

## **MONITORAGGI AMBIENTALI GESTITI TELEMATICAMENTE (TELEMATIC ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS)**

**PROGETTO TECNOLOGICO PREMIATO CON IL "GRIFO D'ORO"**

**Sommario:** il lavoro proposto è finalizzato alla misura ed alla valutazione dei livelli di inquinamento ambientali dovuti alle diverse sorgenti inquinanti presenti in alcuni ambienti di lavoro e nell'atmosfera. A tal fine saranno sviluppati diversi sistemi di monitoraggio in funzione del campo di applicazione.

Lo stato dell'arte può essere suddiviso secondo i seguenti punti:

· **Sistema di acquisizione, memorizzazione ed elaborazione dei campi magnetici statici** assorbiti dai lavoratori professionalmente esposti (es tecnici di Risonanza magnetica Nucleare). Risulta principalmente costituito da un dosimetro personale con all'interno delle sonde Hall in grado di acquisire l'intensità del campo magnetico statico presente nell'ambiente, un sistema per la ricarica dei dosimetri stessi, un sistema di elaborazione e memorizzazione dati. Il sistema, è attualmente commercializzabile e gestibile per via telematica come servizio dosimetrico.

· **Sistema di monitoraggio dell'inquinamento elettromagnetico ambientale** prodotto da sorgenti per la trasmissione dei segnali radio televisivi e telefonici. La banda di frequenze presa in considerazione va da 1 MHz a 18 GHz. Il sistema presenta come principali caratteristiche un'estrema compattezza, un'elevata autonomia, essendo dotato di un pannello solare, un'unità di campionamento e processamento dati, un modem GSM per la trasmissione dei dati raccolti dalla centralina oltre ad un SW per la telegestione del-

le unità remote di misura. Il sistema è in fase prototipale ed a breve commercializzabile.

**Abstract:** the target is to measure and evaluate environmental pollution levels due to several sources in some work fields and in the air. Because of that it will be developed different monitoring system depending upon the application field.

At the present time it could be splitted in the follow points:

· **Acquisition, storage and static magnetic fields elaboration system** absorbed by professional workers (e.g. Nuclear Magnetic Resonance Technicians). It is mainly made like a personnel dosimeter with built-in Hall probes able to acquire static and magnetic field strength in the environment, a dosimeters charging system, an elaboration and data storage system. The device is actually commercialized and it runs by telematic way as a dosimetry service.

· **Environmental electromagnetic monitoring system for Frequency generated in the band 1 MHz to 18 GHz.** The main characteristics consists of: compact dimensions and usefull device, long life energy by the use of solar panels, a sampling unit and a processing built-in data, a GSM modem system for data trasmission, a tele-management SW for the remote units. The system is now in a prototype stage and soon commercialized.

### **1. INTRODUZIONE**

L'uso sempre crescente di apparati che utilizzano, direttamente o indirettamente, campi elettromagnetici, ha comportato la nascita di interrogativi sulla possibilità che tale utilizzo possa essere correlato

all'aumento dei casi tumorali.

Studi epidemiologici, ancora in essere, non riescono però ancora a dimostrare una precisa ed in-

NOTE

confutabile correlazione tra causa ed effetto anche per la carenza di dati certi di assorbimento delle radiazioni non ionizzanti.

Da qui la necessità di espletare – per lunghi periodi – studi che confermino la possibile associazione fra l'esposizione a campi elettromagnetici ed alcune mutazioni a livello cellulare tra cui la leucemia ed i tumori al cervello.

Nel contempo, le maggiori associazioni scientifiche o di categoria, nonché i diversi Stati, hanno cercato di quantificare:

- a) limiti di dose, correlati alla quantità di energia assorbita;
- b) limiti di esposizione, correlati all'intensità del campo nel punto considerato, in modo da ottenere un giusto rapporto «rischio-beneficio».

Sorge quindi la necessità di poter monitorare gli ambienti di rischio e soprattutto i lavoratori professionalmente esposti insieme a particolari gruppi della popolazione, attraverso l'uso di particolari apparecchiature che possano essere la base per validi ed attendibili studi epidemiologici, oltre che attestare che le norme di sicurezza e di comportamento siano valide.

Bisogna però sottolineare che, per ottenere dei dosaggi che possano essere ritenuti attendibili nel settore dei campi magnetici statici, occorre la disponibilità di un dosimetro personale che registri, durante tutto il periodo interessato, il valore del campo magnetico al quale la persona è sottoposta, riportandolo con l'esatto tempo di esposizione.

Da tali valori è possibile poi riportare, con l'osservazione estesa nel tempo per un periodo che deve essere non inferiore ai due-tre anni, le esposizioni osservate al reale stato di salute dei soggetti esposti, ricavando le indicazioni utili per ottimizzare i limiti massimi ed i relativi tempi di esposizione.

