms of power efficiency and in terms of different types of consumption (e.g. dissipation of produced heat). The object of the present invention permits to: i) define a performance index for the service provided; ii) compute “virtual” networking frequencies (that is “technology independent”) at high level ; iii) allow the real-time dynamic variation of working frequencies in order to reduce energy consumption.

### Background

To optimize the consumptions of aggregates of machines (e.g., a group of devices or network appliances), we take also advantage of results obtained in the literature dealing with Dynamic Voltage-Frequency Scaling (DVFS). However, DVFS does not consider global performance indexes and it could lack of scalability.

### Technology

The system consists of: i) a non-linear controller in charge of computing high-level frequencies in an efficient manner for homogeneous aggregates of machineries taking into account a performance parameter; ii) a set of local mappers (one per worker) to compute per-host frequency assignments in real-time and in a fast and computationally feasible way (i.e., via random optimization methods).

### Advantages and Applications

Thanks to a 2-level architecture (controller and mappers), the system is “technology-independent”. The framework is then used to adjust the frequencies of every devices/machinery in order to not consume unneeded power. A typical application scenario is the control of physical machines of a cloud infrastructure or nodes of Internet-scale systems.

### Development stage

The method has been implemented via tools for rapid software prototyping and it is proved to effectively work in many simulated environments.



## Brevetti

### Titolo

Metodo per il controllo in tempo reale delle frequenze operative di infrastrutture hardware con elevato numero di macchine e con funzionalità eterogenee/aggregabili.

Rif. CNR 10336

**Titolare(i):** CNR – Università degli Studi di Cagliari

**Istituto:** ISSIA

**Inventore di riferimento:** Luca Caviglione

**Territori di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 26/06/2014

### Abstract

I servizi accessibili mediante rete sono sempre più complessi e utilizzati contemporaneamente da milioni di utenti, rendendo necessario l'utilizzo di infrastrutture di tipo Internet-scale. Quest'ultime sono caratterizzate da un numero elevato di macchine, spesso con funzionalità eterogenee. Di conseguenza, la richiesta energetica di queste installazioni è critica, comportando elevate spese sia d'esercizio che di tipo accessorio (ad esempio, per la dissipazione del calore generato). L'invenzione proposta permette di: i) definire degli indici di prestazione propri del servizio erogato; ii) utilizzare uno schema di controllo ad alto livello per definire delle frequenze di lavoro "virtuali" (cioè, disaccoppiate dalla tecnologia sottostante); iii) rendere possibile la variazione dinamica in tempo reale delle frequenze di funzionamento di ciascuna entità fisica utilizzata al fine di ridurre i consumi energetici.

### Background

I meccanismi tipici di controllo di basso livello per il risparmio energetico agiscono sulla frequenza di funzionamento/tensione di alimentazione (tecnica del Dynamic Voltage-Frequency Scaling – DVFS) senza però considerare esplicitamente degli indici di prestazione globali. Inoltre, la gestione di un impianto complesso a livello di singola macchina non è scalabile e rende il problema di controllo difficilmente risolvibile in tempo-reale.

### Tecnologia

Il sistema oggetto del brevetto utilizza un controllore non lineare per assegnare le frequenze di funzionamento ottime ad aggregati di macchine e apparati omogenei tenendo conto di un parametro di prestazione. Al fine di garantire la scalabilità, ognuno di questi è controllato da un Mapper locale che utilizza delle tecniche di ottimizzazione random/pre-calcolate, per assegnare a ciascun nodo la frequenza di lavoro (granularità per host).

### Vantaggi e Applicazioni

L'architettura a due livelli (controllore e mapper locali) permette di astrarre il sistema oggetto del controllo, rendendo così il metodo indipendente dalla tecnologia sottostante. Il controllore di alto livello può utilizzare anche un set di frequenze diverso o di "capacità virtuali" per gestire anche le operazioni di spegnimento/accensione delle macchine in maniera trasparente. Il sistema può essere applicato in scenari cloud o sistemi a larga scala tipo erogatori di servizi "social".

### Stadio di Sviluppo

L'invenzione è implementata in un prototipo software ed è stata testata con successo in diversi contesti simulati.

## Patent

### Title

Reproduction method.

Ref. CNR **10278**



Assignee(s): CNR

CNR Institute: ISTI

Main Inventor: Paolo Cignoni

Countries: IT

Priority date: 25/07/2013

### Abstract

Method to fabricate a cross-joined physical structures starting from a given digital 3D model (represented by a triangle mesh). These cross-joined structures are composed of several (hundred) unique interlocking planar pieces whose 2D profiles are automatically generated by the proposed method. These planar pieces are cut by a laser cut machine and manually assembled into a rigid self-supporting object whose shape approximates the input 3D model. These structures are composed by interlocking ribbon-like planar pieces that are approximately perpendicular to the surface and that, when available, follow a cross field defined over the surface of the 3D model.

The proposed approach is based on three main contributions: Interlocking mechanism, Joinery abstractions through graphs and Generation and placement of the slices.

### Background

Wooden Puzzles build by crossing slides are well known. Commercial examples are available and they constitute a significant market. However, all these models are laboriously designed by hand by skilled artists. Tailored CAD tool, like 123DMake, can help the design of simple interlocking structures based on the classic waffle slit scheme, but are unable to produce complex arrangements.

### Technology

The proposed approach is based on three main contributions: “Interlocking mechanism”, “Joinery abstractions through graphs” and “Generation and placement of slices”. The Interlocking mechanism has been extended by relaxing the geometric constraints that seriously limit the quality of the reproduction. We have introduced a graph based mathematical representation of the arrangements and devised a slice placement strategy that follows a cross field for an higher fidelity in the representation.

### Advantages and Applications

The present invention allows the fabrication of low cost illustrative representation of 3D objects. The shape of the pieces of structure are generated automatically and can be assembled to compose a self-supporting robust structure. With respect to the classical interlocking mechanism, this method is capable of more flexible joinery's and allows a better adaptation to the characteristic shape of the initial 3D object.

### Development stage

A prototype implementing the entire pipeline is already available; it is capable of generating a model that can be printed with laser cutting techniques. Together with the slices, it's also provided a user guide useful for the assembly procedure. The technique has been experimented with several complex input shapes.

## Brevetti

### Titolo

Metodo di riproduzione.

Rif. CNR 10278

**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ISTI

**Inventore di riferimento:** Paolo Cignoni

**Territori di vigenza:** IT

**Data di priorità:** 25/07/2013



### Abstract

Metodo per fabbricare strutture fisiche ad incastro a partire da un determinato modello digitale 3D (rappresentato da una mesh triangolare). Queste strutture sono composte da diverse (centinaia) di pezzi planari unici ad incastro i cui profili 2D vengono generati automaticamente dal metodo proposto. Questi pezzi planari sono tagliati da una macchina taglio laser e assemblati manualmente in un oggetto autoportante rigido la cui forma approssima il modello 3D di ingresso. I pezzi planari nastriformi sono approssimativamente perpendicolari alla superficie e cercano di seguire un cross field definito sulla superficie del modello 3D.

L'approccio proposto si basa su tre contributi principali: meccanismo ad incastro, astrazioni struttura attraverso grafici e generazione del piazzamento dei pezzi.

### Background

I puzzle di legno costruiti da pezzi planari da incastrare sono ben noti. Esempi commerciali sono da tempo a disposizione e costituiscono un mercato di dimensioni significative. Tuttavia, tutti questi modelli sono faticosamente progettati a mano da artisti esperti. Strumenti CAD ad hoc, come 123DMake, possono aiutare la progettazione di semplici strutture ad incastro sulla base di schemi di incastro banali, ma non sono in grado di produrre arrangiamenti complessi.

### Tecnologia

L'approccio proposto si basa su tre contributi principali: il meccanismo ad incastro, le astrazioni della struttura e la generazione e la disposizione delle fette. Il meccanismo di incastro è stato esteso rilassando i vincoli geometrici che limitano gravemente la qualità della riproduzione; sono state utilizzate una rappresentazione matematica basata su grafi e una strategia di posizionamento dei pezzi che sfrutta un cross field per una maggiore fedeltà nella rappresentazione.

### Vantaggi e Applicazioni

Il metodo permette la realizzazione a basso costo di oggetti 3D. La forma dei pezzi della struttura è generata automaticamente e può essere assemblata a comporre una robusta struttura autoportante. Rispetto al meccanismo di incastro classico, l'approccio è più flessibile e in grado di generare strutture con un migliore adattamento alla forma caratteristica dell'oggetto 3D iniziale.

### Stadio di Sviluppo

E' disponibile un prototipo di applicazione dell'intera pipeline in grado di generare, a partire da un modello 3d, una serie di pezzi planari pronti per essere fabbricati con tecniche di taglio laser. Insieme con i pezzi da assemblare, il metodo fornisce anche le istruzioni necessarie per la procedura di montaggio.



