



Manuale Utente v.1.1

Muovi+Lite

Amplificatore portatile di segnali bioelettrici



Leggere attentamente questo manuale prima di usare Muovi+Lite

1	DESCRIZIONE GENERALE	6
2	KIT DEL MUOVI+LITE	7
3	UTILIZZATORE FINALE	7
3.1	CONTROINDICAZIONI	8
3.2	EFFETTI COLLATERALI	8
4	AVVERTENZE	8
5	LEGENDA DEI SIMBOLI POSTI SUL MUOVI+LITE E NEL MANUALE	10
6	SPECIFICHE TECNICHE	12
7	DESCRIZIONE DETTAGLIATA	14
7.1	SONDA DI PRELIEVO MUOVI+ – CONTROLLI, INDICATORI E CONNETTORI	14
7.1.1	<i>Connettore di ingresso e ricarica</i>	15
7.1.2	<i>Pulsante ON/OFF</i>	16
7.1.3	<i>Indicatori LED</i>	16
7.1.4	<i>Connettore Patient Ref</i>	18
8	UTILIZZO DEL MUOVI+LITE	19
8.1	UTILIZZO SONDA MUOVI+	19
8.1.1	<i>Interfaccia WiFi della sonda Muovi+</i>	19
8.1.2	<i>Segnali</i>	20
8.1.3	<i>Elettrodi di prelievo e connessione al paziente</i>	24
8.1.4	<i>Procedura di ricarica delle sonde Muovi+</i>	26

8.1.5	<i>Trasferimento dei dati wireless</i>	26
8.1.6	<i>Pagina web interna Muovi+</i>	26
9	RISOLUZIONE DEI PROBLEMI	30
10	MANUTENZIONE E CONSERVAZIONE DEL MUOVI+LITE	31
11	ANALISI DEL RISCHIO	33
11.1	NORME GENERALI PER LA SICUREZZA FONDAMENTALE E PRESTAZIONI ESSENZIALI CEI EN 60601-1	33
12	DESTINAZIONE D'USO	35
13	CARATTERISTICHE TECNICHE	36
14	GARANZIA	37
14.1	CONDIZIONI DI GARANZIA	37

1 DESCRIZIONE GENERALE

Il Muovi+Lite è un sistema modulare per l'acquisizione fino a 64 segnali EMG. È composto da una sonda Muovi+ e da un caricatore chiamato Muovi+SC.

La sonda Muovi+ è un amplificatore wireless a 64 canali ed è un dispositivo miniaturizzato e indossabile. La sonda Muovi+ è in grado di rilevare segnali elettromiografici di superficie (HD-sEMG) e segnali elettroencefalografici (EEG) per Brain Computer Interface (BCI). La sonda effettua amplificazione, filtraggio, conversione analogico/digitale e trasferimento wireless dei segnali acquisiti al PC, il tutto per la visualizzazione e l'archiviazione in tempo reale.

La sonda Muovi+ non necessita di adattatori per la connessione degli elettrodi di acquisizione, questi ultimi, infatti, vengono collegati direttamente allo strumento.

Sul sito <https://otbioelettronica.it/downloads>, è disponibile il software freeware per la visualizzazione e l'archiviazione in tempo reale dei segnali bioelettrici, chiamato OT BioLab+, progettato da OT Bioelettronica.

Il Muovi+Lite è uno strumento progettato per la ricerca clinica, effettuata da personale qualificato ed è completamente sicuro per il paziente. La sicurezza viene garantita avendo rispettato i requisiti di progettazione per i dispositivi con parte elettronica applicata al paziente.

2 KIT DEL MUOVI+LITE

- 1 Muovi+SC
- 1 sonda Muovi+ con 64 canali
- 1 Fascetta di massa da polso
- 1 Cavo di massa
- 1 Manuale utente del Muovi+Lite
- Matrici di elettrodi di diverso tipo a seconda della richiesta del cliente

3 UTILIZZATORE FINALE

Il dispositivo Muovi+Lite permette la registrazione, non invasiva, di segnali bioelettrici (sEMG ed EEG) prelevati con elettrodi di superficie. Muovi+Lite è destinato ad essere impiegato, in primo luogo, come dispositivo da laboratorio, in secondo luogo, può essere utilizzato in ambito ambulatoriale fisioterapico per valutare, in maniera qualitativa e quantitativa, l'attività muscolare. Per l'utilizzo del dispositivo Muovi+Lite nelle registrazioni HD-sEMG ed EEG, l'utilizzatore finale deve avere familiarità con le tecniche di prelievo in questione ed avere una formazione sull'interpretazione dei segnali prelevati.

Il profilo dell'utilizzatore è un operatore specializzato che ha:

- a) Conoscenza minima e nozioni di base del corpo umano
- b) Comprensione della lingua: Italiano e/o Inglese
- c) Formazione minima necessaria per l'utilizzo del dispositivo
- d) Menomazioni ammissibili:
 - riduzione dell'udito massima del 40% con udito residuo al 60%
 - riduzione della vista del 40% con vista residua al 60%

Profilo paziente:

- a) Et : >15 Anni
- b) Peso: non rilevante
- c) Salute: privo di problemi cardiologici e non portatore di pacemaker
- d) Nazionalit : indifferente

3.1 Controindicazioni

Il Muovi+Lite   un dispositivo alimentato a batteria con parti in contatto con il paziente. Non ha particolari controindicazioni, quando usato in combinazione con PC ed altri apparecchi elettrici connessi alla rete, verificare che questi rispettino le norme di sicurezza elettrica relative.