## 2. CAMPO ELETTRICO E CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

La terra, oltre a possedere un proprio campo

magnetico statico dell'ordine dei 500 mG, presenta anche un proprio campo elettrostatico.

Durante un temporale, il valore del campo può aumentare di un fattore 10 o 100 e conseguentemente si ha un'alta probabilità che si verifichi una scarica fra la terra e la nuvola temporalesca.

Analizzando il vettore campo magnetico nelle due componenti si ha:

⇒ Per la componente verticale è massima ai poli ed è pari a  $67\mu\text{T}$  (670 mG) e nulla all'equatore;

⇒ Per la componente orizzontale è nulla ai poli ed è massima all'equatore ed è pari a  $33\mu\text{T}$  (330 mG).

## 3. MECCANISMI DI INTERAZIONE

I tre meccanismi fisici accertati attraverso cui i campi magnetici statici interagiscono con il corpo umano sono:

### 3.1. Induzione magnetica

Tale meccanismo ha origine dai seguenti tipi di interazione:

*A. Interazioni elettrodinamiche con elettroliti in movimento.* I campi statici esercitano forze di Lorentz sui portatori di cariche ioniche in moto dando luogo a campi elettrici e correnti indotte che sono alla base dei potenziali indotti magneticamente nel flusso sanguigno ed in particolare nei grossi vasi.

*B. Correnti di Faraday.* I campi magnetici inducono correnti nei tessuti viventi, secondo la legge di induzione di Faraday. Questo meccanismo può agire anche nel caso di campi statici, a causa dei movimenti degli individui in aree in cui è presente questo tipo di campo.

### 3.2. Effetti magnetomeccanici

I due tipi di effetti meccanici che un campo magnetico statico esercita sui sistemi biologici sono:

*A Magneto-orientamento.* In un campo sta-

tico uniforme, sia le molecole diamagnetiche che quelle paramagnetiche subiscono una torsione che tende ad orientarle secondo una configurazione che minimizzi la loro energia libera entro il campo. Questa classe di macromolecole comprende i fotopigmenti dei bastoncelli della retina e gli eritrociti falciformi. In particolare, meritano considerazione i soggetti affetti da anemia falciforme a causa dell'incidenza relativamente alta di questa patologia a tale fenomeno.

**B Traslazione magnetomeccanica.** I campi magnetici statici producono sui materiali paramagnetici e ferromagnetici una forza che dà luogo a moti traslatori. A causa della scarsa quantità di sostanze magnetiche presenti nella maggior parte degli esseri viventi, l'influenza di questo effetto sulle funzioni biologiche è trascurabile.

### 3.3. Interazioni elettroniche

E' probabile che l'interazione con il campo magnetico eserciti solo una piccola, e forse tra-

scurabile, influenza sul rendimento di una reazione chimica.

Alcuni risultati epidemiologici inducono a considerare la possibilità di altri effetti sulla salute umana, inclusa la cancerogenesi, derivanti dall'esposizione a campi di livello molto inferiore a quelli stabiliti dalle varie normative.

Per quanto riguarda gli effetti immediati, o acuti, i numerosi studi effettuati (anche nelle più sfavorevoli condizioni di esposizione), indicano una sostanziale assenza di effetti di danno alla salute, anche nelle più sfavorevoli condizioni di esposizione, mentre per quanto riguarda i possibili effetti a lungo termine si devono segnalare i risultati di alcune indagini epidemiologiche che sembrano indicare un'associazione tra l'esposizione cronica ai campi magnetici e lo sviluppo di alcune forme di tumori.

Recenti studi hanno tuttavia dimostrato che, data la presenza delle più svariate sorgenti, livelli di induzione magnetica dell'ordine dei decimi di microtesla possono facilmente trovarsi anche in

## 4. PRINCIPALI UNITÀ DI MISURA

<i>Grandezza fisica</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Unità di misura</i>
Corrente	I	Ampere (A)
Densità di corrente	J	Ampere al metro quadro (A/m <sup>2</sup> )
Intensità campo magnetico	H	Ampere al metro (A/m)
Flusso di induzione magnetica	Φ	Weber (Wb) = volts/s = tesla/m <sup>2</sup>
Induzione magnetica	B	Tesla (T) = Wb/m <sup>2</sup>
Permeabilità magnetica	μ	Henry al metro (H/m)
Permeabilità del vuoto	μ	μ <sub>0</sub> = 12,566 10 <sup>-7</sup> H/m

Tab. 1 Grandezze fisiche per i campi magnetici statici e corrispondenti unità SI (Linee guida di esposizione raccomandate dall'ICNIRP 1995)