## Patent

### Title

Procedure and system for the determination of epicardial fat volume from tomographic images, and related computer program.

Ref. CNR **10167**

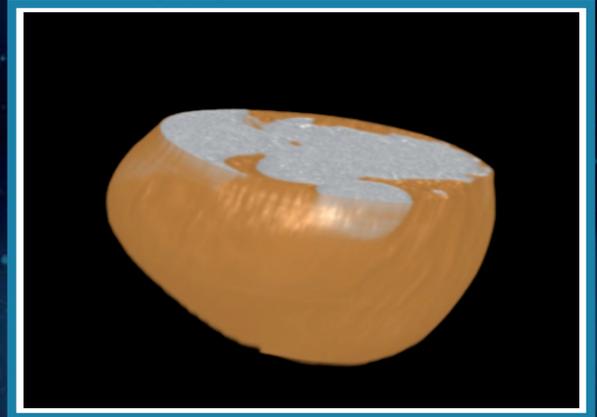
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute(s):** ISTI - IFC

**Main Inventor:** D. Moroni – G. Coppini

**Countries:** IT, FR, UK, DE, NL

**Priority date:** 17/01/2012



### Abstract

Epicardial fat quantification allows to obtain an independent and objective parameter that can be useful for prognostic stratification and longitudinal assessment of cardiovascular risk. This is well documented in the literature and shown in several clinical trials. To date, there are no reliable and reproducible methods for the measurement of epicardial fat volume that can be applied in clinical practice by making use of standard computed tomography scans.

The present invention fills this lack by providing an easy-to-use procedure that allows an accurate and reproducible measurement of epicardial fat volume from volumetric images, such as tomographic images acquired with or without contrast agent administration, including those obtained in computed tomography angiography.

### Background

Pericardial fat, like other visceral fat depots, is related to major cardiovascular and metabolic diseases and is considered to be a significant marker of the associated risk factors. Several clinical studies have demonstrated the importance of quantification of epicardial fat, which allows to obtain an independent and objective parameter useful for prognostic stratification and longitudinal assessment of cardiovascular risk.

### Technology

The invention makes use of a conventional computed tomography angiography to obtain an estimate of the epicardial surface by means of a three-dimensional model generated from a series expansion of vector spherical harmonics. Then, the volume of cardiac fat is computed on the basis of the voxels located within the epicardial surface and having an attenuation level in the characteristic range of adipose tissue.

### Advantages and Applications

The procedure makes possible the measurement of epicardial fat volume requiring a minimum interaction with the user and is characterized by high repeatability, low inter- and intra-observer variability and good execution speed. It can be used in clinical practice, even by non-medical personnel, allowing the study of cardiovascular and metabolic diseases over large populations.

### Development stage

A software package has been designed and developed. Thanks to a graphic user interface, it allows to carry out the entire processing and analysis pipeline. The software is ready to be integrated with existing standard-based ICT infrastructure for health such as RIS and PACS.



## Brevetti

### Titolo

Procedimento e sistema per la determinazione del volume di grasso cardiaco epicardico a partire da immagini volumetriche, e relativo programma per elaboratore.

Rif. CNR **10167**

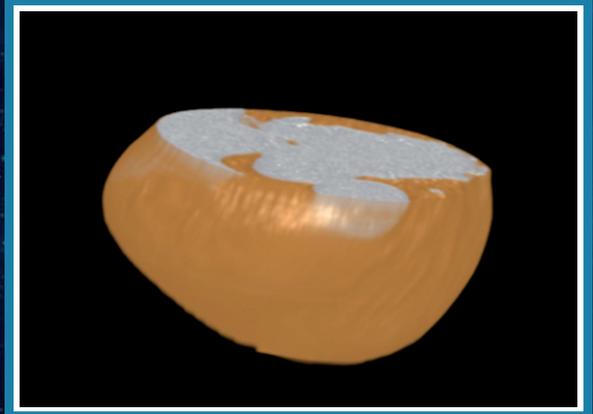
**Titolare(i):** CNR

**Istituto(i):** ISTI - IFC

**Inventore di riferimento:** D. Moroni – G. Coppini

**Territori di vigenza:** IT, FR, UK, DE, NL

**Data di priorità:** 17/01/2012



### Abstract

La quantificazione del grasso epicardico permette di ottenere un parametro indipendente, oggettivo, utile per la stratificazione prognostica e la valutazione longitudinale del rischio cardiovascolare. Questo è ampiamente documentato in letteratura in vari studi clinici. A oggi, non sono tuttavia noti metodi che permettano una misura affidabile, riproducibile e utilizzabile nella pratica clinica del volume di grasso cardiaco a partire da scansioni standard di tomografia computerizzata.

La presente invenzione supplisce a questa mancanza fornendo un procedimento di semplice impiego, utilizzabile nella pratica clinica, che permetta una misura accurata e riproducibile del volume di grasso cardiaco a partire da immagini volumetriche, quali le immagini tomografiche acquisite con o senza mezzo di contrasto, ad esempio quelle ottenute nel corso dei comuni esami di angio-TC coronarica.

### Background

Il grasso pericardico, come altre localizzazioni viscerali di grasso, è correlato ad importanti patologie cardiovascolari e metaboliche ed è ritenuto indicatore significativo dei relativi fattori di rischio. Numerosi studi clinici hanno dimostrato l'importanza della quantificazione del grasso epicardico la quale permette di ottenere un parametro indipendente, oggettivo, utile per la stratificazione prognostica e la valutazione longitudinale del rischio cardiovascolare.

### Tecnologia

L'invenzione fa uso di una convenzionale Angio-TC per ottenere una stima della superficie epicardica mediante un modello tridimensionale generato da uno sviluppo in serie di armoniche sferiche vettoriali. Si procede quindi al calcolo del volume di grasso cardiaco sulla base dei voxel localizzati all'interno della superficie epicardica, aventi livello di attenuazione caratteristici del tessuto adiposo.

### Vantaggi e Applicazioni

Il procedimento rende possibile la misura del volume del grasso cardiaco richiedendo una ridotta interazione con l'utente ed è caratterizzato da alta ripetibilità, bassa variabilità inter- ed intra-operatore e rapidità di esecuzione. Inoltre, è utilizzabile nella pratica clinica, anche da personale non medico, permettendo lo studio di malattie cardiovascolari e metaboliche su vaste popolazioni.

### Stadio di Sviluppo

È stato realizzato un programma per elaboratore, provvisto di interfaccia utente, per svolgere l'intero percorso di analisi e stima del grasso pericardico. Il programma si integra facilmente in infrastrutture sanitarie informatizzate munite di RIS/PACS.

## Patent

**Title**

Thermal-hygrometric monitoring of wide surfaces by IR Thermography.

Ref. CNR 1721

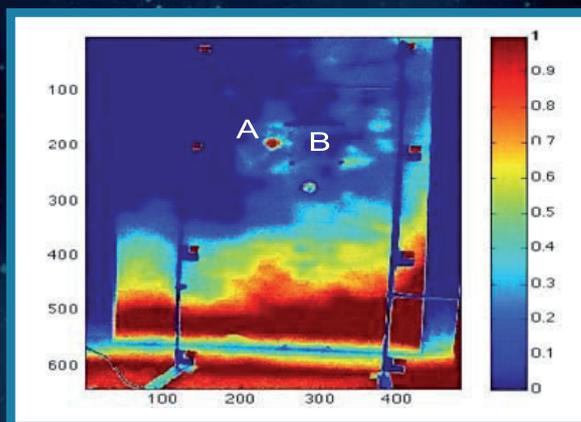
Assignee(s): CNR

CNR Institute: ITC

Main Inventor: Paolo Bison

Countries: IT

Priority date: 05/05/2006

**Abstract**

The present invention refers to a method that allows to measure the air relative humidity, absolute humidity, and dew point by means of a thermographic equipment; this method is relevant – also thanks to a particular device described in this patent – for wide surfaces (i.e. a wall), particularly for artistic and historical patrimony.

The moisture content of the wall is determined through the distribution and evolution of surface temperature by means of specific algorithms that identify the risk areas. The optical nature of the monitoring makes the scan fast and contactless.

**Background**

The main applications of IR thermography for the humidity detection are based on: a) absorption of infrared radiation (optical method); b) variation of the porous material thermal properties depending on the humidity content (dynamic thermal method); c) evaporative cooling (passive thermal method).

**Technology**

The method allows to quantitatively determine the main thermo-hygrometric parameters both of the air and of the solid surface. The device, called 'Irsicro', is positioned close to the surface to be monitored and the temperature difference between 'wet bulb' and 'dry bulb' is measured by an IR camera. At the same time, the moisture content of the surface (i.e. a wall) is measured depending on the thermal effects due to evaporation.