3.2 Effetti collaterali

Nel prelievo di segnali HD-sEMG o EEG non si evidenzia alcun effetto collaterale. Tutti i materiali utilizzati per la costruzione delle parti, che possono venire in contatto con il paziente, sono biocompatibili. Possibili reazioni allergiche della cute (es. arrossamento della cute) sono ridotte al minimo riducendo la durata del protocollo di acquisizione.

4 AVVERTENZE

L'utilizzo del sistema Muovi+Lite   assolutamente proibito nelle seguenti condizioni:

- Mentre sono utilizzati altri strumenti di monitoraggio.
- Mentre sono utilizzati strumenti di elettro-chirurgia, strumenti per terapie a onde corte o microonde.
- Da persone incapaci di intendere e di volere.
- Quando lo strumento   danneggiato.
- In prossimit  di sostanze infiammabili o in ambienti con elevate concentrazioni di ossigeno.

- Da persone che utilizzano sistemi di sopravvivenza che possono essere disturbati da campi di interferenza elettromagnetica, come ad esempio pacemakers.

Le seguenti precauzioni vanno osservate:

- Usare solo elettrodi forniti dal distributore: il dispositivo Muovi+Lite è testato e garantito per l'uso con gli elettrodi in dotazione.
- In caso di penetrazione di sostanze estranee nel dispositivo contattare immediatamente il produttore. In caso di forte shock del sistema Muovi+Lite (es. caduta sul pavimento) verificare che non siano presenti crepe del contenitore o lesioni di qualsiasi natura. In caso di dubbio contattare il produttore.
- Il sistema Muovi+Lite è soggetto a influssi ambientali (ad esempio disturbi elettrostatici provocati da motori elettrici operanti nelle vicinanze o altre sorgenti di disturbi elettromagnetici). Tali interferenze possono condizionare le misurazioni dei segnali EMG ed EEG. Non essendo tali parametri utilizzati per la formulazione di diagnosi, non costituiscono alcun pericolo per il paziente, si prega di considerare sempre le interferenze ed il rumore nelle sessioni di processing dei segnali.
- La connessione del dispositivo Muovi+Lite con altre apparecchiature (ad esempio PC) deve essere effettuata secondo norma EN 60601-1-1 relativa a sistemi elettromedicali.
- L'utilizzo del sistema Muovi+Lite è ristretto a personale adeguatamente formato.
- Valutazioni inesatte possono essere conseguenza dell'utilizzo dell'apparecchiatura alla presenza di forti fonti di disturbo (ad es. forti campi elettromagnetici), che sono però facilmente riconoscibili da personale opportunamente formato.



Il dispositivo non deve essere utilizzato in qualsiasi altro modo diverso da quanto indicato in queste istruzioni.

5 LEGENDA DEI SIMBOLI POSTI SUL MUOVI+LITE E NEL MANUALE



Numero di serie



Numero identificativo del dispositivo a catalogo



Classe BF per le componenti applicate al paziente



Produttore



Non smaltire questo prodotto come rifiuto non differenziato. Preparare il riutilizzo o la raccolta differenziata del prodotto secondo le disposizioni della direttiva 2002/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio dell'Unione Europea sullo smaltimento di apparecchiature elettriche ed elettroniche.



Marcatura CE



Leggere le istruzioni



Non utilizzare se la confezione è stata danneggiata o aperta



Limiti di temperatura a cui il dispositivo può essere esposto in sicurezza



Range di umidità a cui il dispositivo può essere esposto in sicurezza



Range di pressione atmosferica a cui il dispositivo può essere esposto in sicurezza



Lattice di gomma naturale, non è stato utilizzato, nella fabbricazione del prodotto, del suo contenitore o della sua confezione.

RoHS

L'apparecchiatura elettronica è in conformità alla Direttiva RoHS sulla restrizione nell'uso di sostanze pericolose

Grado di protezione:

IP20

Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12.5 mm

Non protetto da caduta di gocce d'acqua

—————
12VDC – 36W

L'apparecchiatura è adatta solo per la corrente continua; con indicazione di tensione nominale e potenza di alimentazione.



Leggere attentamente le istruzioni d'uso prima della messa in esercizio del dispositivo.

