

RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

**Interfaccia uomo-macchina HMI e sistema di acquisizione e storicizzazione dei dati per
dispositivo “Epsilon waves”**

Bando voucher digitali I4.0 - anno 2021

Studi Magnetici s.r.l.

Via borgo di Gesso, 65

29013 Carpaneto Piacentino (PC)

P.IVA 01770220331

Sommario

DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
Circuito di acquisizione dei segnali.....	4
Interfaccia HMI	6
Storicizzazione dei dati	8
RISULTATI OTTENUTI	8

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Studi Magnetici Srl si occupa, come core business, della ricerca e sviluppo nel settore delle apparecchiature per il benessere ed elettromedicali.

Il dispositivo “Epsilon Waves” rappresenta un’innovazione assoluta che permette all’utente/utente di entrare in uno stato di elevatissima coerenza cerebrale e l’abbassamento della frequenza della popolazione neuronale fino nella bande Alfa, Theta, Delta ed Epsilon.

L’applicazione oggetto del progetto “Interfaccia uomo-macchina HMI” consta di un sistema di visualizzazione e storicizzazione che permette di digitalizzare ed automatizzare l’acquisizione dei dati necessari alla validazione del dispositivo “Epsilon Waves” come apparecchiatura medica. Per la registrazione presso il Ministero della Salute come apparecchiatura medica, infatti, occorre uno studio clinico realizzato in doppio cieco, con un campione di soggetti statisticamente rilevante.

Tale applicazione non si configura come una classica “Interfaccia uomo-macchina HMI”, ma bensì come una scheda di acquisizione per parametri biometrici dei soggetti, in particolare per le grandezze fisiche necessarie al fine di stimare le risultanze e l’efficacia del trattamento.

Tale dispositivo denominato in modo convenzionale “Interfaccia uomo-macchina HMI” perme all’azienda Studi Magnetici srl di acquisire i dati durante i test di collaudo dell’apparecchiatura Epsilon Waves.

Nell’ottica di efficientare e migliorare lo scambio e la gestione dei dati raccolti durante i test di collaudo, si è pensato di realizzare un’applicazione che automatizzi tali operazioni. In questo modo l’operatore non avrà più da appuntare i dati manualmente su cartaceo o su foglio di calcolo mediante personal computer, ma sarà possibile gestire tali operazioni in modo totalmente automatico alla fine della sessione di ogni test eseguito sui soggetti campione. Tali prove necessitano di una mole di dati molto importante difficile da gestire ed analizzare senza una digitalizzazione.

Tale applicazione è compatibile inoltre con gli applicativi di analisi esistenti e permetterà la storicizzazione di tutte le prove eseguite durante i test di collaudo.

In tal modo, non solo è possibile la digitalizzazione dei dati raccolti e la loro archiviazione, ma è automatizzato lo scambio dei dati, permettendo altresì di annullare la probabilità di errore durante il trasferimento di tali dati rilevati.

Per mezzo di report univocamente distinti per ogni prova, controllando ed automatizzando il flusso dei dati, viene inoltre garantita l’impossibilità da parte dell’operatore di modificare le risultanze dei dati dei test.

Tale dispositivo “Interfaccia uomo-macchina HMI” consente l’automatizzazione del processo aziendale gestionale, anche ottimizzando lo scambio dei dati clinici con i database realizzati con standard internazionali.

Circuito di acquisizione dei segnali

Il primo passo verso la realizzazione di questo progetto è stato quello di realizzare l’hardware che permette la rilevazione dei segnali provenienti dallo scalpo con una buona accuratezza, cercando di ridurre al minimo i disturbi, poiché i segnali da trattare hanno valori molto piccoli, equiparabili all’intensità dei disturbi radio ed EMC. Questo metodo ha il merito di essere non invasivo, tecnicamente poco impegnativo e disponibile a un costo relativamente basso. Per ricostruire in maniera accurata l’attività corticale, gli elettrodi sono applicati sullo scalpo secondo la disposizione standard chiamato sistema internazionale 10-20. Questo sistema descrive l’esatta posizione di ogni elettrodo, consentendo una buona copertura di tutta la superficie encefalica e garantendo che gli elettrodi siano sempre posizionati sopra le stesse aree. Allo stesso tempo, si è reso necessario acquisire anche i dati relativi alla frequenza cardiaca, ed al segnale cardiaco. Per tale funzione è stata adottata una scheda-sensore che solitamente viene impiegata nei pulsossimetri e lavora con in protocollo I2C.