**Advantages and Applications**

The evaporative process, due to the migration of salts inside the materials, is the main responsible of the degradation of the surfaces of the artistic and historical patrimony. The key points of the humidity analysis are the knowledge of the water content and of the exchange of vapour between surface and air. All the measurements are carried out with the same instrument reducing the inter-calibration errors.

**Development stage**

A prototype of the equipment, with a high level of automation, is available at ITC-CNR in Padova. It consists of a IR camera with microbolometer sensor that is mounted on a pan-tilt head and a grid of 'Irsicro'. The instrument was already utilized in several measurement campaigns: Chiesa di Baver (TV), La Torrazza del Castello di Masino (TO), Chiesa di San Vito L'Aquila (AQ), Abbazia di Novalesa (TO), Chiesa di San Gottardo Asolo (TV).

## Brevetti

### Titolo

Metodo di rilevazione termografica delle condizioni termoigrometriche di ampie superfici.

Rif. CNR 1721

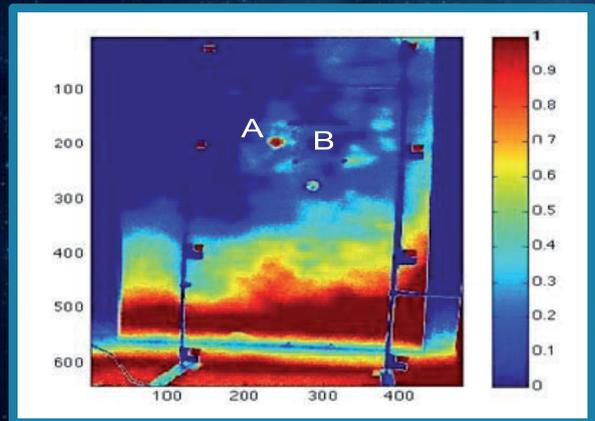
Titolare(i): CNR

Istituto: ITC

Inventore di riferimento: Paolo Bison

Territori di vigenza: IT

Data di priorità: 15/05/2006



### Abstract

Il brevetto si riferisce ad un metodo che consente di misurare l'umidità relativa, assoluta ed il punto di rugiada dell'aria umida attraverso la sola rilevazione termografica; il metodo di misura è applicabile, grazie ad un apposito dispositivo, descritto nel brevetto, ad ampie superfici, in particolare di interesse storico-artistico. Il contenuto di umidità della superficie (ad esempio una parete) viene stimata a partire dalla distribuzione e dall'evoluzione della temperatura superficiale con algoritmi specifici, orientati a mostrare le aree a rischio. Le rilevazioni, essendo di natura ottica, sono molto rapide e non richiedono nessun contatto con la superficie stessa.

### Background

Le principali modalità di impiego della termografia IR per la rilevazione dell'umidità si basano sui seguenti fenomeni fisici: a) assorbimento selettivo della radiazione infrarossa (metodo ottico); b) influenza del contenuto d'acqua sulle caratteristiche dei mezzi porosi (metodo termico dinamico); c) raffreddamento evaporativo (metodo termico passivo).

### Tecnologia

Il metodo determina quantitativamente le principali grandezze termoigrometriche, sia relative all'aria che alla superficie solida. Un dispositivo innovativo, denominato 'Irsicpro', viene collocato in vicinanza della superficie esaminata e la differenza di temperatura 'bulbo asciutto'/'bulbo bagnato' viene misurata per mezzo di una termocamera ad infrarossi. Allo stesso tempo, il contenuto di umidità della superficie (per esempio una parete) viene misurato in base agli effetti termici legati alla evaporazione.

### Vantaggi e Applicazioni

Il processo evaporativo, con la migrazione di sali all'interno del materiale, è il principale responsabile del degrado delle superfici di interesse storico artistico. I punti chiave dell'analisi dell'umidità sono la conoscenza del contenuto d'acqua del materiale e dello scambio di vapore tra superficie ed atmosfera. Tutte le misure sono ottenute con lo stesso strumento, riducendo gli errori di calibrazione tra strumenti diversi.

### Stadio di Sviluppo

Un prototipo dello strumento, con elevato grado di automazione, è disponibile presso ITC-CNR di Padova. Comprende una termocamera microbolometrica montata su testa pan-tilt e una griglia di dispositivi 'Irsicpro'. Lo strumento è stato utilizzato in varie campagne di misura: Chiesa di Baver (TV), La Torrazza del Castello di Masino (TO), Abbazia di Novalesa (TO), Chiesa di San Vito L'Aquila (AQ), Chiesa di San Gottardo Asolo (TV).

## Patent

### Title

Biomedical device for robotized rehabilitation of a human upper limb, particularly for neuromotor rehabilitation of the shoulder and elbow joint.

Ref. CNR **10156**

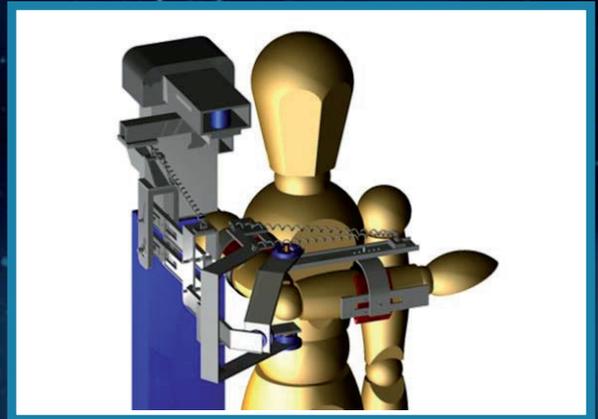
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** ITIA

**Main Inventor:** Matteo Malosio

**Countries:** IT, EP, US

**Priority date:** 28/09/2010



### Abstract

The present invention relates to a biomedical device for assisted neuromotor rehabilitation of the shoulder and elbow joints of a human body. The present invention overcomes limitations affecting pre-existing exoskeletons for neurorehabilitation and, in particular, a) the intrinsic kinematic singularity of the structure nearby a completely extended configuration of the elbow, b) the approximation of the shoulder movement by a spherical joint. Overcoming these limitations results in an extended range of motion of the whole upper limb with a more adaptable mobility to the shoulder movement. The developed kinematic structure can be exploited to realize both a passive, unactuated and gravity-balanced exoskeleton, helpful to support the patient's arm with a lightweight and cost-effective solution, and an actuated one for patients with few residual motion abilities.

### Background

Nowadays, in order to improve and optimize techniques of neuromotor rehabilitation of the human body limbs, it is known art to use motorized or assistive device to allow the patient musculoskeletal apparatus to follow physiological movements. Developed solutions typically lack of a) an extended exploitable mobility of the elbow articulation and b) a comfortable and human-compatible motion of the joint replicating the complex human shoulder articulation.

### Technology

The present invention refers to a biomedical device made up of a hybrid kinematic structure, characterized by both actuated and unactuated joints, associable respectively with the upper arm and the forearm, and connected by a peculiar arrangement of joints preventing the elbow singularity and allowing a suitable mobility to shoulder movements.

### Advantages and Applications

The kinematic architecture allows a wide mobility of the elbow joint and a human-compatible motion of the shoulder joint. The kinematic scheme can be exploited to realize both an active and a passive gravity-balanced exoskeleton, to support the upper arm mass and facilitate rehabilitation exercises. It is interfaceable with additional physiological devices for multimodal assistive rehabilitations.

### Development stage

A prototype of the exoskeleton is been developed in two different versions within the RIPRENDO@home project: the first one will enable a patient to move the upper limb, passively supporting its mass thanks to a system of spring-based gravity-balanced mechanism. The second one is a robotic exoskeleton enabling the execution of assisted movements to be installed in clinics and rehabilitation centers.

## Brevetti

### Titolo

Dispositivo biomedico per la riabilitazione robotizzata dell'arto superiore umano, particolarmente per la riabilitazione neuromotoria dell'articolazione della spalla e del gomito.

Rif. CNR **10156**

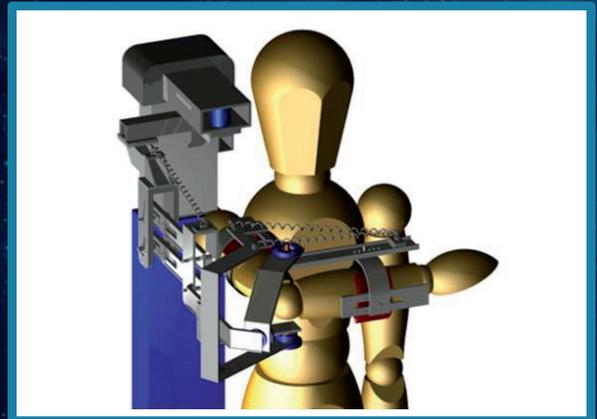
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ITIA

**Inventore di riferimento:** Matteo Malosio

**Territori di vigenza:** IT, EP, US

**Data di priorità:** 28/09/2010



### Abstract

La presente invenzione di riferisce ad un dispositivo biomedicale per la riabilitazione assistita della spalla e del gomito dell'arto superiore umano. Essa supera i limiti tipici degli esoscheletri preesistenti e, in particolare, a) l'intrinseca singolarità cinematica del gomito in caso di movimenti vicini alla completa estensione dello stesso e b) l'approssimazione del movimento della spalla come un giunto sferico. Ciò consente di ottenere un esteso *range of motion* per l'intero arto superiore con un'elevata mobilità dei movimenti della spalla. La struttura cinematica sviluppata può essere sfruttata per realizzare sia esoscheletri passivi, non attuati e compensati gravitazionalmente, utili per supportare l'arto del paziente tramite una soluzione leggera e relativamente economica, sia esoscheletri attivi per pazienti con poche o nulle mobilità residue.