6 SPECIFICHE TECNICHE

Muovi+Lite è un dispositivo a batteria, progettato per garantire un alto livello di sicurezza per il paziente e per l'operatore, in tutte le condizioni di utilizzo. L'isolamento tra il dispositivo Muovi+Lite ed il PC per la visualizzazione e l'archiviazione dei dati in tempo reale è intrinsecamente ottenuto con il trasferimento dati wireless. L'unico connettore disponibile su ciascuna sonda Muovi+ è utilizzato o per l'interfaccia con elettrodo di prelievo (matrice di elettrodi) oppure per la ricarica della batteria. Si evita così la possibilità di alimentare la sonda Muovi+ da una fonte esterna mentre è collegata al paziente per il prelievo dei segnali bioelettrici. Tale connessione deve essere eseguita in conformità con la Norma Europea EN 60601-1-1 sui dispositivi medici. La Tabella 6.1 mostra le specifiche tecniche della sonda Muovi+.

Sonda Muovi+	Funzioni	Acquisizione di 64 segnali EMG o EEG
	Numero canali	64
	Filtro passa basso	$\sim F_{SAMP}/4$
	Filtro passo alto	Accoppiamento in DC oppure filtro digitale a 10 Hz
	Livello di rumore riferito all'ingresso	$< 4 \mu V_{RMS}$
	Resistenza di ingresso	500 M Ω
	Range in ingresso	0 – 3.3 V
	Batteria	Batteria LiPo 3,7V
	Vita della batteria – Tempi di ricarica	Acceso/Trasmissione Continua - 6 ore/2 ore e 30 minuti, ricarica completa - 2 ore
	IMU	
	Numero e tipologia segnali	<ul style="list-style-type: none"> - Accelerometro triassiale (+/- 4g) - Giroscopio triassiale (2000 °/s) - Magnetometro triassiale
	Conversione dati e comunicazione	
	Risoluzione del convertitore A/D	24 bit
	Dinamica di ingresso del convertitore A/D	± 2.4 V
Trasferimento dati al PC	WiFi attraverso TCP socket	

TAB. 6.1: *Specifiche tecniche della sonda Muovi+.*

7 DESCRIZIONE DETTAGLIATA

Il Muovi+Lite è un dispositivo portatile, alimentato a batteria per l'acquisizione di EMG di superficie. I dati possono essere acquisiti usando la sonda Muovi+. I segnali sono trasferiti al PC per la visualizzazione e la registrazione in tempo reale.

La sonda Muovi+ ha un indirizzo IP fissato con cui è possibile raggiungere la sua pagina web, usando qualunque browser. Attraverso il browser è possibile configurare, controllare e aggiornare il firmware stesso della sonda.

Il protocollo di comunicazione è disponibile per lo sviluppo personalizzato insieme al codice dimostrativo Matlab. Le sezioni seguenti descrivono nel dettaglio la sonda Muovi+ e il sistema Muovi+Lite.

7.1 Sonda di prelievo Muovi+ – Controlli, indicatori e connettori

La sonda Muovi+ è un dispositivo progettato per acquisire 64 segnali EMG di superficie attraverso matrici di elettrodi oppure attraverso cuffie per EEG per brain computer interface a 64 canali.

Nella figura 7.1 è rappresentata la sonda con indicazione dei diversi controlli, indicatori e connettori presenti sulla stessa.

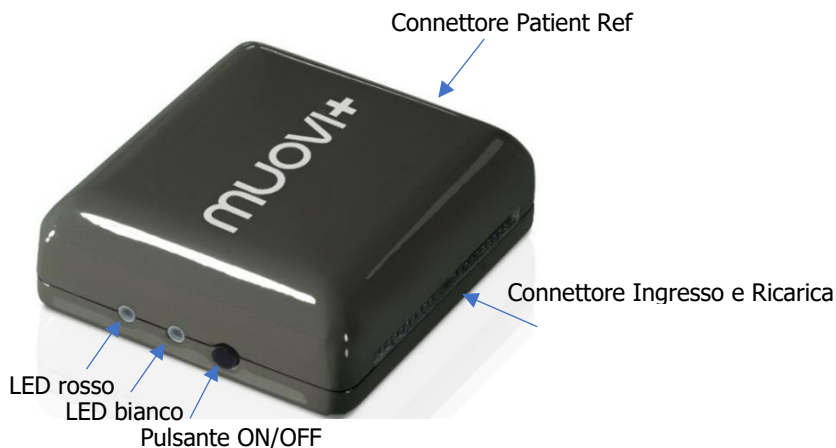


FIG. 7.1: Sonda Muovi+: controlli, connettori e indicatori.

La sonda Muovi+ può essere completamente configurata tramite la sua pagina web, mentre il pulsante ON/OFF fornisce solo un rapido accesso alle funzioni di base, visualizzate dai led.

7.1.1 Connettore di ingresso e ricarica

Il connettore di ingresso a 40 pin è l'interfaccia tra il Muovi+ e gli elettrodi ed è utilizzato anche per la ricarica della batteria interna.

Il pinout del connettore a 40 pin è disponibile, su richiesta, per sviluppi personalizzati. Fare riferimento alla sezione 8.1.3 per ulteriori dettagli sulle matrici disponibili.

7.1.2 Pulsante ON/OFF

Questo pulsante accende e spegne la sonda Muovi+ rimuovendo completamente l'alimentazione della batteria da tutte le sue parti.