NOTE

## 5. EFFETTI OSSERVATI SULL'UOMO E SULLE CAVIE

### 5.1. Esposizione da 35 a 20.000 Gauss (effetti sull'uomo)

<i>Intensità</i>	<i>Effetti osservati</i>
35 – 150 G	Leucopenia; Incremento della pressione arteriosa
50 – 300 G	Ipotestosteronemia; Disturbi sessuali; Sofferenza ipotalamica
150 – 250 G	Insonnia, cefalea, vertigine; Alterazione E.E.G.
350 – 3500 G	Leucopenia; Diminuzioni VES Mani: ipertermia, sudorazione, edema, desquamazione
15.000 – 20.000 G	Sapore metallico; Dolenzia dei denti otturati

Tab. 2 Effetti biologici dei campi magnetici statici sull'uomo ( Atti del simposio organizzato dall'ENEA « La Risonanza Magnetica Nucleare» del 7-8 giugno 1990 )

NOTE

### 5.2. Esposizione da 80 a 400 Gauss (effetti sugli animali)

<i>Animale cavia</i>	<i>Zona del corpo in esame</i>	<i>Effetti osservati</i>
-	Apparato emopoietico e sangue	Non trovati in letteratura
Coniglio, gatto	Sistema nervoso centrale	Alterazioni EEG Alterazioni morfologiche neurali Reazioni neuroglioiale
Ratti gravidi	Sistema endocrino	Alterazioni morfologiche funzionali delle ovaie Iperplasia della corteccia surrenale
Ratti gravidi	Effetti genetici	Riassorbimento fetale Nati morti
-	Attività metaboliche	Non trovati in letteratura

Tab. 3 Effetti biologici dei campi magnetici statici sugli animali ( Atti del simposio organizzato dall'ENEA « La Risonanza Magnetica Nucleare» del 7-8 giugno 1990 )

### 5.3. Esposizione da 500 a 1500 Gauss (effetti sugli animali)

<i>Animale cavia</i>	<i>Zona del corpo In esame</i>	<i>Effetti osservati</i>
-	Apparato emopoietico e sangue	Non trovati in letteratura
Coniglio	Sistema nervoso centrale	Alterazioni EEG Inibizione a stimoli sonori e luminosi
Ratti maschi	Sistema endocrino	Alterazioni indice di mascolinità
Ratti maschi	Effetti genetici	Alterazioni genotipiche
-	Attività metaboliche	Aumento attività motoria Aumento dell'appetito

Tab. 4 Effetti biologici dei campi magnetici statici sugli animali ( Atti del simposio organizzato dall'ENEA « La Risonanza Magnetica Nucleare» del 7-8 giugno 1990 )

ambienti lavorativi, domestici ed urbani.

Conseguentemente, se le ipotesi di effetti a lungo termine fossero confermate dai risultati delle ricerche future, risulterebbero a rischio molte categorie di lavoratori e della popolazione.

## 6. ADEMPIMENTI AMMINISTRATIVI

Il recente D.Lgs. n. 626/1994, così come modificato dal D.Lgs. n. 242/1996, pone l'attenzione sulle radiazioni elettromagnetiche nel definire le prescrizioni minime per il posto di lavoro al videoterminale:

«Tutte le radiazioni, eccezion fatta per la parte visibile dello spettro elettromagnetico, devono essere ridotte a livelli trascurabili dal punto di vista della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori» (All. VII, punto f, D.Lgs. n. 626/1994).

Le «Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. n. 626/1994» redatte dalla Regione Lombardia nel 1995, nell'elencare gli esempi di situa-

zioni e attività lavorative che richiedono una valutazione dei rischi, citano esplicitamente l'esposizione a radiazioni elettromagnetiche.

Un recente decreto legislativo ha puntualizzato l'attenzione circa l'obbligo per il datore di lavoro, nell'ambito ed agli effetti della valutazione di cui all'articolo 4, comma 1, del D.Lgs. n. 626/1994 e successive modificazioni ed integrazioni, di valutare i rischi per la sicurezza e la salute delle lavoratrici gestanti, puerpere e in periodo di allattamento fino a sette mesi dopo il parto, con particolare riguardo ai rischi di esposizione ad agenti fisici, chimici o biologici (v. art. 4, D.Lgs. n. 645/1996).

Tra i rischi considerati, è esplicitamente indicato quello derivato dalle radiazioni non ionizzanti (v. allegato I, D.Lgs. n. 645/1996).

Qualora i risultati della valutazione rivelino un rischio per la sicurezza e la salute delle lavoratrici suddette, il datore di lavoro adotta le misure necessarie affinché l'esposizione al rischio delle lavoratrici sia evitata, modificandone temporaneamente le condizioni o l'orario di lavoro.