### Background

Al fine di migliorare ed ottimizzare le tecniche di riabilitazione neuromotoria per gli arti del corpo umano, è sempre più diffuso l'uso di dispositivi motorizzati o passivamente compensati per consentire all'apparato muscoloscheletrico del paziente di eseguire movimenti fisiologici. Le soluzioni sviluppate finora però sono affette a) da una limitata mobilità dell'articolazione del gomito e/o b) da un movimento dei giunti che non è in grado di adattarsi validamente all'articolazione della spalla.

### Tecnologia

La presente invenzione di riferisce ad un dispositivo medico costituito da una struttura a cinematica ibrida, caratterizzata sia da giunti attuati sia da giunti non attuati, associabile al braccio e all'avambraccio e collegati in modo tale da limitare/evitare la singolarità cinematica del gomito e consentire una buona compatibilità con l'articolazione della spalla.

### Vantaggi e Applicazioni

Struttura cinematica ibrida in grado di garantire un'elevata mobilità del gomito e un movimento compatibile con l'articolazione della spalla. Lo schema cinematico può essere utilizzato per realizzare sia una versione attiva sia una versione bilanciata passivamente, per supportare la massa del braccio e facilitare l'esecuzione di movimenti riabilitativi. Interfacciabile con ulteriori dispositivi per riabilitazione assistita multimodale.

### Stadio di Sviluppo

Un prototipo dell'esoscheletro è attualmente in fase di sviluppo in due differenti versioni all'interno del progetto nazionale *RIPRENDO@home*. Il primo consentirà al paziente di muovere l'arto superiore supportando passivamente la sua massa totale attraverso un opportuno set di molle. Il secondo, essendo attivo, consentirà l'esecuzione di movimenti assistiti e sarà dedicato a cliniche e centri di riabilitazione.

## Patent

**Title**

Device for the rehabilitation of movements of the foot.

Ref. CNR **10172**

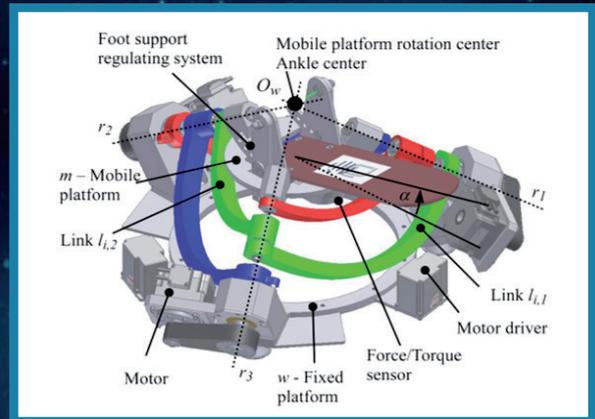
Assignee(s): CNR

CNR Institute: ITIA

Main Inventor: Matteo Malosio

Countries: IT, EP, US

Priority date: 20/12/2011

**Abstract**

The present invention relates to neuromuscular rehabilitation, referring in particular to the neurorehabilitation of the ankle, describing a device and a method ensuring foot movement motions highly compatible with physiological movements of the ankle musculoskeletal apparatus. To achieve this goal a fully-parallel three-degrees-of-freedom spherical kinematic architecture has been exploited and specifically configured in order to guarantee that the center of rotation of the foot support is placed nearby the actual center of rotation of the foot, at the center of the ankle articulation. A force sensor and additional feedback signals, as electromyography, can be integrated to be exploited by the control loop implementing assistive control logics.

**Background**

Devices for the rehabilitation of the foot with more than one degree of freedom are typically characterized by the center of rotation of the platform which is not configured nearby the actual center of rotation of the ankle; it leads compensatory and desired motions by the patients and reduces the overall therapy effectiveness.

**Technology**

The device comprises a mobile platform supporting the foot connected to the ground by means of a spherical parallel kinematic mechanism with three rotational degrees of freedom allowing only rotations of the platform with respect to the supporting base around axes intersecting in a single point nearby the actual center of rotation of the foot.

**Advantages and Applications**

The present device permits a control of active, passive and assisted movements, compatibly with the natural anatomic conditions and physiological movements of the ankle articulation. Typical applications are related to neuromuscular rehabilitation of foot movements.

**Development stage**

The first prototype is completely assembled and is currently being tested in rehabilitation centers. New functionalities of the control system are constantly being implemented. The respect of required functionalities has been assessed exploiting a group of healthy subjects; clinical trials with impaired people started recently.

## Brevetti

**Titolo**

Dispositivo per la riabilitazione dei movimenti del piede.

Rif. CNR **10172**

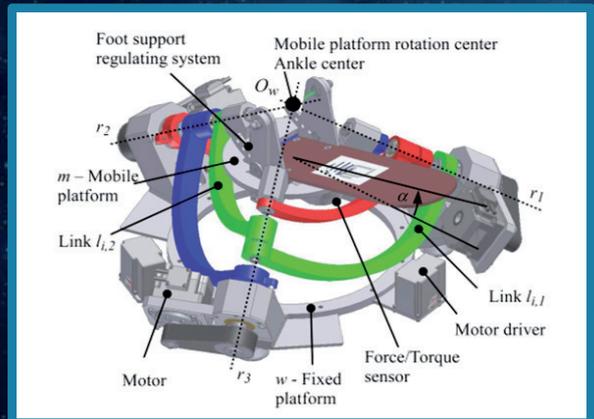
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ITIA

**Inventore di riferimento:** Matteo Malosio

**Territori di vigenza:** IT, EP, US

**Data di priorità:** 20/12/2011

**Abstract**

La presente invenzione si inserisce all'ambito della riabilitazione neuromuscolare e in particolare della neuroriabilitazione della caviglia, descrivendo un dispositivo e un metodo in grado di assicurare movimenti del piede compatibili con i movimenti fisiologici dell'apparato muscoloscheletrico della caviglia stessa. A tal fine, una struttura cinematica parallela sferica a tre gradi di libertà è stata adattata, e specificatamente ottimizzata, per garantire che il centro di rotazione del supporto del piede possa essere collocato nei pressi del reale centro di rotazione del piede stesso, circa al centro dell'articolazione. Un sensore di forza ed ulteriori segnali di feedback, come l'elettromiografia, possono essere integrati nel sistema di controllo per implementare opportune logiche di controllo assistite.

**Background**

I dispositivi per la riabilitazione del piede con più di un grado di libertà sono tipicamente caratterizzati da un centro di rotazione della piattaforma mobile che non è posizionato nei pressi del reale centro di rotazione della caviglia; ciò causa movimenti compensatori da parte del paziente e riduce la totale efficacia del dispositivo.

**Tecnologia**

Il dispositivo è costituito da una piattaforma mobile in grado di supportare il piede e collegata al terreno tramite un meccanismo sferico parallelo, caratterizzato da tre gradi di libertà rotativi. Esso consente alla base di ruotare attorno ad un punto fisso posizionabile/configurabile nei pressi del reale centro di rotazione della caviglia.

**Vantaggi e Applicazioni**

Il dispositivo permette il controllo di movimenti attivi, passivi e assistiti, compatibilmente con le reali condizioni anatomiche dell'articolazione della caviglia. L'ambito di applicazione tipico è individuabile nella riabilitazione neuromotoria dei movimenti del piede.

**Stadio di Sviluppo**

Il primo prototipo è completamente assemblato ed è attualmente in fase di validazione sperimentale; nuove funzionalità del sistema di controllo vengono continuamente implementate. Il rispetto delle funzionalità richieste è stato validato tramite un set di volontari e recentemente sono iniziati studi clinici su un insieme di pazienti all'interno di strutture ospedaliere.

## Patent

### Title

Device for reproducing shoe mold and related apparatus (Foot Glove).

