

**Agostino Giorgio, Alessandro Convertino, Roberto Marani, Anna Gina Perri**

Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica,  
Laboratorio di Dispositivi Elettronici, Politecnico di Bari  
Via E. Orabona 4, 70125, Bari, Italy

Phone: +39-80-5963314/5963427 Fax: +39-80-5963410 E-mail: perri@poliba.it  
http://www.dispositivielettronici.com e www.cardesweb.com

## **LE TECNOLOGIE PIÙ AVANZATE APPLICATE ALLA TELEMEDICINA: CARDESERENITY UN SISTEMA ALL'AVANGUARDIA PER L'HOME CARE<sup>1</sup>**

**(THE BEST ADVANCED TECHNOLOGIES APPLIED TO TELEMEDICINE AND HOME CARE:  
CARDESERENITY  
A MODERN SYSTEM FOR REMOTE MEDICAL VISITS)**

**S**ommario: CARDESERENITY® è un sistema modulare PC-Based concepito e sviluppato da CARDES Engineering srl per eseguire visite mediche in remoto in tempo reale.

Si basa sull'impiego della rete INTERNET, di dispositivi medicali utili a scopi diagnostici e su soluzioni elettroniche ed informatiche innovative, allo scopo di garantire una assistenza domiciliare efficiente ed affidabile che consenta al paziente una qualità della vita decisamente migliore in termini di prevenzione, cura ed eliminazione dei molteplici disagi legati a controlli periodici ambulatoriali e/o ricoveri, ed alla struttura pubblica un notevolissimo risparmio sulla spesa sanitaria.

### **I. Introduzione**

Gli attuali progressi nel campo della elettronica, della informatica e delle telecomunicazioni hanno reso possibili applicazioni nel settore della telemedicina e dell'home care che potrebbero segnare una svolta nella qualità dei servizi di assistenza sanitaria, di prevenzione e cura.

In particolare è attualmente possibile l'offerta di servizi di assistenza domiciliare di pazienti ammalati cronici o affetti da patologie (come lo scompenso cardiaco o la broncopatia cronica ostruttiva), per le quali il monitoraggio domestico può tranquillamente sostituire il ricovero, con significativi vantaggi in termini di qualità di vita del paziente e di risparmio della spesa sanitaria.

Ricerche di mercato appropriate mostrano

**A**bstract: CARDESERENITY® is a modular PC-based system conceived and carried out by CARDES Engineering srl to effect remote medical visits.

It is based on the employment of the INTERNET network of medical equipments useful to diagnostic aims and electronic and informatics solutions of CARDES Engineering. It aims at providing reliable home care services very useful for frequent and comfortable check up of the health status and also suitable for a great reduction of the costs for the health-care.

come allo stato attuale per applicazioni di telemedicina siano disponibili in commercio solo esemplari di elettrocardiografi in grado di inviare i tracciati in remoto ma soltanto successivamente all'acquisizione, ovvero **non in tempo reale**. Tali elettrocardiografi, peraltro, sono per la maggior parte fortemente orientati alle emergenze sanitarie, ovvero sono tipicamente installati su autoambulanze e richiedono personale esperto per l'utilizzo. Non ultimo, il costo di tali apparecchiature risulta eccessivo rispetto alle prestazioni offerte.

Peraltro, non si può non osservare che, benché il tracciato elettrocardiografico sia di estrema importanza, non è certo l'unica fonte di informazioni essenziali a valutare lo stato di salute di un paziente.

Appare evidente, quindi, come l'offerta del

<sup>1</sup>- Questo progetto è stato realizzato da C.A.R.D.E.S Engineering srl, che è uno spin off del Politecnico di Bari, nato nel luglio del 2005, costituito da docenti universitari, ingegneri elettronici, progettisti del software, esperti di diritto d'impresa e finanza, nato nel Laboratorio di Dispositivi Elettronici del Politecnico di Bari, ove si conducono e sviluppano da diversi anni ricerche e progetti innovativi nel settore della elettronica biomedica ([www.cardesweb.com](http://www.cardesweb.com)).

mercato attuale rispetto ai requisiti cui dovrebbe rispondere un servizio sanitario che sia fortemente all'avanguardia e rispetto alle effettive potenzialità offerte dalla tecnologia attuale sia piuttosto limitata.