## 7. DOSIMETRIA PERSONALE

La dosimetria personale da espletare per la correlazione del campo magnetico con eventuali effetti biologici è piuttosto complessa, in quanto i fattori che possono influenzarla sono molteplici, tra i quali:

- a) Parametri legati alla sorgente del campo magnetico: Intensità – Tipo di magnete;
- b) Parametri legati all'esposizione: tessuto ed organo esposto (permeabilità, conduttività, ecc.) - polarizzazione (seduto, in piedi, sdraiato, etc.) - tipo di esposizione.
- c) Portatori di: pacemaker – protesi metalliche – medicinali, etc.

Considerando, inoltre, che il personale tecnico professionalmente esposto, non permane in un preciso punto per l'intero turno di lavoro ma risulta esposto a campi magnetici ad intensità variabile, non si ritiene scientificamente corretta una «dosimetria di massa» attraverso un solo dosimetro inserito nella zona o locale di rischio.

Si ritiene, invece, indispensabile per il lavoratore o l'individuo professionalmente esposto, la conoscenza dell'intensità del campo magnetico statico correlato con il tempo di permanenza a tale valore e dunque effettuare una misura che sia sempre collegata all'effettivo spostamento del lavoratore durante lo svolgimento delle sue funzioni lavorative.

Tale risposta si può però avere solo con un ap-

parecchio di misura personale di tipo intelligente che gestisca i valori rilevati correlandoli con il tempo di esposizione.

## 8. ENTI NORMATIVI INTERNAZIONALI

- ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), 1994 – 1994/95 – 1996/97;
- SWEDAC (Swedish Board for Technical Assistance) 1990; «*User Handbook for Evaluating Visual Display Units*» MPR 1990: 10 1990 – 12 – 31. SWEDAC, Bords, Sweden;
- TCO (Tjänstemännens Central Organization, Swedish Confederation of Professional Employees) - 1994 Screen Facts. Stockliolm, TCO Information Center, Chicago;
- ICNIRP (International Commission Non Ionizing Radiation Protection) - 1998;
- Magnetic Fields – World Health Organization Geneva – 1997;
- NRPB (United Kingdom);
- CDRH (USA);
- FHO (Germany).

## 9. NORMATIVA ITALIANA

- D.Lgs 626/94 e successive modificazioni ed integrazioni;
- D.M. 02/08/1991 e decreti successivi
- DPR n° 542/95.

## 10. SISTEMA PER IL RILEVAMENTO DEI CAMPI MAGNETICI STATICI



### 10.1. INTRODUZIONE

Il sistema MAFISS rappresenta il modo più comodo ed allo stesso tempo completo ed accurato per il rilevamento giornaliero individuale dei campi magnetici statici.

Il MAFISS consente infatti di effettuare il monitoraggio continuo con la memorizzazione dei dati rilevati fino a 10 ore giornaliere.

Il MAFISS è quindi la soluzione ideale per tutti quei casi ove occorra tenere sotto controllo l'esposizione prolungata e variabile di operatori a campi magnetici rilevanti, come nel caso delle Risonanze Magnetiche Nucleari.

Con l'impiego di tale sistema, la normativa attualmente in vigore (Circolare applicativa del Ministro della Sanità n. 900.2/4.1-AG/581 del 28/04/92), relativamente al controllo fisico delle persone operanti nei campi magnetici statici rilevanti, viene completamente rispettata.

### 10.2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il MAFISS è un sistema progettato e dimensionato per l'acquisizione e la gestione automatica di tutte le misure con la successiva elaborazione delle stesse in località remota.

Il sistema comprende quattro unità indipendenti:

- Dosimetro per campi magnetici: Magnetic Fields Dosimeter (MFD)
- Unità per la carica/scarica batterie dei dosimetri: Dosimeter Recharging Unit (DRU)
- Unità computer locale: Local Computer Unit (LCU)
- Unità computer remota: Remote Computer Unit (RCU)

### 10.3. DOSIMETRO PER CAMPI MAGNETICI (MFD)

Il dosimetro rappresenta l'unità fondamentale del sistema.

Realizzato con tecnologia avanzata ed innovativa, il dosimetro effettua la rilevazione del campo magnetico in modo isotropico (una ogni circa 3-4 sec), memorizzando i dati in modo continuo per circa 10 ore.

Ogni dosimetro rappresenta un'unità individuale alla quale viene assegnato un codice software che lo rende sempre identificabile fra gli altri.

L'unità è racchiusa in un piccolo contenitore (7 x 4 x 1 cm) munito di clips e dunque facilmente indossabile.