7.1.3 Indicatori LED

Per identificare lo stato del Muovi+ sono stati installati due LED. Ciascuno di essi riflette lo stato di una diversa attività del dispositivo:

- 1) il LED bianco è correlato al trasferimento dei dati wireless
- 2) il LED rosso evidenzia gli errori o i problemi

I due LED sono indipendenti e le informazioni, fornite da ciascuno di essi, vengono visualizzate ciclicamente per un dato numero di lampeggi. Nella Tabella 7.1 sono evidenziati i diversi stati e il relativo numero di lampeggi del LED.

N. di lampeggi	1	2	3	4
LED Bianco	WiFi attivo	Connesso alla rete	Connesso al socket TCP	Trasferimento dati
LED Rosso	Perdita di dati durante il trasferimento WiFi	-	Livello batteria basso	-

TAB. 7.1: Relazione tra il numero di lampeggi per ogni LED e lo stato della sonda Muovi+

LED Bianco

Questo LED indica lo stato della connessione WiFi e il trasferimento dei dati attraverso un socket TCP.

Il LED bianco fornisce informazioni diverse a seconda dello stato in cui si trova il Muovi+.

Quando Muovi+ agisce come un punto di accesso:

- a) un lampeggio del LED bianco indica che la rete è stata generata ed è disponibile per la connessione da un altro dispositivo

b) due lampeggi indicano che un dispositivo è connesso alla rete generata dal Muovi+

Se Muovi+ è configurato per connettersi alla rete della SyncStation:

a) un lampeggio indica che il Muovi+ è attivo e che sta cercando una rete;

b) due lampeggi indicano che il Muovi+ si è connesso con successo alla rete esterna.

Indipendentemente dal ruolo della sonda Muovi+, tre lampeggi del LED bianco indicano che la sonda è connessa come client a un TCP generato da un dispositivo server (solitamente il PC utilizzato per la visualizzazione e la registrazione di dati in tempo reale); quattro lampeggi del LED bianco indicano che la sonda sta trasferendo dati, attraverso il TCP socket, ad un server. Utilizzando la comunicazione tramite SyncStation la condizione dei due lampeggi non si presenta, perché la connessione al socket TCP avviene nello stesso istante in cui la sonda si collega alla rete generata dalla SyncStation.

Nel caso invece di connessione diretta della sonda al PC e l'utilizzo del software OT BioLab+, la connessione al socket avviene contestualmente all'inizio del trasferimento dati passando quindi direttamente da due lampeggi a quattro lampeggi del led bianco.

LED Rosso

Il LED rosso viene utilizzato per avvisare l'utente di un errore o di una condizione critica. Un lampeggio singolo del LED rosso indica che sono stati persi campioni nel trasferimento dati wireless, questa situazione si manifesta quando il buffer dati interno al Muovi+, è pieno e la trasmissione dati non è possibile, l'acquisizione del successivo campione di segnale creerà un reset del buffer di dati interno con la perdita di una quantità di dati, pari alla dimensione del buffer (fare riferimento alla sezione 8.2 per ulteriori dettagli).

Il LED rosso smetterà di lampeggiare, se la condizione sopra descritta è temporanea (ad esempio la sonda Muovi+ rimane per un tempo limitato troppo lontano dal PC di acquisizione) e quindi il trasferimento dei dati si è riavviato correttamente.

La perdita dei dati registrati può comunque essere verificata offline, controllando uno dei canali accessori (vedere la sezione 8.2 per ulteriori dettagli).

Tre lampeggi del LED rosso corrispondono a un livello della batteria inferiore al 20%. Si noti che non vi è priorità nella segnalazione degli errori e viene visualizzato sempre l'ultimo errore rilevato, con il numero di lampeggi del LED rosso corrispondenti.

In generale, il livello di batteria scarica prevarrà sulle altre condizioni di errore, semplicemente perché il livello della batteria viene monitorato più frequentemente degli altri parametri.

7.1.4 Connettore Patient Ref

Il connettore Patient Ref, banana femmina da 2mm, è il riferimento del paziente e deve essere posizionato utilizzando una fascetta di massa (fornita nel kit del sistema) oppure un elettrodo pregelato, posizionati sul corpo del paziente in un punto privo di attività elettromiografica (es. polso o caviglia).

Le fascette di massa, per garantire un buon contatto elettrico con il paziente, devono essere bagnate. Tutti i segnali EMG o EEG sono acquisiti come differenza tra il potenziale prelevato da ogni singolo elettrodo e il potenziale del riferimento, generando pertanto dei segnali monopolari.

8 UTILIZZO DEL MUOVI+LITE

Questo manuale si riferisce all'uso del sistema Muovi+Pro insieme al PC con sistema operativo Windows ed al software gratuito OT BioLab+. Nel caso si volesse utilizzare un sistema operativo diverso da Windows, oppure, se l'utente volesse personalizzare l'interfaccia, nella sezione download del sito web otbioelettronica.it sono a disposizione i documenti che descrivono il protocollo di comunicazione del sistema Muovi+Pro ed alcuni codici Matlab di esempio.