Ref. CNR **10222**

Assignee(s): CNR

CNR Institute: ITIA

Main Inventor: Luca Greci

Countries: IT

Priority date: 12/06/2012



### Abstract

The core issues of mass customization (MC) are to provide more and more conveniences to meet customer's customized requirements and to ensure near mass production efficiency and quality in manufacturing processes. Since in the footwear sector MC provides the possibility to choose shoes with different materials, colors, sizes and performances, the shops need big stocks in order to give the possibility to the customer to try the different solutions available. The FootGlove (FG) is a haptic device simulating the internal volume of the shoe through a set of mechatronics mechanism. It allows the customers to try, as dimensions as walking, shoes that are not yet manufactured supporting them in the choice of their best fitting shoes.

### Background

Product diversification is getting more important in industry as well as in footwear sector also for competing with the BRIC companies able to offer quality products at affordable prices. To maintain competitiveness is necessary to provide added value products as MC does giving personalized products at competitive prices. Major brands have already gone down this road. However, try-on and size up of a shoe, which has not yet produced, are still missing.

### Technology

FG is able to reproduce different shoe sizes and a real sole shape by a continuous curve and to support the foot in the zones where the user's weight is more. The mechanism consists of rigid metal parts linked with deformable rubber elements. The rubber elements enable the user to walk wearing the devices. The mechanism to pass from one size to another one consists of tie-rod strand of steel, running longitudinally through the sole and it is activated by a screw.

### Advantages and Applications

Using the FG, customers can check if the selected size fits on the feet and if the insole performance answers the expectation. Moreover she/he can tune the dimension of the internal volume of the FG respect to her/his feet to find a better fitting or change the insole. The manufacturer can easily find the best existing last (size available) or provide information regarding the shoes that will be manufactured (namely about the last that has to be realized).

### Development stage

FG prototype has been done with the purpose of validate the design requirements. Some tests about the matching between the feelings (dimensions and walking) provided by the real shoes and the FG has been performed with good results. Second generation of the FG is in progress. It will improve aspects not fully satisfying the requirements.



## Brevetti

### Titolo

Dispositivo per riprodurre forme di scarpe e relativo apparato (Foot Glove).

Rif. CNR 10222

Titolare(i): CNR

Istituto: ITIA

Inventore di riferimento: Luca Greci

Territori di vigenza: IT

Data di priorità: 12/06/2012



### Abstract

Obiettivo della Mass Customization (MC) è fornire strumenti per la personalizzazione mantenendo l'efficienza e la qualità dei processi manifatturieri di produzione di massa. La MC, applicata al settore calzaturiero, permette di scegliere scarpe con diversi materiali, colori, dimensioni e performances.

Tutto ciò comporta uno sforzo notevole in termini di scorte a magazzino per i negozi che vogliono offrire al cliente la possibilità di provare le differenti soluzioni.

Il FootGlove (FG) è un dispositivo aptico che, attraverso un set di meccanismi meccatronici, permette di simulare il volume interno delle calzature. Il FG permette al cliente di provare, sia da un punto di vista dimensionale che di camminata, scarpe non ancora prodotte aiutandolo nella scelta del suo miglior fitting.

### Background

La diversificazione dei prodotti nel settore calzaturiero sta assumendo un ruolo sempre più importante a causa della competizione con le aziende dell'area BRIC che sono in grado di fornire prodotti di qualità a prezzi convenienti. Fornire valore aggiunto al prodotto diventa pertanto fondamentale per mantenere competitività. Alcuni dei maggiori brand del settore hanno già intrapreso questa strada: tuttavia, la prova di una calzatura non ancora prodotta rimane un punto di debolezza.

### Tecnologia

Il FG è in grado di riprodurre differenti taglie di scarpe e la forma della suola attraverso una curva continua e di supportare il piede nell'area di maggior carico di peso. Il meccanismo è composto da parti metalliche collegate tra di loro con elementi deformabili di gomma; questi ultimi permettono all'utente di camminare indossando il FG. Il meccanismo per passare da una numerata ad un'altra è composto da un cavo d'acciaio che attraversa longitudinalmente il dispositivo ed è azionato da una vite.

### Vantaggi e Applicazioni

Utilizzando il FG, il cliente può verificare se la taglia selezionata è quella desiderata e se la soletta soddisfa le performance aspettate. Inoltre i clienti possono effettuare delle regolazioni per modificare il volume interno del FG oppure cambiare la soletta per trovare la soluzione a loro più congeniale. Il produttore può in questo modo trovare la miglior forma da scarpe esistente (dimensione disponibile) o fornire informazioni in merito alle scarpe che dovranno essere prodotte (dimensioni della forme da scarpe da realizzare).

### Stadio di Sviluppo

Il prototipo del FG è stato costruito con l'intento di validare i requisiti di progettazione; sono stati effettuati dei test circa la corrispondenza delle sensazioni fornite indossando la scarpa reale e il FG, sia da un punto di vista dimensionale sia durante la camminata, con risultati sono stati soddisfacenti. Al momento è allo studio la seconda generazione di FG nella quale saranno migliorati tutti quegli aspetti ritenuti carenti dopo la fase di test.



## Patent

### Title

A device for supporting and for adjusting the position of a patient's head during surgeries.

Ref. CNR **10232**

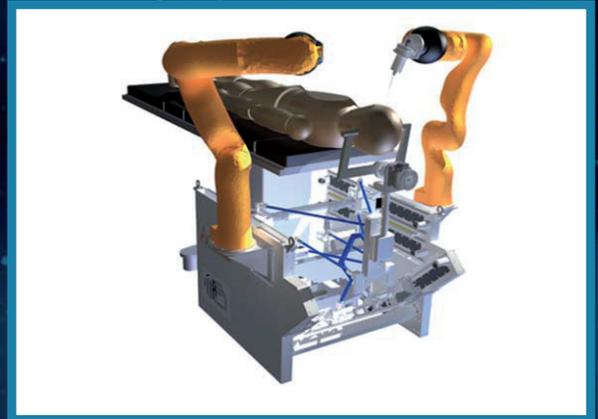
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** ITIA

**Main Inventor:** Lorenzo Molinari Tosatti

**Countries:** IT, FR, DE, CH, ES, SE, UK

**Priority date:** 03/08/2012



### Abstract

The present invention relates to a device for supporting and adjusting the position of a patient's head during surgeries or diagnostics; it allows a fine positioning and regulation and permits also rotation only or translation only adjustment without simultaneously modifying the position and orientation relative to the remaining translation and rotation axes. Such device regulate and adjust the patient's head in accordance with the natural mobility of the neck's joint and muscles, with high speed and precision, as well as with high support rigidity both during and after the adjustment. Beside, the device allows to respond in real time to stress or sudden voluntary or involuntary movements of the patient, as in "awake surgery", avoiding stress and severe pain in the patient.

### Background

Prior art devices for supporting patient's head ensure high stiffness but they do not allow an easy and precise adjustment of its position during the whole surgical operation. Manual adjustment of known devices is allowed unlocking mechanical constraints but is not assisted in any way and cannot easily performed during the surgical operation by a single surgeon. Moreover, their passive nature does not allow a quick, precise, easy and autonomous real-time repositioning and control of the head position.

### Technology

The invention refers to a hybrid kinematics adjustment mechanism, characterized by a peculiar partially-decoupled five-degrees-of-freedom parallel kinematics and one serial, properly controlled according to signals generated by external sensors or manual commands, able to control in real-time the patient's head position during surgical operations.

### Advantages and Applications

This device permits a precise positioning and adjustment of the patient's head during surgical operations; furthermore it guarantees natural movements of neck's muscles and joints. It has free side and top access above the patient's head to allow accessibility by surgeons and medical personnel.

### Development stage

Executive drawings of the supporting device and adjusting mechanism are available, as well as a very first prototype developed during the FP7 Active European Project FP7-ICT-2009-6270460. Experiments conducted with such prototype have assessed the respect of functional and application requirements and proper control algorithms are currently being developed.



## Brevetti

### Titolo

Dispositivo per il supporto e per la regolazione della posizione della testa di un paziente durante interventi chirurgici.

Rif. CNR **10232**

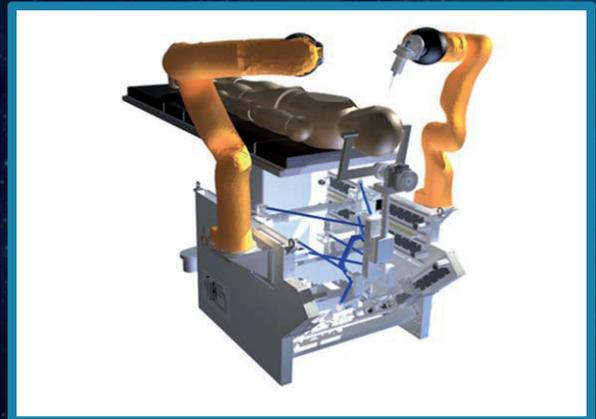
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ITIA

**Inventore di riferimento:** Lorenzo Molinari Tosatti

**Territori di vigenza:** IT, FR, DE, CH, ES, SE, UK

**Data di priorità:** 03/08/2012



### Abstract

La presente invenzione si riferisce a un dispositivo per il supporto e la regolazione della posizione della testa di un paziente durante interventi chirurgici o diagnostici. La peculiare struttura cinematica è caratterizzata da un parziale disaccoppiamento dei gradi di libertà di traslazione da quelli di rotazione. Tale dispositivo modifica la posizione della testa secondo la naturale mobilità dei giunti e dei muscoli del collo, con elevata velocità, precisione e rigidità del supporto, sia durante sia dopo la regolazione. Inoltre, il dispositivo consente di rispondere in tempo reale a repentini volontari o involontari movimenti del paziente (come durante operazioni di "awake surgery"), evitando stress e dolore al paziente.