#### **10.4.UNITA' PER LA RICARICA DEI DOSIMETRI (DRU)**

Tale unità gestisce la carica dei dosimetri e costituisce la custodia degli stessi quando non sono usati dai tecnici.

L'unità è collegata con il computer locale tramite un cavo dedicato.

La DRU effettua la carica e la scarica delle batterie dei dosimetri singolarmente.

Il tempo di carica massimo è di circa tre ore e quello di scarica di circa un'ora.

La DRU è protetta contro i sovraccarichi ed ogni eventuale anomalia viene comunicata all'unità locale e da questa all'unità remota.

#### **10.5.UNITA' COMPUTER LOCALE (LCU)**

Questa unità raccoglie e memorizza i dati acquisiti dai dosimetri e controlla direttamente le operazioni dell'Unità per la ricarica dei dosimetri.

La LCU è installata nelle immediate vicinanze (RMN, laboratorio, etc.) della zona ove avviene il monitoraggio.

#### **10.6.UNITA' COMPUTER REMOTA (RCU)**

Questa unità permette di essere collegati al computer locale da un luogo diverso da dove si sta effettuando il monitoraggio.

Il prelievo dei dati memorizzati avviene mensilmente o, su richiesta, in periodi diversi, direttamente da parte della Società di gestione a mezzo modem (già installato nell'Unità Computer Locale) senza alcun intervento da parte del personale della struttura servita.

A tale unità è quindi affidata la gestione di tutto il sistema e la successiva elaborazione dei dati raccolti provenienti dalla LCU.

I dati elaborati verranno inoltrati al cliente che potrà utilizzarli per una reale protezione fisica dei lavoratori monitorati.

#### **10.7. DESCRIZIONE DELLE OPERAZIONI**

I dosimetri (MFD) vengono indossati dal personale che opera negli ambienti con presenza di rilevanti campi magnetici statici per tutto o parte dell'orario di lavoro.

Durante il tempo massimo (10 ore) i dosimetri memorizzano le misure effettuate.

Finito il periodo di lavoro ogni dosimetro viene riposto nell'unità prevista per la ricarica (DRU).

In questa fase ogni dosimetro scarica tutti i dati memorizzati nell'unità computer locale (LCU).

Il computer locale acquisisce e memorizza i dati di tutti i dosimetri.

Ogni dosimetro ha un codice di identità per cui anche riponendolo a caso nell'unità di custodia, il computer è in grado di individuarlo.

La LCU dispone di una notevole memoria di massa che gli consente un'autonomia di registrazione dei dati anche di mesi.

Dopo la fase di acquisizione il sistema inizia la ricarica contemporanea di tutte le batterie.

La ricarica dura circa tre ore per batterie completamente scariche. Durante questa fase occorre evitare di togliere i dosimetri dalla custodia.

Se le batterie non sono completamente scariche il loro tempo di ricarica è più breve e variabile.

Per questo motivo sull'unità per la ricarica sono presenti due leds per ogni dosimetro, che visualizzano lo stato di carica delle batterie.



Lo scopo comunque del computer locale è di tenere disponibili i dati al computer di elaborazione remoto.

Infatti il computer remoto ha la possibilità di colloquiare con il locale in ogni momento per avere tutti i dati registrati.

La comunicazione fra i due avviene via modem attraverso una comune linea telefonica grazie ad un software di gestione opportunamente sviluppato.

Tutti i dati ricevuti vengono elaborati dal computer remoto e tutte le informazioni riguardanti il monitoraggio saranno disponibili sia in formato numerico che grafico.

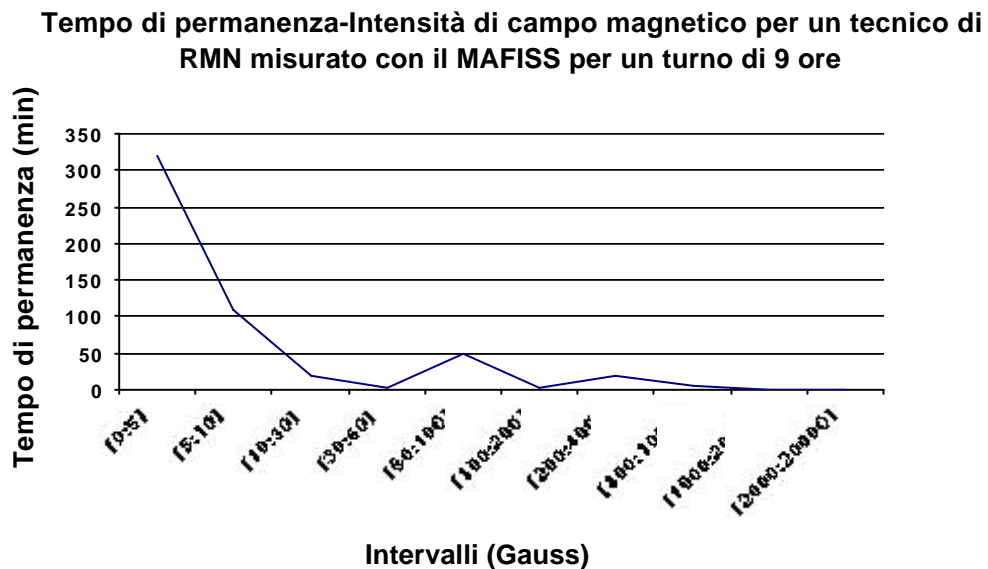
Si potrà sapere quindi a quale livello di campo magnetico l'operatore in esame è stato esposto e per quanto tempo.