8.1 Utilizzo sonda Muovi+

8.1.1 Interfaccia WiFi della sonda Muovi+

La sonda Muovi+ è utilizzata singolarmente, con una connessione diretta con il PC: questa modalità permette di acquisire esclusivamente i segnali provenienti da una sonda Muovi+ senza possibilità di sincronizzazione con altre sonde o altri dispositivi.

Nel caso in cui si voglia utilizzare una sonda Muovi+ direttamente connessa al PC, è invece necessario avviare la sonda tenendo premuto per 5 secondi il pulsante di accensione. I led della sonda inizieranno a lampeggiare per 5 volte contemporaneamente e una volta rilasciato il pulsante la sonda genererà una rete WiFi aperta, senza password, a cui ci si potrà collegare. Il nome della rete WiFi generata sarà "MVXXX-ID", dove XXX rappresenta il numero seriale della sonda Muovi+ e ID il suo numero identificativo.

In questa modalità la sonda Muovi+ funge da server DHCP fornendo le impostazioni ai dispositivi connessi alla propria rete, ma un solo dispositivo alla volta può collegarsi alla rete generata dalla sonda Muovi+.

Questa modalità può essere configurata come la modalità di accensione di default tramite la pagina web interna alla sonda Muovi+.

Indipendentemente dalla modalità di funzionamento utilizzata, l'indirizzo IP della sonda Muovi+ è 192.168.14.ID, dove ID rappresenta il numero identificativo della sonda. La subnet mask è fissa e pari a 255.255.255.0. Digitando l'indirizzo IP su qualsiasi browser, verrà visualizzata la pagina di configurazione interna (fare riferimento alla sezione 8.1.5). La pagina di configurazione consente di verificare le impostazioni correnti del dispositivo, il livello di batteria e di modificare alcune impostazioni che verranno mantenute anche dopo aver spento la sonda.

Inoltre, il software OT BioLab+ mette a disposizione un pulsante nella finestra di configurazione per aprire direttamente la pagina web del Muovi+.

8.1.2 Segnali

La risoluzione nativa del Muovi+ è di 24 bit ottenuti campionando i segnali con un convertitore A/D sigma-delta. I segnali sono acquisiti accoppiati in DC e l'unico filtraggio hardware esistente è un semplice filtro antialiasing a 154 kHz.

La frequenza di taglio del filtro passa-basso implementato all'interno dell' A/D converter è impostata in base alla frequenza di campionamento e corrisponde a circa $\frac{1}{4}$ di quest'ultima. L'acquisizione con tutti i 24 bit è destinata ai segnali EEG accoppiati in DC ad una frequenza massima di campionamento di 500 Hz.

Per la raccolta dei dati EMG, viene implementato un filtro passa-alto firmware (solo sui segnali bioelettrici, quindi non sull'IMU) che rimuove la componente DC e sposta la linea di base dei segnali al centro della dinamica. Questa condizione rende possibile l'acquisizione dei segnali EMG con una risoluzione ridotta di 16 bit. Il formato dei dati in entrambi i casi, 24 bit e 16 bit, è big endian.

Il filtro è implementato sottraendo ai segnali la media mobile esponenziale, ottenuta da:

$$\text{Media_ChX}[t] = (1-\alpha) \text{Media_ChX}[t-1] + \alpha \text{ChX}[t]$$

Dove α è uguale a $1/2^5$. Il risultato è un filtro passa alto con una frequenza di taglio di 10,5 Hz, durante il campionamento dei segnali a 2000 Hz. Più in generale, la frequenza di taglio passa-alto è $F_{\text{samp}}/190$. È possibile impostare due diverse frequenze di campionamento: 500 Hz e 2000 Hz. Scegliendo la seconda viene automaticamente settato il filtro passa alto e la risoluzione a 16 bit. Questa modalità è pensata per l'acquisizione di segnali EMG. La frequenza di campionamento di 500 Hz invece imposta il campionamento full-DC e la risoluzione a 24 bit, pensata per l'acquisizione di segnali EEG.

I convertitori A/D hanno ingressi differenziali che consentono agli ingressi positivi e negativi di oscillare teoricamente tra ± 2.4 V. Nel caso del Muovi+, il limite è imposto dalla tensione di alimentazione che è di 3,3V. L'ingresso positivo viene alimentato con i segnali dagli elettrodi, i segnali negativi sono collegati al riferimento del paziente (punto centrale dell'alimentazione). Il bit meno significativo (LSB) dei segnali è ottenuto da:

$$\text{LSB} = \text{ADC}_{\text{RANGE}}/2^{24} = 286.1 \text{ nV}$$

Quando la risoluzione a 16 bit viene impostata, solo i 16 bit meno significativi vengono trasferiti per i segnali bioelettrici e questo introduce una limitazione nel range del segnale a 18,75 mV_{pp}.

La Tabella 8.1 riepiloga i diversi intervalli di ingresso, i valori LSB, RMS e rumore da picco a picco con le diverse impostazioni di acquisizione per segnali bioelettrici.