In particolare, risultano completamente assenti dal mercato piattaforme per telemedicina che permettano di **eseguire visite mediche complete in remoto**, ovvero con il medico collocato in altro luogo rispetto al paziente ma in grado di eseguire un controllo anche più completo ed accurato di quello che andrebbe ad eseguire con gli attuali mezzi a disposizione recandosi a casa del paziente o anche visitando il paziente nel suo stesso ambulatorio.

Il sistema **CARDESerenity**®, ideato, prodotto e commercializzato da CARDES Engineering srl, si pone nel contesto della telemedicina come un prodotto realmente innovativo, nel quale confluiscono tutte le più avanzate tecnologie dell'ingegneria biomedica, dell'informazione e della comunicazione per garantire una assistenza domiciliare efficiente ed affidabile che consenta al paziente una qualità della vita decisamente migliore in termini di prevenzione, cura ed eliminazione dei molteplici disagi legati a controlli periodici ambulatoriali e/o ricoveri, ed alla struttura pubblica un notevolissimo risparmio sulla spesa sanitaria

## 2. Caratteristiche e principali vantaggi

CARDESerenity® è una piattaforma elettroinformatica medica ad uso diagnostico, che permette al medico di eseguire in tempo reale un controllo cardio-respiratorio completo su pazienti collocati in remoto. Il sistema, infatti, consente al medico di ricevere, **simultaneamente all'acquisizione** (cioè in tempo reale), come se il medico fosse fisicamente in prossimità del paziente, i dati relativi a:

- a. auscultazione dei toni cardiaci
- b. auscultazione dei suoni bronco-polmonari,
- c. saturimetria
- d. frequenza cardiaca
- e. frequenza respiratoria
- f. pressione arteriosa
- g. elettrocardiogramma (fino a 12 derivazioni)
- h. fonocardiografia
- i. spirometria
- j. immagine del paziente, di qualità professionale

Il sistema è compatto, leggero, facilmente trasportabile in una valigetta ed è modulare, ovvero consente di selezionare gli strumenti diagnostici da installare tra tutti quelli disponibili sulla base delle esigenze personalizzate rimanendo predisposto alla installazione *plug and play* di tutti gli altri strumenti diagnostici (ad esempio si può installare solo l'elettrocardiografo e successivamente anche il fonendoscopio, ecc.).

La strumentazione diagnostica in dotazione è tutta certificata e rispondente alla normativa vigente in ambito di dispositivi medicali.

Inoltre, il sistema permette:

- I. la comunicazione audio/video di qualità professionale con il paziente e/o con un eventuale operatore ausiliario in prossimità del paziente;
- II. la registrazione ed archiviazione dei dialoghi;
- III. l'archiviazione dei dati relativi alla visita eseguita nella cartella clinica elettronica del paziente appositamente creata, utile anche per eseguire confronti diagnostici sollevando il paziente dall'onere di conservare e portare con sé gli esami/visite/terapie/diagnosi precedenti;
- IV. la registrazione dell'auscultazione cardiopolmonare con il vantaggio di poter riascoltare i suoni polmonari ed i toni cardiaci ed oggettivare la stessa auscultazione ed eseguire confronti nel tempo;
- V. la memorizzazione anche di annotazioni varie, valori di esami ematici, esito di altri esami diagnostici, terapie intraprese nel tempo, terapia in corso, ecc;
- VI. la possibilità di prescrizione on line ed in tempo reale di eventuali ulteriori accertamenti consigliati e/o di terapie da intraprendere.

CARDESerenity® dispone di un'interfaccia *user friendly*, di semplicissimo utilizzo, che implementa la filosofia del *one touch*, e con costi di esercizio estremamente ridotti.