### Background

Dispositivi allo stato dell'arte utili per il supporto della testa del paziente durante interventi chirurgici non consentono una facile e precisa regolazione della sua posizione durante l'intera operazione chirurgica. La regolazione manuale di tali dispositivi è permessa sbloccando opportuni vincoli meccanici, ma non è in alcun modo assistita e non può essere effettuata durante l'operazione chirurgica da un solo chirurgo. Inoltre, essendo passivi, non consentono un veloce, preciso, facile e autonomo riposizionamento e controllo della posizione della testa.

### Tecnologia

L'invenzione si riferisce a un meccanismo a cinematica ibrida caratterizzato da una peculiare cinematica parallela parzialmente disaccoppiata a cinque gradi di libertà, in grado di essere controllata secondo segnali provenienti da sensori esterni o comandi manuali, in grado di controllare in tempo reale la posizione della testa del paziente durante un'operazione chirurgica.

### Vantaggi e Applicazioni

Il dispositivo permette il preciso posizionamento e la regolazione della posizione della testa del paziente durante operazioni chirurgiche; inoltre garantisce la compatibilità con i movimenti naturali dei muscoli e dei giunti del collo. Il dispositivo possiede accesso laterale e al disopra della testa, per consentire accessibilità da parte dei chirurghi e del personale medico.

### Stadio di Sviluppo

I disegni esecutivi ed il primo prototipo sono attualmente disponibili e sono stati realizzati all'interno del progetto europeo FP7 Active European Project FP7-ICT-2009-6270460. Gli esperimenti condotti hanno confermato il rispetto delle specifiche di progettazione e dei requisiti dell'applicazione. Attualmente sono in fase di sviluppo gli algoritmi per il controllo del moto.



## Patent

### Title

Improvements in the optical interconnection systems between signal switching circuit boards.

Ref. CNR **10276**

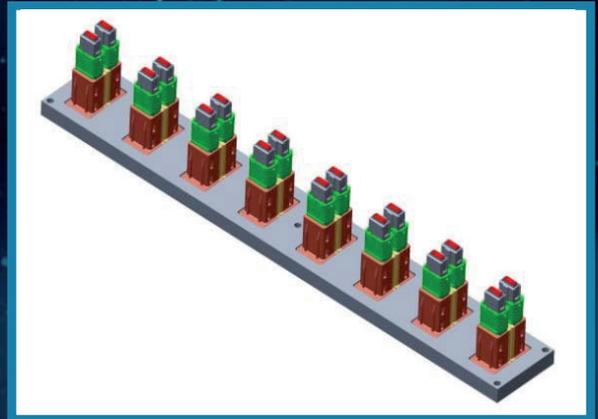
**Assignee(s):** CNR

**CNR Institute:** ITIA

**Main Inventor:** Vito Basile

**Countries:** EP, PCT

**Priority date:** 26/06/2013



### Abstract

The present invention refers to an optical interconnection circuit for backplane in high capacity ICT apparatus and related automatic assembly method. The solution is based on a planar (on the backplane or on a close parallel plane) development of the fiber optics ribbon paths inside a mechanical support (frame) and a controlled deformation of the optical fibers thanks to mechanical constrains embedded into the frame. The optical fibers ribbons are general purpose and available and all connectors are standardized. The overall optical interconnection circuits are partialized into N independent circuits, each of which connects all cards mounted on the backplane. This partition has considerable advantages in terms of ease of maintenance (time and cost reduction). In the Tx-Rx connection, optical fibers are not splitted and they always remains inside a ribbon.

### Background

The state of the art consists of external optical circuits. These circuits are made in two types: Flexible circuits (optical fibers are placed on a flexible substrate) or Stiff circuits (optical fibers are assembled inside a stiff housing). In all cases, starting from Tx connectors, all optical fibers of each ribbon must be splitted and routed to the Rx connectors. Each backplane optical circuit is a monolithic object.

### Technology

The solution is based on controlled deformations of the optical fiber ribbons, using an optimized layout and special components as fibers support and protection (frame). These frames have been designed with constrains (pins, boundary walls, etc) that enforce the ribbons to take an optimized position. Fully automatized assembly technologies, based on automatic vision systems, robotics, industrial automation, are used for the circuit assembly.

### Advantages and Applications

The invention finds application on high capacity ICT apparatus, in particular for switching stations and distribution network. Moreover the assembly method can be applied to other sectors.

Advantages: size reduction compared to the state of the art; more effective production process; modular backplanes; more efficient and cheaper system maintenance; use of commercial optical fibers; IP protection.

### Development stage

The optical interconnection circuit development and prototyping have been completed. The prototypes have successfully passed optical tests and the final functional tests are early planned. Optical circuits production have been studied and manufacturing technologies and related costs have been evaluated. The robotic assembly cell design is in progress.

## Brevetti

### Titolo

Perfezionamenti nei sistemi di interconnessione ottica tra schede circuitali di commutazione di segnale.

Rif. CNR **10276**

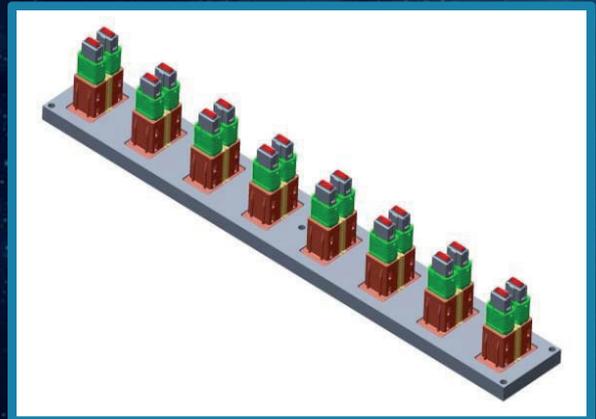
**Titolare(i): CNR**

**Istituto: ITIA**

**Inventore di riferimento: Vito Basile**

**Territori di vigenza: EP, PCT**

**Data di priorità: 26/06/2013**



### Abstract

L'invenzione consiste in un circuito di interconnessione ottica per backplane in apparati ICT ad elevata capacità e del relativo metodo di assemblaggio automatico. La soluzione è basata sullo sviluppo delle connessioni tra schede su un piano parallelo e/o coincidente con il backplane, all'interno di un supporto meccanico (telaio) dotato di vincoli meccanici ottimizzati, e sulla deformazione controllata delle fibre ottiche. La soluzione usa fibre ottiche commerciali ed un sistema standardizzato di connettorizzazione. I circuiti di interconnessione sono parzializzati in N circuiti separati contenenti altrettante fibre che realizzano la connessione di tutte le schede. Questa parzializzazione rende la soluzione particolarmente favorevole (per tempi e costi) in fase di manutenzione. Le fibre ottiche non vengono separate per realizzare la connessione Tx-Rx, rimanendo sempre integre sotto forma di ribbon.

### Background

Nella realizzazione di circuiti di interconnessione per backplane la tecnica nota consiste nell'impiego di circuiti ottici esterni che possono essere flessibili (fibre posate su un substrato flessibile) oppure rigidi (fibre ottiche assemblate in un involucro protettivo). A partire dai connettori Tx, tutte le fibre ottiche dei ribbon devono essere separate ed instradate ai connettori Rx.

### Tecnologia

La soluzione è basata su deformazioni controllate delle fibre ottiche a ribbon, su un layout ottimizzato dei circuiti e sull'impiego di componenti di supporto e protezione (telaio). Questi ultimi hanno vincoli (puntalini, pareti di contenimento, ecc) che costringono il ribbon ad assumere una giacitura particolarmente favorevole e ridurre l'ingombro. Si usano tecnologie per l'assemblaggio completamente automatizzato dei circuiti ottici di interconnessione (sistemi di visione, robotica, automazione industriale).

### Vantaggi e Applicazioni

L'invenzione si applica alla realizzazione di apparati ICT ottici ad elevata capacità, soprattutto in centrali di commutazione per dorsali o cabine secondarie; la soluzione tecnica di assemblaggio è valida anche per altri settori. I vantaggi sono elencati di seguito: riduzione dell'ingombro rispetto alla tecnica nota; processo produttivo più efficiente; sviluppo backplane modulari; manutenzione più efficiente ed economica; utilizzo di fibre ottiche commerciali; protezione IP.