I dati verranno visualizzati nei seguenti formati:

- campo magnetico totale: valore medio o di picco;
- campo magnetico singolo per ogni asse: valore medio o di picco.

Inoltre tutte le valutazioni terranno conto degli intervalli di campo magnetico statico previsti dalla normativa vigente rapportando i valori trovati con i rispettivi limiti di range.

La valutazione finale evidenzierà eventuali superamenti dei limiti imposti.

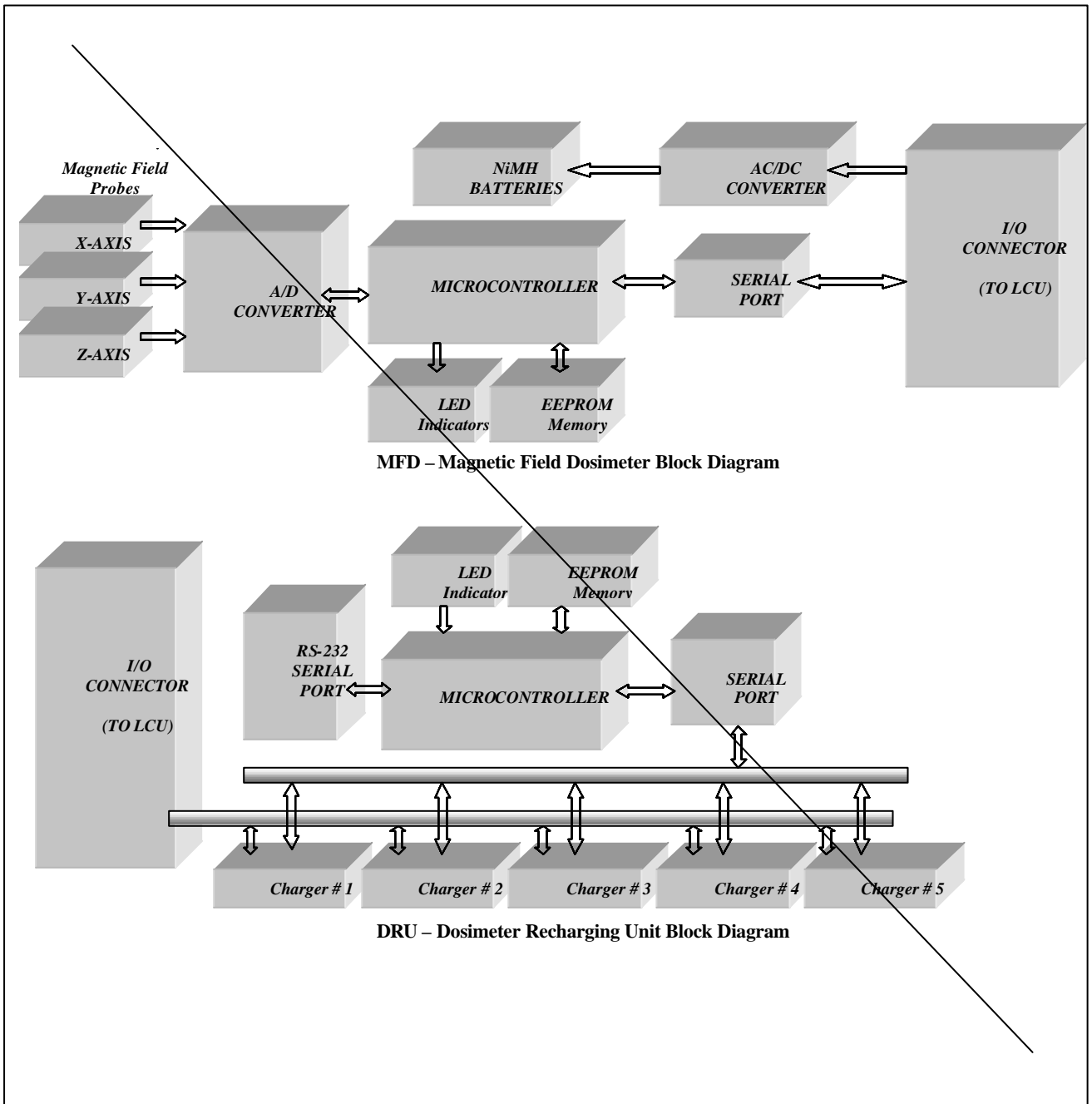


NOTE



### **SPECIFICHE TECNICHE DEL MAFISS**

<b>CAMPO DI APPLICAZIONE</b>	<i>Campi magnetici statici (es.: NMR)</i>
<b>TIPO SONDE</b>	<i>Hall</i>
<b>N° SONDE DOSIMETRO</b>	<i>3</i>
<b>DISPOSIZIONE SONDE NEL DOSIMETRO</b>	<i>Ortogonalì</i>
<b>SCALA</b>	<i>1 - 2.000 G</i>
<b>RICONOSCIMENTO DOSIMETRO (MDF)</b>	<i>Automatico - via address su EEPROM</i>
<b>PESO DOSIMETRO (MDF)</b>	<i>80 gr</i>
<b>PORTA COLLEGAMENTO TRASFERIMENTO DATI AL PC</b>	<i>RS - 232</i>
<b>TIPO BATTERIE NEL DOSIMETRO</b>	<i>Ricaricabili al NiMH</i>
<b>DURATA BATTERIE DOSIMETRO</b>	<i>10 - 15 h</i>
<b>FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO NOMINALE</b>	<i>5 sec</i>
<b>CAPACITA' MAX MEMORIA INTERNA DOSIMETRO</b>	<i>64 kB (1 campione = 6 Byte sui tre assi)</i>