Nella Fig. 1 è mostrata l'interfaccia software di CARDESerenity®, lato paziente e lato medico

Il sistema, quindi, è contraddistinto da almeno tre caratteristiche assolutamente uniche:

- I. **L'implementazione dell'effettivo tempo reale** per la trasmissione dei dati, garantendo al medico in remoto il controllo dei dati **simultaneo** all'acquisizione degli stessi;

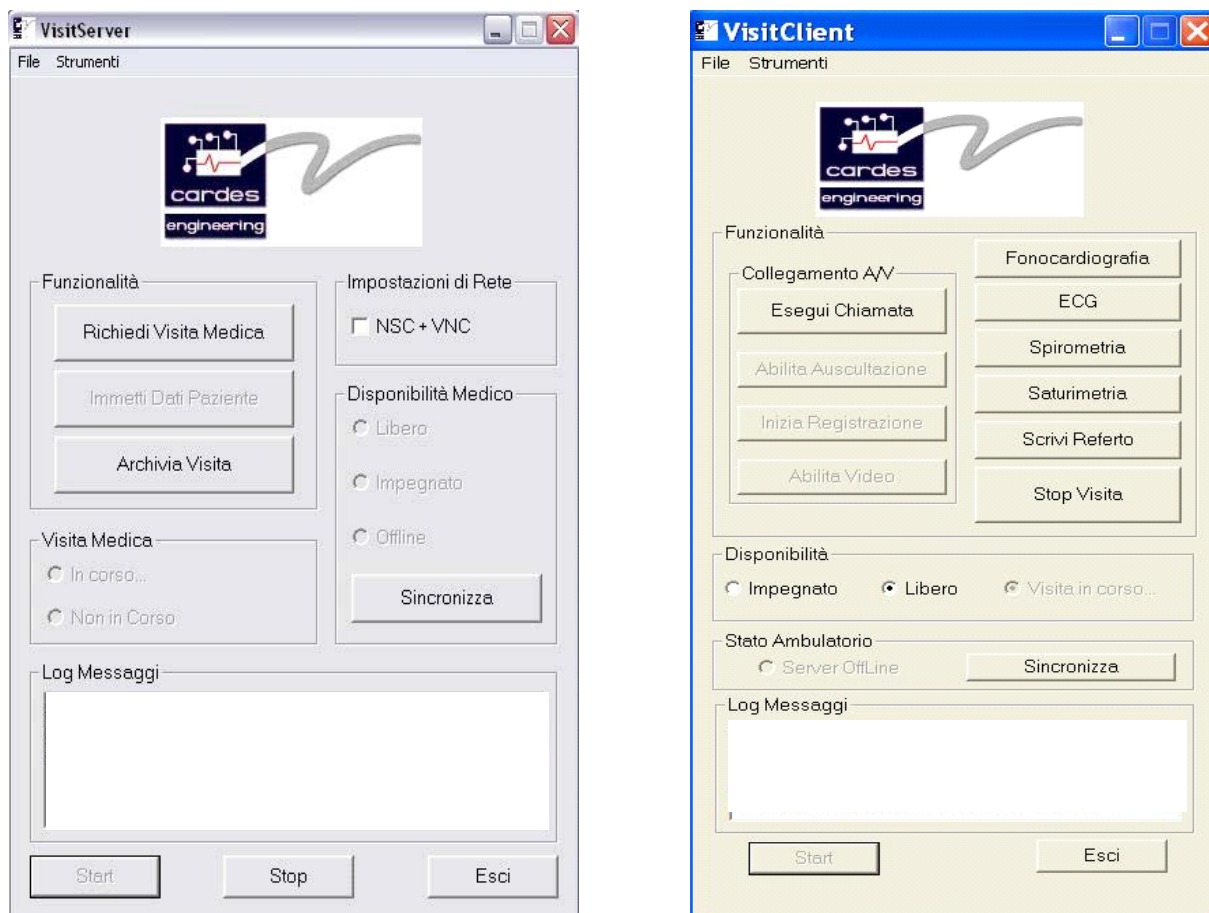


Fig. 1 - Interfaccia software di CARDESerenity®, lato paziente e lato medico.