### Stadio di Sviluppo

Le fasi di sviluppo e prototipazione dei circuiti di interconnessione in fibra ottica sono state completate. I prototipi hanno superato con successo i test ottici e sono imminenti i test funzionali finali. Parte dell'ingegnerizzazione del prodotto è stata già studiata e sono state valutate tecnologie di produzione e relativi costi. E' in corso la progettazione della cella robotizzata per l'assemblaggio automatico.

## Patent

### Title

Safety device for the safe use of industrial apparatuses and robots, and control method for realtime verification of the kinematic state values of a robotized apparatus.

Ref. CNR **10157**

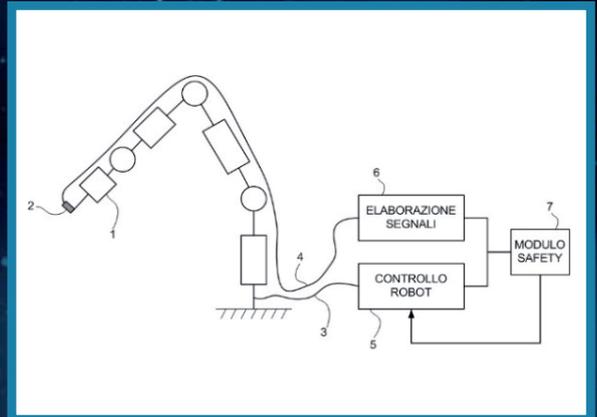
Assignee(s): CNR

CNR Institute: ITIA

Main Inventor: Federico Vicentini

Countries: IT, EP, US

Priority date: 28/09/2010



### Abstract

The method validates motion figures of mechanisms with sensors (e.g. robots) through inertial platforms for purpose of safety of machinery. The functional safety (EN ISO 13489) for robots or similar devices involves the verification of reliability and the monitoring of control signals to ensure full (> 99%) detection of failures. The method introduces a functional redundancy to the system through external sensors, which are applied to the machine, capable of providing an equivalent information. Instantaneous kinematics inconsistencies are identified in highly dynamic phenomena (eg. Motors runaways), despite the presence of drift errors in the integration of sensor signals. In absence of true reference signals/data (ground truth), both channels are subjected to functional testing, reducing the probability of not detecting data discrepancies.

### Background

The invention refers to robot safety equipment and technology. The verification of kinematic signals for the purpose of safety is required in line and along trajectories not known a priori. Known applications include safety-checks through the verification of robot motion belonging to intervals recorded before motion execution; while the use of inertial platforms is known for motion tracking and the verification of safety thresholds, it is not known for the purposes of functional safety (not usable in validation/certification).

### Technology

The method uses generic unsafe channels, related to different sensors, for the cross-verification of safety-critical data. The comparison, running on dedicated certified devices, verifies the integrity and consistency of such data. The verification method allows the usage of the very same data for zeroing the errors of inertial platforms, preserving the reliability of the following step of the calculation.

### Advantages and Applications

The invention can be used as a safety equipment added to devices lacking of safety properties and are used in collaborative robotic applications. The main advantages are the independent external configuration as an auxiliary system component, the ability to rapidly detect hazardous phenomena and the simplicity of the procedure for resetting all drift errors.

### Development stage

A prototype algorithm (calculation and logical verification for error zeroing) on experimental platform (robot, inertial sensor, CPU safe (ISO 13489 PLe) and not safe) is available. After patent filing, functional safety in data transfer protocols has been completed.

**Brevetti****Titolo**

Apparecchiatura robotizzata con dispositivo di sicurezza perfezionato e metodo di controllo per la verifica in tempo reale delle grandezze cinematiche di stato dell'apparecchiatura robotizzata.

Rif. CNR **10157**

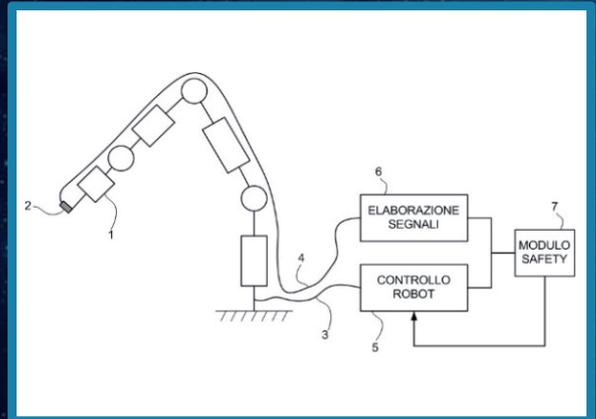
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ITIA

**Inventore di riferimento:** Federico Vicentini

**Territori di vigenza:** IT, EP, US

**Data di priorità:** 28/09/2010

**Abstract**

Il metodo convalida grandezze di moto di un meccanismo sensorizzato (ad es. robot) attraverso piattaforme inerziali ai fini della sicurezza delle macchine. La sicurezza funzionale (EN ISO 13489) per robot o dispositivi simili prevede la verifica di affidabilità e il monitoraggio dei segnali delle grandezze di controllo per garantire integralmente (>99%) l'individuazione di guasti. Il metodo introduce una ridondanza funzionale al sistema attraverso sensori esterni, applicati alla macchina, in grado di produrre una informazione equivalente. Sono identificate discordanze cinematiche istantanee dovute a fenomeni a dinamica elevata (ad es. motori in fuga), pur in presenza di errori di deriva nell'integrazione dei segnali dei sensori. In assenza di un segnale/dato veritiero assoluto (ground truth) entrambi i canali sono sottoposti a verifica funzionale, riducendo la probabilità di non individuare discordanze.

**Background**

L'invenzione di inserisce tra le dotazioni di sicurezza dei robot e monitoraggio condizioni di sicurezza. La verifica dei segnali cinematici ai fini della sicurezza è richiesta in linea e lungo traiettorie non note a priori. Sono note solo applicazioni in cui la sicurezza è verificata come rispetto di intervalli codificati prima dell'esecuzione del moto; mentre l'uso di piattaforme inerziali è noto per il tracciamento del moto e la verifica di soglie di sicurezza, non è noto ai fini della sicurezza funzionale (non usabile in validazione).

**Tecnologia**

Il metodo utilizza canali generici, relativi a sensori diversi, per la verifica di grandezze critiche per la sicurezza. La comparazione, eseguibile su dispositivi dedicati e certificati, verifica l'integrità e la consistenza di tali dati. Il metodo di verifica consente di usare i dati stessi come azzeramento dell'errore nell'utilizzo delle piattaforme inerziali, preservando l'affidabilità del passo di calcolo successivo.

**Vantaggi e Applicazioni**

L'invenzione può essere utilizzata come dotazione di sicurezza aggiunta a dispositivi che non ne sono provvisti e sono impiegati in applicazioni robotiche collaborative con l'uomo (es. medicale). I vantaggi principali sono la configurazione come accessorio indipendente esterno alla macchina; la possibilità di intercettare fenomeni rischiosi rapidi; la semplicità della procedura di azzeramento dei disturbi di deriva.

**Stadio di Sviluppo**

E' disponibile un prototipo dell'algoritmo (calcolo e verifica logica per azzeramento errore) su piattaforma sperimentale (robot, sensore inerziale, CPU safe (ISO 13489 PLe) e non safe). Successivamente al deposito è stata completata la sicurezza funzionale del protocollo dati.

## Patent

### Title

Device and method for the manipulation of components based on vacuum principle.

Ref. CNR 10252

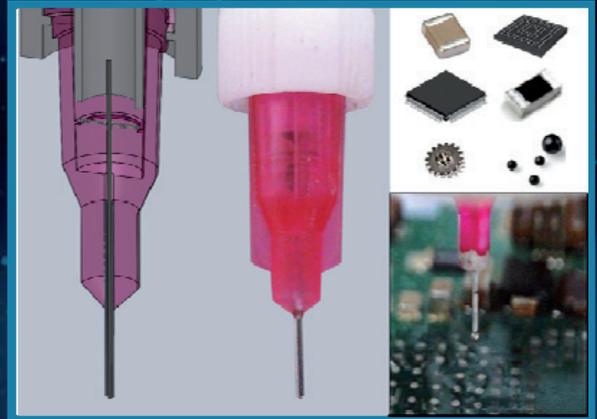
Assignee(s): CNR

CNR Institute: ITIA

Main Inventor: Serena Ruggieri

Countries: IT, PCT

Priority date: 26/03/2013



### Abstract

The manipulation of millimetric and sub-millimetric components presents several issues, often negligible at the macro-scale. Indeed, at the micro-scale, the high surface-to-volume ratio leads to the predominance of the superficial forces (e.g. electrostatic, van der Waals and capillary forces) over the gravitational force, therefore the manipulation of micro-parts is very challenging. In particular, the release is a critical phase of the manipulation. Components often stick to the gripper and, since the gravitational force does not overcome the adhesion, their release becomes uncertain and unreliable. In this context, an innovative vacuum micro-gripping method and device able to cope with the micro-part release issues was conceived. The device is effective, simple, low-cost, low-weight and easy to use and integrate in a manipulation system. It allows to manipulate micro-parts of different shape and material.