Risoluzione	Input Range	LSB	Rumore RMS R.T.I.	Rumore P-P R.T.I.
16 bits, BioSig	18,75 mV	286.1 nV	0.6 – 1.2 μ V	3.6 – 7.8 μ V
16 bits, Ext = 2, BioSig	37.5 mV	572.2 nV	0.9 – 1.8 μ V	5.7 – 12.1 μ V
16 bits, Ext = 4, BioSig	75 mV	1.144 μ V	1.6 – 3.2 μ V	9.8 – 22.2 μ V
16 bits, Ext = 8, BioSig	150 mV	2.289 μ V	3 – 6.1 μ V	17.9 – 41.8 μ V
24 bits, BioSig	3,3 V	286.1 nV	0.6 – 1.2 μ V	3.6 – 7.8 μ V

TAB. 8.1. Caratteristiche dei segnali acquisiti con differenti configurazioni. Il range del rumore è correlato alle differenti frequenze di campionamento.

Oltre ai segnali biologici, sono presenti 4 canali provenienti da un sensore inerziale e 2 canali accessori. Tutti e 6 i canali sono rappresentati su 16 o 24 bit coerentemente con la risoluzione dei segnali bioelettrici. In altri termini, se i segnali bioelettrici acquisiti sono EMG e la risoluzione è 16 bit, anche i 6 canali aggiuntivi sono rappresentati su 16 bit. Viceversa, se i segnali acquisiti sono EEG, tutti i canali saranno rappresentati a 24 bit, ma senza alterare l'informazione contenuta, solo estendendo i numeri con una rappresentazione su 24 bit.

I primi quattro canali aggiuntivi (canali 33, 34, 35 e 36) sono i dati relativi all'IMU (Unità di Misura Inerziale) presente nella sonda Muovi+, e corrispondenti rispettivamente ai quaternioni W, X, Y e Z derivati dai 3 sensori integrati: accelerometro, giroscopio e magnetometro. Il sensore inerziale utilizzato è il BNO055 della Bosch configurato in "Fusion Mode - NDOF" con i range di misura di default ed orientazione assoluta rispetto al vettore di gravità ed il nord magnetico. La risoluzione reale dei dati del quaternione è 14 bit, estesa con segno a 16 o 24 bit in funzione della modalità di acquisizione della sonda Muovi+. I quaternioni sono frutto di un calcolo interno al sensore inerziale e sono aggiornati ad una frequenza di 100 Hz, quindi, nel caso di campionamento a 2000 Hz, ci saranno 20 campioni con gli stessi valori dei quaternioni prima di ottenere un nuovo set di valori per i quaternioni.

In figura 8.1 viene mostrato il posizionamento del sensore IMU all'interno di ogni sonda Muovi+ con indicazione dell'orientamento degli assi.

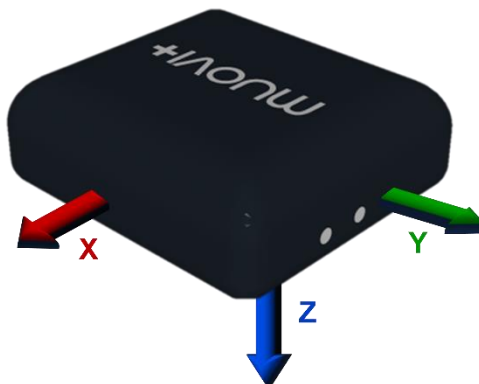


FIG. 8.1: Posizionamento e orientamento sensore inerziale IMU.

I due canali accessori contengono informazioni relative al segnale di sincronizzazione RF inviato dalla SyncStation, all'utilizzo del buffer di memoria interno alla sonda Muovi+ ed un contatore dei campioni. In particolare, il canale 37 fornisce informazioni sull'utilizzo del buffer interno e sullo stato segnale di sincronizzazione.

Il secondo canale accessorio (canale 38) è un contatore di campioni. Questo viene incrementato ad ogni nuovo campione acquisito e può essere usato per verificare se uno o più campioni sono stati persi. La differenza tra due valori successivi infatti indica quanti campioni sono trascorsi dal precedente campionamento e nel caso in cui alcuni dati siano andati persi è possibile individuare quanti siano i campioni persi. Il contatore una volta arrivato al valore più grande possibile con la corrispondente risoluzione, riparte da capo con il conteggio.

8.1.3 Elettrodi di prelievo e connessione al paziente

La sonda Muovi+ si collega direttamente agli elettrodi di prelievo, non sono quindi necessari ulteriori adattatori o cavi. Nel caso di acquisizione di segnali HD-sEMG sono disponibili tre modelli di matrici collegabili alle sonde Muovi+:

- HD08MM1305: matrice adesiva semiriutilizzabile a 64 elettrodi 13 righe x 5 colonne, con distanza interelettrodotica (IED) 8mm.
- HD04MM1305: matrice adesiva semiriutilizzabile a 64 elettrodi 13 righe x 5 colonne, con distanza interelettrodotica (IED) 4mm.
- HD10MM0808: matrice adesiva semiriutilizzabile a 64 elettrodi 8 righe x 8 colonne con distanza interelettrodotica (IED) 10mm.