2. la possibilità di eseguire una vera e propria **visita medica completa in remoto, inclusa la tele-auscultazione**, ovvero tutte le operazioni che il medico esegue visitando il paziente direttamente a casa o in ambulatorio, ed anche più essendo il sistema dotato di strumenti diagnostici tipicamente non disponibili per il medico di base bensì in ospedale (elettrocardiografo, saturimetro, spirometro);
3. la possibilità di instaurare una **comunicazione audio/video** continua durante la visita, affinché lo stesso medico abbia facoltà di interloquire con il paziente oltre che di verificare il corretto posizionamento dei sensori e del tele-fonendoscopio e di avere una immagine del paziente di altissima qualità, spesso utile a scopi diagnostici.

### 3. Breve descrizione del sistema

CARDESerenity® è costituito dai seguenti elementi di base:

- ✓ **Postazione server** (utilizzata dal paziente, cfr. Fig.2), ovvero PC/Notebook dotato di:
  - o strumenti diagnostici (elettrocardiografo, fonendoscopio elettronico, saturimetro, ecc.);
  - o pacchetto software preinstallato e configurato, per la trasmissione dei dati in tempo reale ed archiviazione dei dati acquisiti anche da più pazienti;
  - o kit per la comunicazione audio/video e la trasmissione remota dei suoni
- ✓ **Postazione client remota** (utilizzata dal medico), ovvero PC/Notebook dotato di:
  - o Pacchetto software preinstallato e configurato, per l'acquisizione dei dati in tempo reale e per l'archiviazione dei dati prove-



Fig. 2 – Postazione server.

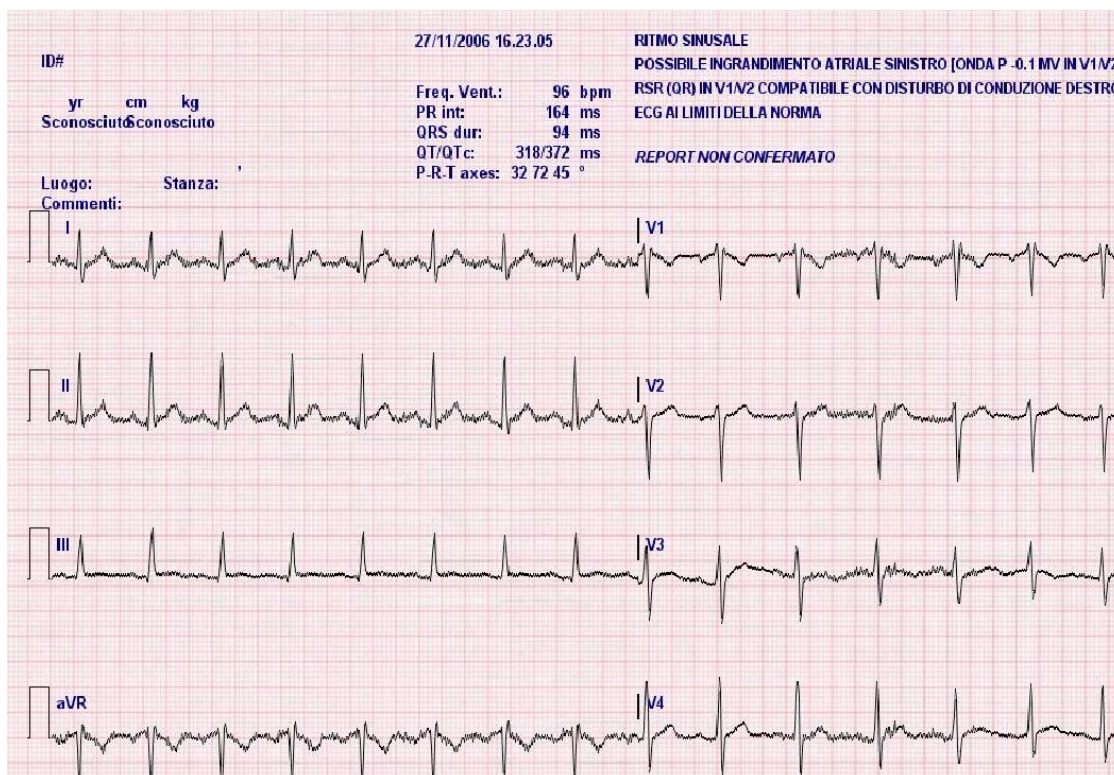


Fig.3 – Esempio di tracciato elettrocardiografico inviato.