Dopo un’accurata fase di ricerca, è stato individuato un circuito integrato che riporta al suo interno tutti i blocchi funzionali che eseguono le operazioni descritte in precedenza: l’ADS12299. In base all’application circuit di tale circuito integrato, è stata sviluppata una scheda elettronica proprietaria a microprocessore in grado di:

- acquisire i segnali dallo scalpo tramite gli elettrodi collegati all’integrato suddetto;
- la frequenza cardiaca grazie ad un sensore dito operante tramite protocollo I2C;
- visualizzare i dati sull’interfaccia HMI in real time tramite protocollo Ethernet

La scheda PCB viene riportata di seguito.

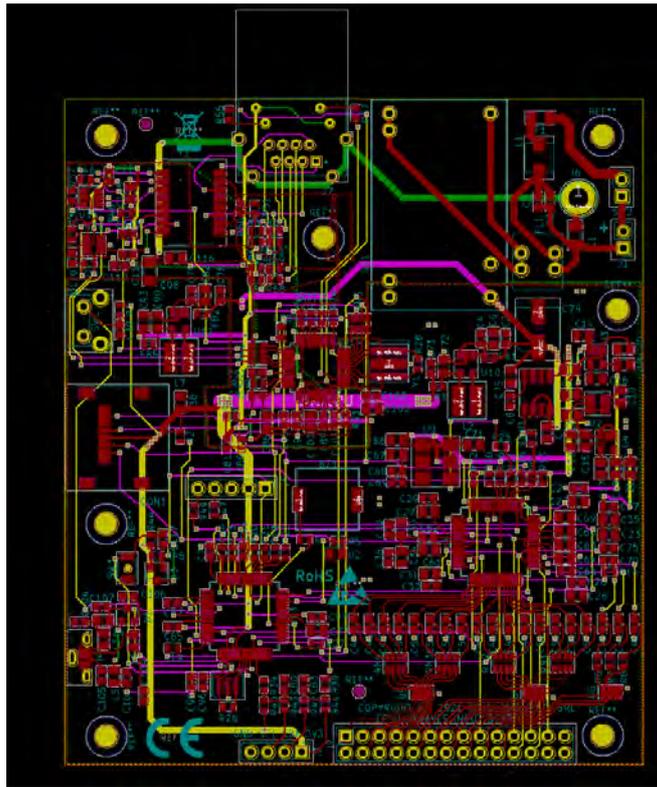


Figura 1 - PCB sbrogliata

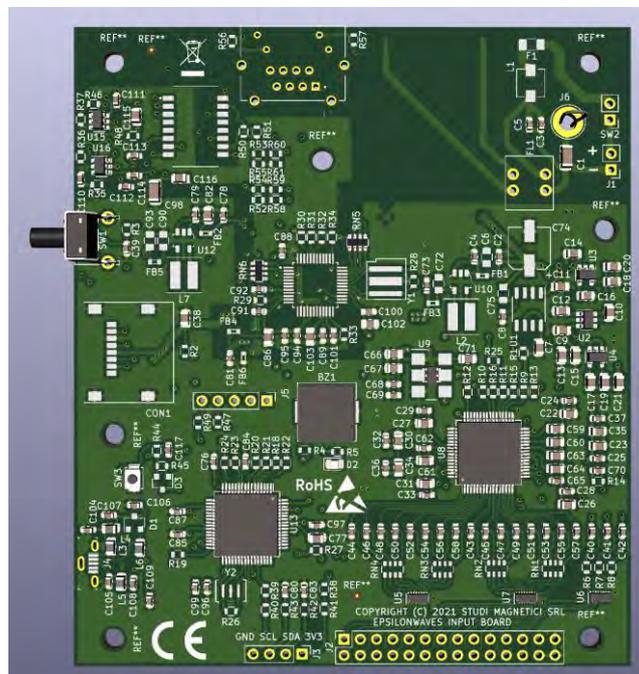


Figura 2 - rendering 3D del circuito

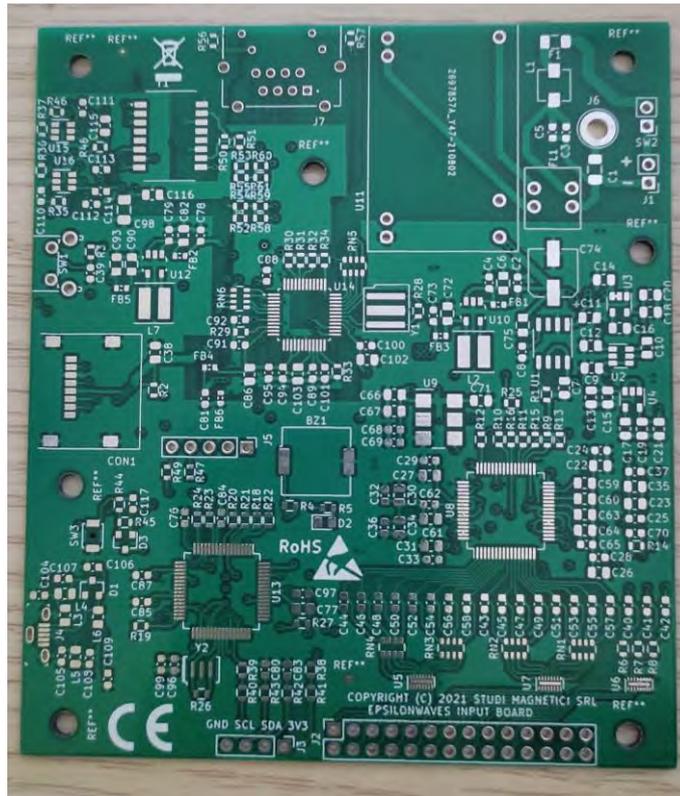


Figura 3 - circuito PCB realizzato

Interfaccia HMI

Conclusa la fase di prototipazione e collaudo Hardware, si è passati alla realizzazione di una interfaccia Software in grado di visualizzare i dati provenienti tramite Ethernet dalla scheda di acquisizione, e contestualmente in grado di comunicare con la circuiteria di controllo della macchina “Epsilon Waves”, sempre tramite protocollo Ethernet.

Di seguito uno screenshot dell’interfaccia HMI:

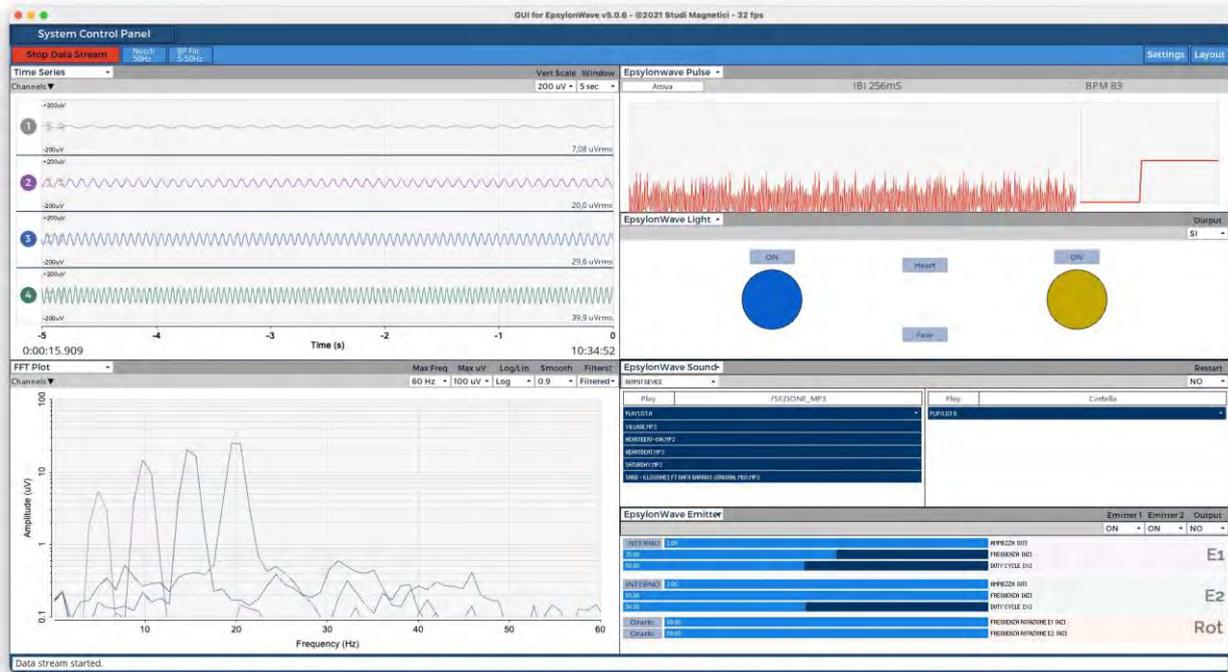


Figura 4 - Schermata dell'interfaccia HMI

Come si può vedere, il layout è suddiviso in sei parti. In alto a sinistra (time series) vengono visualizzati in real time i segnali cerebrali provenienti dai 4 canali sullo scalpo. In basso a sinistra (FFT plot) viene visualizzato lo spettro di frequenze dei segnali. In alto a destra (Epsilonwave Pulse) Viene visualizzato il ritmo cardiaco. Nella casella sotto (Epsilonwave Light) viene implementata la comunicazione tra l'interfaccia HMI e la macchina Epsilonwave, in particolare: tramite protocollo Ethernet, in questa finestra è possibile accendere da remoto due emettitori luminosi (appartenenti agli organi funzionali della macchina) in modo fisso, oppure spegnerli, oppure farli accendere a ritmo cardiaco in base ai dati rilevati in real time, ed infine sfasare le accensioni e gli spegnimenti in modo alternato piuttosto che in sincronia. Nella finestra successiva (Epsilonwave Sound) è possibile caricare due playlist dal computer. Queste si avviano in sincronia con l'acquisizione dei parametri biometrici e le due playlist vengono veicolate a due distinti canali della scheda sonora. Nella schermata Epsilonwave Emitter, in basso a destra, si possono selezionare i parametri magnetici degli emettitori presenti all'interno della macchina "Epsilonwave". In particolare: ampiezza, frequenza, duty cycle e verso di rotazione del campo magnetico.

Storicizzazione dei dati

La storicizzazione dei dati avviene sempre durante tutto il processo di acquisizione dei dati, pertanto è sempre attivo. Vengono salvate onde cerebrali sui 4 canali EEG, i dati relativi alla pulsazione cardiaca e le playlist. Tutto viene memorizzato senza filtri applicati (dati non elaborati). Tale storicizzazione avviene su database e per riprodurre una sessione di lavoro storicizzata si utilizza la relativa opzione di avvio presente nell'interfaccia HMI e sulla schermata viene riprodotto l'andamento che si era presentato sul soggetto nel momento della sessione di lavoro relativa.

RISULTATI OTTENUTI

Dal punto di vista Hardware, dopo un setup iniziale e qualche piccola modifica (eseguita direttamente sul PCB prototipale), tutti i blocchi che costituiscono il circuito di acquisizione e trasmissione sono risultati funzionanti. La qualità dell'acquisizione è parsa decisamente migliorata rispetto a prove eseguite in passato, sia in termini di qualità dei segnali acquisiti, sia rispetto al numero di canali (incrementato da 2 a 8) ed alla possibilità di acquisizione e trasferimento in real-time. Dal punto di vista Software, è stata verificata la funzionalità dell'interfaccia HMI in tutti i suoi blocchi costituenti, sia in ingresso che in uscita. Pertanto, le attività in oggetto si ritengono concluse positivamente.