Sulla parte posteriore del connettore di ogni matrice è presente una linguetta rigida, che serve per facilitare l'inserimento e la rimozione della matrice dalla sonda (vedi Fig. 8.2). Le matrici di prelievo vengono definite semiriutilizzabili, in quanto, per l'utilizzo sul paziente, devono essere applicate andando ad interporre tra matrice e cute uno strato di foam fustellato biadesivo e della crema conduttiva. Il foam biadesivo è monouso, mentre la matrice di elettrodi può essere riutilizzata, dopo essere stata pulita, utilizzando un panno asciutto, fino ad usura o ossidazione degli elettrodi di prelievo stessi.

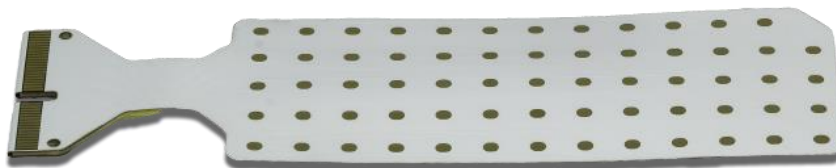


FIG. 8.2: Matrice adesiva semiriutilizzabile HD08MM1305.

Indipendentemente dalla matrice di prelievo utilizzata, la sonda Muovi+ deve essere collegata al paziente con una fascetta o elettrodo di riferimento, questa operazione è necessaria per fissare il potenziale del corpo del paziente, al potenziale di riferimento interno alla sonda Muovi+, a tale scopo, sulla sonda è disponibile un connettore a banana femmina da 2 mm.

Tutti i segnali registrati dalla sonda Muovi+ sono acquisiti in modalità monopolare, rispetto al riferimento del paziente, per questo motivo è importante che la fascetta o l'elettrodo di riferimento del paziente, siano posizionati su un punto privo di attività elettromiografica e possibilmente vicino all'elettrodo per il rilevamento dei biopotenziali. I segnali differenziali si possono ottenere via software sia on-line che offline, durante l'elaborazione dati.

La sonda Muovi+ è stata progettata come dispositivo mobile, per questo motivo, la ricarica della sua batteria avviene attraverso lo stesso connettore utilizzato anche per la connessione degli elettrodi, con questa soluzione si rende impossibile la connessione simultanea del paziente e della fonte di alimentazione per la ricarica.

Misura dell'impedenza

La sonda Muovi+ consente di misurare l'impedenza di contatto elettrodo-cute, per ogni elettrodo collegato. La misura viene effettuata collegando alternativamente a tutti gli ingressi del dispositivo resistenze di pull-up e pull-down da 10 Mohm e consentendo una misura dell'impedenza a $\frac{1}{4}$ della frequenza di campionamento. Il segnale così generato ha ampiezza inversamente proporzionale a quella del contatto elettrodo-cute che consente il calcolo del valore di impedenza per ogni canale.

8.1.4 Procedura di ricarica delle sonde Muovi+

Le sonde Muovi+ possono essere ricaricate mediante il proprio connettore di ingresso/ricarica. La sonda Muovi+ si spegne automaticamente quando viene messa in carica.

8.1.5 Trasferimento dei dati wireless

La comunicazione tra la sonda Muovi+ e il PC è diretta, la rete è generata dalla sonda Muovi+ (fare riferimento al paragrafo 8.1.1) ma è il PC (o tablet, smartphone) a dover aprire un TCP socket con il ruolo di server a cui la sonda Muovi+ cercherà di connettersi. La sonda infatti conosce l'indirizzo IP del PC in quanto è stato assegnato dalla sonda stessa con il protocollo DHCP. Una volta stabilita la connessione TCP è possibile inviare il byte di controllo alla sonda per configurare l'acquisizione e dare il via al trasferimento dati.

Indipendentemente dal tipo di acquisizione (diretta o tramite SyncStation), i dati vengono bufferizzati all'interno della sonda e sono inviati in pacchetti di circa 1400 byte appena possibile. Se il PC non è in grado di ricevere dati o se la connessione WiFi non lo permette, questi iniziano ad accumularsi all'interno dei buffer fino a riempire il buffer stesso. Se questa condizione si verifica i dati verranno persi fino a quando il PC e la connessione WiFi non saranno nuovamente disponibili per il trasferimento.

8.1.6 Pagina web interna Muovi+

La sonda Muovi+ ha una pagina web interna che permette di visualizzare e modificare alcune impostazioni. Per raggiungere la pagina web è necessario essere connessi alla rete della sonda Muovi+. L'indirizzo IP del PC e la subnet mask devono essere nello stesso intervallo di quelli della sonda Muovi+.

La pagina web interna può essere aperta digitando l'indirizzo IP della sonda Muovi+ nella barra degli indirizzi di un qualsiasi browser.

L'indirizzo IP è composto da una prima parte fissa ed uguale per tutte le sonde Muovi+: 192.168.14.X, mentre la X rispecchia l'ID della sonda.

Alternativamente, può essere utilizzato il software OT BioLab+ per raggiungere la pagina web. Quando la sonda Muovi+ è impostata come Dispositivo, nel SW OT BioLab+ è disponibile il pulsante "WebPage" a cui si può accedere da Setup, selezionando il dispositivo Muovi+ nella lista.