- nienti anche da più pazienti
- o kit per la comunicazione audio/video.

Nella Fig. 3 abbiamo riportato, a titolo di esempio, un tracciato elettrocardiografico inviato in tempo reale, garantendo in tal modo al medico in remoto il controllo dei dati simultaneo all'acquisizione degli stessi

#### 4. Conclusioni

Alla luce delle considerazioni sviluppate, tra i numerosi vantaggi di CARDESerenity® risultano particolarmente evidenti i seguenti:

1. possibilità di eseguire *in tempo reale* un check-up cardio-respiratorio completo (molto più di una classica visita medica a casa o in ambulatorio) a casa ma anche in farmacia o in altri centri di servizi attrezzati, quali, ad esempio, case di riposo;

2. ridurre il numero di chiamate ai servizi di emergenza (118, pronto soccorso, ecc.) ed il numero o/e i tempi di ricovero;
3. agevolare i medici di base e, nello stesso tempo, i pazienti, soprattutto gli inabili;
4. eseguire *check up* della salute, anche specialistici, frequenti ed a basso costo;
5. effettuare in tempo reale, *on line*, la prescrizione della terapia consigliata o degli eventuali ulteriori esami specialistici consigliati all'esito della visita;
6. effettuare prevenzione di massa non solo a livello cardiaco ma anche respiratorio.

Inoltre, riteniamo che CARDESerenity potrebbe consentire un significativo risparmio della spesa sanitaria e miglioramento della qualità della vita di pazienti ammalati cronici permettendo loro controlli frequenti e agevoli nell'intimità del proprio ambiente domestico.



#### Anna Gina Perri

nata a Cosenza, il 16.12.1952, si è laureata in Ingegneria Elettrotecnica (Orientamento Comunicazione Elettriche) presso l'Università degli Studi di Bari il 25.2.1977, con la votazione di 110/110 e lode. Dopo aver ricoperto i ruoli di Ricercatore Universitario e di Professore Associato, attualmente è Professore Ordinario di Elettronica presso il Politecnico di Bari.

I suoi interessi scientifici, a partire dal 1977, hanno riguardato lo studio e progetto di sistemi ottici di telecomunicazioni, il progetto automatico di amplificatori a microonde a basso rumore, il "modelling" dei dispositivi elettronici e la caratterizzazione degli effetti termici, lo studio di dispositivi optoelettronici basati su strutture PBG (Photonic BandGap) ed il progetto di microrisonatori su PBG per acceleratori di particelle in adroterapia dei tumori. Attualmente è impegnata nel progetto, realizzazione e test di sistemi elettronici per il monitoraggio della salute, nonché nello studio e caratterizzazione di dispositivi elettronici nanometrici, FET su nanotubi di carbonio, dispositivi quantistici e per il quantum computing. Dal 2000 la Prof. Perri, in qualità di consulente, collabora con l'ALENIA SPAZIO di Roma, alle attività di ricerca riguardanti il progetto di MMIC per applicazioni spaziali ed alte rese di produzione.

E' Revisore di prestigiose Riviste Internazionali quali IEEE Transaction on Electron Devices, IEEE Transaction on Microwave and Wireless Components Letters, Solid State Electronics e IEEE Electronic Letters.

E' la Responsabile Scientifica del Laboratorio di Ricerca di "Dispositivi Elettronici" presso il Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Bari.

E' Socio proponente, nonché componente del Consiglio di Amministrazione, della società di spin off del Politecnico di Bari, C.A.R.D.E.S. ENGINEERING s.r.l.

E' stata insignita di Attestato di Merito dalla ASSIPE (ASSociazione Italiana per la Progettazione Elettronica) in occasione del Bias 2004, presso la Fiera di Milano, per il progetto di un sistema elettronico di monitoraggio remoto della salute.