### Background

Vacuum grippers are simple, cheap and allow the manipulation of a large variety of components as long as their surface is smooth and not porous. However, the release can be an issue since, due to the superficial forces, the components often stick to the gripper. This reduce their possible range of applications. Many solutions have been implemented so far to improve the release phase, such as the use of a soft blow or additional tools, but their drawbacks make them unsuitable in several applications.

### Technology

This new vacuum manipulation device uses the same actuating system (vacuum pump) for grasping the parts and controlling an innovative mechanical system to assist the release. The mechanical system is inside the gripper body and can move between two main positions, one of which allows the grasping of the component by vacuum and the other forces and improves its release as soon as the pump is turned off.

### Advantages and Applications

The device allows the precise, reliable and safe manipulation of micro-parts, avoiding any considerable increase in weight nor excessive complication of the system. The device can be easily mounted on a robot or integrated in a manual or tele-operated manipulation system. Its applications spread in several sectors including electronics, automotive, micro-mechanics, packaging, telecommunication, medical and biomedical.

### Development stage

A prototype has been fabricated and is currently used in the Laboratory of Micro-robotics at ITIA-CNR. Several experimental tests proved its ability to grasp and release micro-components of different shape and dimension. The prototype has shown very good potentialities in terms of reliability, precision and ease of integration.

## Brevetti

### Titolo

Dispositivo di manipolazione e metodo per manipolare a vuoto un componente.

Rif. CNR 10252

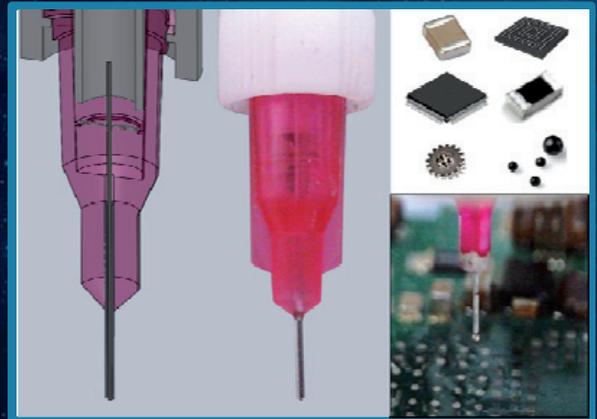
**Titolare(i):** CNR

**Istituto:** ITIA

**Inventore di riferimento:** Serena Ruggieri

**Territori di vigenza:** IT, PCT

**Data di priorità:** 26/03/2013



### Abstract

La manipolazione di componenti millimetrici e sub-millimetrici può presentare delle problematiche solitamente non osservabili per componenti di dimensioni maggiori. Infatti, a causa delle dimensioni ridotte, il rapporto tra superficie e volume aumenta al punto che le forze di adesione superficiale diventano predominanti rispetto alla forza di gravità, rendendo la manipolazione complicata e imprevedibile. Il rilascio dei componenti diventa particolarmente critico, incerto e inaffidabile, poiché essi tendono a rimanere attaccati al dispositivo di manipolazione, non essendo il loro peso sufficiente a vincere le forze di adesione tra le superfici a contatto. Il nuovo dispositivo proposto permette di ottenere un rilascio controllato e preciso di micro-componenti. Inoltre, il dispositivo è stato progettato per essere efficace, semplice, leggero, economico e facilmente integrabile in un sistema di manipolazione.

### Background

I dispositivi di micro-manipolazione a vuoto sono diffusamente utilizzati perché semplici, economici e in grado di manipolare una discreta gamma di componenti, anche fragili, purché con superfici lisce e non porosi; tuttavia, risentono notevolmente del problema del rilascio, che non avviene spontaneamente per effetto della gravità, limitandone il campo d'utilizzo. Ciò ha portato alla concezione di nuovi espedienti per il rilascio, quali l'utilizzo di piccoli soffi o strumenti ausiliari, ma con varie limitazioni.

### Tecnologia

Questo innovativo dispositivo di manipolazione sfrutta un unico sistema di attuazione (pompa a vuoto) per afferrare il componente e movimentare un originale sistema meccanico che ne assiste il rilascio. Il sistema meccanico è integrato nel corpo del dispositivo e si muove tra due configurazioni: una consente la presa tramite il vuoto, mentre l'altra forza e migliora il rilascio ed è raggiunta appena la pompa viene spenta.

### Vantaggi e Applicazioni

Il dispositivo permette la manipolazione precisa, affidabile e sicura di micro-componenti e non comporta un considerevole aumento di peso o complessità del sistema di manipolazione. Il dispositivo può essere montato su un robot o integrato in un sistema di manipolazione manuale e trova applicazione in vari settori, quali: elettronica, automotive, micromeccanica, packaging, telecomunicazioni, medicale e biomedicale.

### Stadio di Sviluppo

È stato realizzato un prototipo del dispositivo, attualmente in uso nel Laboratorio di Micro-robotica di ITIA-CNR. Sono state eseguite prove sperimentali preliminari di presa e rilascio di micro-parti di forma e dimensione diverse, dalle quali sono emerse le potenzialità del prototipo in termini di affidabilità, precisione e facilità di integrazione nel sistema.

Finito di stampare nel mese di ottobre 2015 da  
De Vittoria Srl  
Via degli Aurunci 19/21 - 00185 Roma

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA,  
ICT E TECNOLOGIE PER L'ENERGIA E I TRASPORTI**

[www.diitet.cnr.it/proprietà intellettuale](http://www.diitet.cnr.it/proprietà%20intellettuale)  
[www.diitet.cnr.it/video brevetti](http://www.diitet.cnr.it/video%20brevetti)

**ISTITUTI**

Ist. Fisica del Plasma

Ist. Gas Ionizzati

Ist. Motori

Ist. Ricerche sulla Combustione

Ist. di Tecnologie Avanzate per l'Energia «N. Giordano»

Ist. Nazionale Studi ed Esperienze di Architettura Navale

Ist. Acustica e Sensoristica «O.M. Corbino»

Ist. per le Macchine Agricole e Movimento Terra

Ist. Materiali per l'Elettronica e Magnetismo

Ist. Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione

Ist. per le Tecnologie della Costruzione

Ist. di Tecnologie Industriali e Automazione

Ist. di Informatica e Telematica

Ist. di Scienza e Tecnologie dell'Informazione «A. Faedo»

Ist. di Analisi dei Sistemi e Informatica «A. Ruberti»

Ist. di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche

Ist. per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente

Ist. Elettronica e di Ing. Dell'Informazione e delle Telecomunicazioni

Ist. di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

Ist. di Fisica Applicata

Ist. per le Applicazioni del Calcolo «M. Picone»

[www.ifp.cnr.it](http://www.ifp.cnr.it)

[www.igi.cnr.it](http://www.igi.cnr.it)

[www.im.cnr.it](http://www.im.cnr.it)

[www.irc.cnr.it](http://www.irc.cnr.it)

[www.itae.cnr.it](http://www.itae.cnr.it)

[www.insean.cnr.it](http://www.insean.cnr.it)

[www.idasc.cnr.it](http://www.idasc.cnr.it)

[www.imamoter.cnr.it](http://www.imamoter.cnr.it)

[www.imem.cnr.it](http://www.imem.cnr.it)

[www.issia.cnr.it](http://www.issia.cnr.it)

[www.itc.cnr.it](http://www.itc.cnr.it)

[www.itia.cnr.it](http://www.itia.cnr.it)

[www.iit.cnr.it](http://www.iit.cnr.it)

[www.isti.cnr.it](http://www.isti.cnr.it)

[www.iasi.cnr.it](http://www.iasi.cnr.it)

[www.imati.cnr.it](http://www.imati.cnr.it)

[www.lrea.cnr.it](http://www.lrea.cnr.it)

[www.ieiit.cnr.it](http://www.ieiit.cnr.it)

[www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)

[www.ifac.cnr.it](http://www.ifac.cnr.it)

[www.iac.cnr.it](http://www.iac.cnr.it)

Collaborazione tecnico/grafica: Francesca Gervasi e Silvano Rubeo (DIITET)

Si ringrazia David Fenton

**STRUTTURA TECNICA DI PARTICOLARE RILIEVO  
VALORIZZAZIONE DELLA RICERCA**

[www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Innovazione/Valorizzazione.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Innovazione/Valorizzazione.html)