<b>N° MAX DATI REGISTRABILI</b>	<i>32.000</i>
<b>TRASMISSIONE DATI MDF ⊢ DRU</b>	<i>Automatica impostabile durante ore notturne</i>
<b>INTERVALLO TEMPERATURA FUNZIONAMENTO</b>	<i>15 - 35 °C</i>
<b>INTERVALLO UMIDITA' FUNZIONAMENTO</b>	<i>40 - 70 %</i>
<b>CERTIFICAZIONE</b>	<i>EEC 73/23 - 93/68</i>
<b>COMPATIBILITA'</b>	<i>EMC 89/336</i>
<b>DURATA CALIBRAZIONE SONDE</b>	<i>1 anno</i>
<b>GARANZIA</b>	<i>1 anno</i>
<b>UNITA' DI MISURA</b>	<i>Gauss (1 T = 10.000 G)</i>



NOTE

## 11. CENTRALINA DI MONITORAGGIO PER CAMPI ELETTROMAGNETICI VARIABILI

### 11.1. INTRODUZIONE

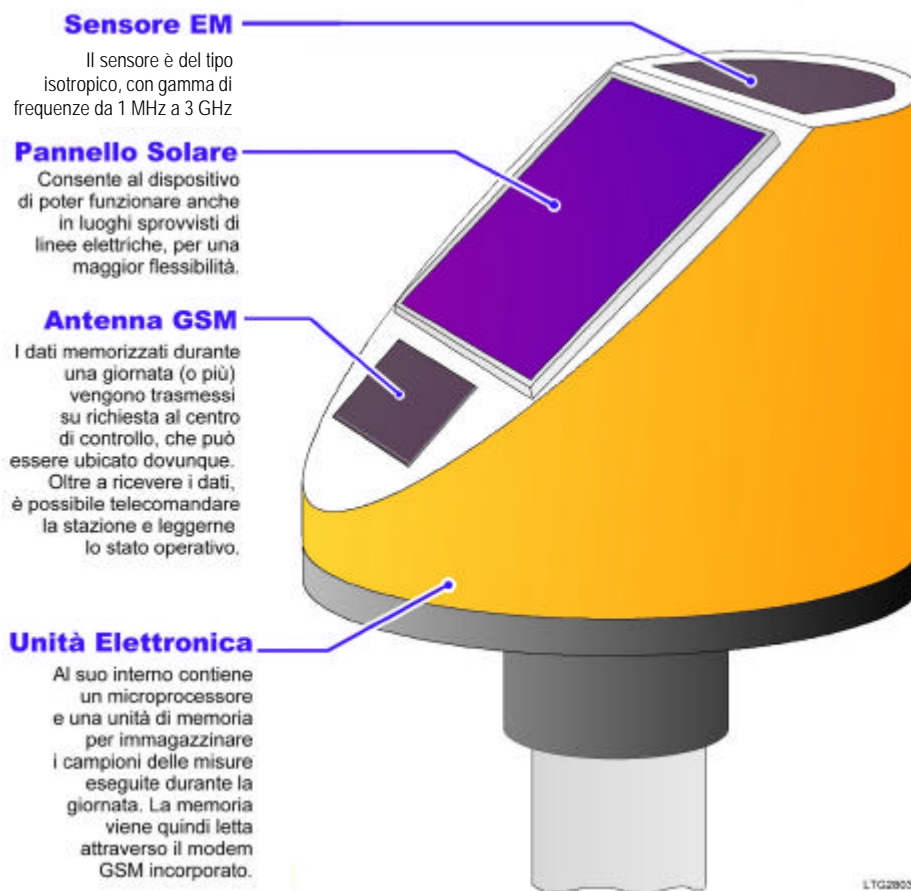
L'elettromagnetismo, fino a poco tempo fa oggetto di studio di ricercatori appassionati dei fenomeni naturali, è oggi considerato il fattore di inquinamento più allarmante. A renderlo tale è la sua "invisibilità" contrapposta alla eccessiva visibilità di ciò che lo produce: le antenne per la radiotelefonia, gli elettrodotti, impianti radiotelevisivi, antenne di radioamatori, etc. Ciò ha posto il governo ed il parlamento di fronte alla necessità di regolamentare tale settore con una serie di decreti rispettivamente per i campi a bassa frequenza (DPCM del 23 aprile del 1992) e a media ed alta frequenza (D.M. 10/9/98 n° 381).