E' inserita dal 2003 nell'Unità INFN di Napoli nell'ambito del progetto TEGAF: "Teorie Esotiche per Guidare ed Accelerare Fasci".

E' autrice e coautrice di 7 libri riguardanti la teoria, le applicazioni, il progetto con l'ausilio del calcolatore di dispositivi elettronici in Si ed in GaAs e la progettazione di circuiti integrati per la microelettronica e di circa 200 articoli, apparsi su riviste internazionali e presentati a Congressi Internazionali.



### **Agostino Giorgio**

è nato a Bari, il 3.9.1969 e si è laureato con 110/110 e lode in Ingegneria Elettronica nell'aprile del 1994, presso il Politecnico di Bari. Ha svolto il Dottorato di ricerca in Ingegneria Elettronica (X ciclo) negli anni 1994-1997 ed ha conseguito il titolo di Dottore di Ricerca presso il Politecnico di Torino, il 19/5/1998.

Vincitore di Borse di Studio per attività di ricerca Post-Dottorato e come collaboratore per la Ricerca ("assegno di ricerca") nell'anno 1999, attualmente è Ricercatore Universitario per il Settore Scientifico Disciplinare ING-INF/01-ELETTRONICA.

Inoltre è Responsabile Tecnico del Laboratorio di Dispositivi Elettronici del Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Bari.

L'attività di ricerca dell'Ing. Giorgio, svolta principalmente nell'ambito del progetto e caratterizzazione di dispositivi elettronici ed optoelettronici, attualmente è indirizzata alle applicazioni in campo biomedico, in particolare allo studio, progetto e caratterizzazione di bio-sensori a semiconduttore, alla progettazione di sistemi elettronici per il monitoraggio remoto ed in prossimità della salute umana, con metodi non invasivi o mini-invasivi; al progetto di cavità su materiali a bandgap fotonico per adroterapia dei tumori. Altri interessi sono relativi ai metodi ottici per l'imaging medicale, in particolare alla tecnica della Tomografica Ottica a radiazione Coerente (OCT).

L'ing. Giorgio è coautore di quattro libri riguardanti la teoria, le applicazioni ed il progetto con l'ausilio del calcolatore di dispositivi elettronici in Si ed in GaAs e di un ulteriore libro inerente la progettazione di circuiti integrati per la microelettronica. Inoltre ha pubblicato oltre 70 articoli scientifici su riviste internazionali o in atti di congressi internazionali.

L'ing. Giorgio è associato alle attività scientifiche dell'INFN (Istituto Nazionale Fisica Nucleare) e dell'INFM (Istituto Nazionale Fisica della Materia).



### **Alessandro Convertino**

si è laureato in Ingegneria Elettronica presso il Politecnico di Bari nel 2002. Nel 2003 ha vinto un assegno di ricerca ed ha iniziato a collaborare con il laboratorio di Dispositivi Elettronici del Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica dello stesso Politecnico per la progettazione full custom di sistemi elettronici per applicazioni mediche e di monitoraggio remoto. Attualmente è Addottorando di Ricerca in Ingegneria Elettronica. È co-inventore di un brevetto per un sistema di monitoraggio remoto della salute.



### **Roberto Marani**

è nato a Trani (BA) il 27.03.1985 e ha conseguito la laurea di I livello in Ingegneria Elettronica il 20.07.2006 presso il Politecnico di Bari con la votazione di 110/110 e lode. Nel suo lavoro di tesi dal titolo "Progetto di dispositivi ottici con l'uso di tecniche BPM", ha condotto uno studio di dispositivi e componenti optoelettronici basati su strutture PBG, focalizzando l'attenzione sulla realizzazione di programmi volti all'analisi di queste strutture periodiche. Attualmente collabora con il Laboratorio di Dispositivi Elettronici del Politecnico di Bari, dove svolge ricerche nell'ambito del progetto, realizzazione e test di sistemi elettronici nanometrici, dispositivi quantistici e FET su nanotubi di carbonio.