Le difficoltà che però si incontrano per chi deve tenere sotto controllo l'inquinamento elettromagnetico, sono legate al fatto che il livello di campo presente in una zona può variare anche considerevolmente a seconda dello stato dei ripetitori presenti nell'area, del carico delle reti di TLC, di condizioni climatiche, etc.

Per poter fornire un servizio di misura completo ed affidabile, che tenga conto del complesso sistema di variabilità legato a tale settore, riteniamo che le misure dei livelli dei campi e.m. non possano essere limitate nel tempo, ma debbano essere protratte in continuo a seconda dell'ambiente e del fenomeno

da analizzare.

A tale scopo abbiamo messo a punto un sistema di misura ambientale, denominato ELFISS (Electric Field Survey System) costituito da una centralina autoalimentata da celle fotovoltaiche e da un sistema di telemisura per la telegestione dei dati campionati e memorizzati nel tempo.



## 11.2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema ELFISS è stato progettato e dimensionato per l'acquisizione e la gestione automatica di tutte le misure con la successiva memorizzazione delle stesse nella centralina collocata in località remota.

Il sistema prevede l'acquisizione automatica del campo e.m. senza limite di continuità temporale memorizzando ogni 6 minuti la data, l'ora la media ed il valore di picco dei dati acquisiti.

Il sistema comprende:

➤ Tre sensori isotropici per l'acquisizione delle misure dei campi nella gamma di frequenza da 1

MHz a 3 GHz

➤ Un pannello solare per l'alimentazione dell'unità di monitoraggio anche in località sprovviste di energia elettrica

➤ Un modem GSM che consente la trasmissione via radio dei dati acquisiti nel tempo

➤ Unità elettronica con microprocessore interno ed unità di memoria per l'immagazzinamento dei campioni (frequenza di campionamento 1/10 sec)

➤ Un sistema SW per la telegestione delle unità remote di misura delle centraline distribuite sul territorio con la possibilità di eseguire opportune interrogazioni attraverso query del database per le elaborazioni statistiche e la graficizzazione delle misure.

### *Specifiche tecniche*

▪ <b>Frequenza di campionamento:</b>	<b>1/10 sec</b>
▪ <b>Sensibilità:</b>	<b>0,1 V/m</b>
▪ <b>Intervallo funzionamento:</b>	<b>0,4 V/m £ E £ 30 V/m</b>
▪ <b>Campo di frequenza:</b>	<b>1 MHz – 3 GHz</b>
▪ <b>Errore assoluto:</b>	<b>± 1 dB (con P<sub>in</sub> compresa tra 0 e 70 dBm)</b>
▪ <b>Calcolo RMS:</b>	<b>1/10 sec</b>
▪ <b>Tempo di effettuazione media:</b>	<b>6 min</b>
▪ <b>Memorizzazione dati:</b>	<b>su EEPROM con indicazione data e ora</b>
▪ <b>Intervallo di comunicazione dati:</b>	<b>variabile tra 6 e 24 ore</b>
▪ <b>Alimentazione</b>	<b>batterie in tampone e pannelli solari</b>

### *Trasmissione dati*

- **Via porta RS232 direttamente collegata ad un PC portatile**
- **Via linea telefonica (versione con un modem interno GSM ed un micro controller con SW di gestione per la trasmissione dei dati)**

NOTE