Quando la sonda Muovi+ è collegata direttamente al PC l'accesso alla pagina web è diretto. Quando invece le sonde sono collegate alla SyncStation ed anche il PC è collegato tramite un cavo ethernet, la SyncStation fa da bridge tra la rete verso il PC e la rete a cui si collegano le sonde. È però necessario informare il PC su cui si sta tentando di aprire la pagina web che l'indirizzo cercato va raggiunto tramite un bridge. Questo può essere fatto modificando la routing table del PC ed informando il sistema operativo che il range di indirizzi 192.168.14.X è raggiungibile attraverso l'indirizzo 192.168.76.1. La modifica della routing table viene fatta automaticamente durante l'installazione del software OT BioLab+.

La pagina ha sezioni diverse, ogni sezione ha un'area informazioni nell'angolo in basso a destra. Spostando il cursore del mouse su quest'area apparirà una spiegazione della corrispondente sezione. Segue una descrizione di ciascuna sezione della pagina web. In figura 8.3 è riportato un esempio di pagina web del Muovi+.



muovi+

<div style="background-color: #333; color: white; padding: 2px; font-weight: bold; text-align: center;">General Informations</div> <p>Serial Number: MP014-1 MAC address: 98:84:E3:4D:B9:DD Primary MCU Firmware Ver: 3.2.1 Secondary MCU Firmware Ver: 3.2.1 Battery Level: 37%</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">info</p>	<div style="background-color: #333; color: white; padding: 2px; font-weight: bold; text-align: center;">Network settings</div> <p>DHCP Client: Disabled IP Address: 192.168.14.5 Subnet Mask: 255.255.255.0 Default Gateway: 192.168.14.100 DNS Server: 192.168.14.100 Server IP Addr: 192.168.14.17 Server TCP Port: 54321</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">info</p>
<div style="background-color: #333; color: white; padding: 2px; font-weight: bold; text-align: center;">General settings</div> <p>Auto shutdown: 30 minutes <input type="text"/> Always start as AP: <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Apply"/></p> <p style="text-align: right; font-size: small;">info</p>	<div style="background-color: #333; color: white; padding: 2px; font-weight: bold; text-align: center;">Firmware Upgrade</div> <p style="font-size: x-small; color: gray;">The firmware cannot be updated if muovi has been started temporarily as Access Point. To upgrade the firmwares, connect the muovi to the SyncStation or set the "Always Access Point" option and refresh this page.</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">info</p>

FIG. 8.3: Pagina web interna del Muovi+.

Informazioni Generali

Questa sezione fornisce informazioni che non possono essere modificate: numero di serie, indirizzo MAC, versione del firmware e livello della batteria. Per aggiornare il livello della batteria è necessario aggiornare la pagina web.

Impostazioni generali

Permette di selezionare l'autospegnimento della sonda tra: mai, 15 minuti, 30 minuti o 1 ora. Permette di impostare come default la modalità access point per il collegamento diretto della sonda Muovi+ con il PC. Normalmente le sonde Muovi+ cercano di collegarsi alla SyncStation, ma se all'accensione il pulsante viene tenuto premuto per più di 5 secondi (fare riferimento al paragrafo 8.1.1) la sonda crea una propria rete WiFi.

È possibile rendere questa modalità quella di default in modo che la sonda parta sempre in questa condizione indipendentemente dalla durata con cui viene premuto il pulsante.

Informazioni di rete

Questa sezione riporta le informazioni sulla rete del Muovi+ che non possono essere modificate.

Aggiornamento firmware

L'aggiornamento firmware del Muovi+ è possibile tramite upload di un file compresso contenente il firmware stesso. Premendo il pulsante si aprirà una nuova pagina con le istruzioni necessarie per procedere e mostrerà l'avanzamento del processo. In una prima fase il file verrà caricato all'interno della memoria Flash del Muovi+ e verranno estratti i file dal file compresso. In seguito, il Muovi+ si riavvierà automaticamente cercando di partire con il nuovo firmware e di ritornare in collegamento con il PC. Se questo non accade il file caricato verrà scartato ed il firmware tornerà ad essere quello precedente. È importante che il livello della batteria del dispositivo non sia troppo basso durante l'aggiornamento del firmware e che consenta di arrivare alla fine della procedura.

9 RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

Questa sezione descrive i problemi più comuni, in cui si possono imbattere gli utenti del sistema Muovi+Lite, oltre ai problemi, in Tabella 9.1, sono riportati alcuni suggerimenti per risolverli. Nel caso si verificano problemi non descritti in questa sezione, contattare il servizio di supporto tecnico di OT Bioelettronica.

PROBLEMI GENERALI		
Problema	Possibili cause	Soluzione
Il Muovi+ non si accende	Il livello della batteria è troppo basso.	Lasciare il dispositivo in carica per almeno un'ora.
	Se un aggiornamento del firmware fosse stato appena eseguito, potrebbe essere successo qualcosa di sbagliato.	Contattare OT Bioelettronica.
La pagina web interna del Muovi+ o della SyncStation non viene visualizzata all'indirizzo IP previsto	Il PC non è connesso alla stessa rete del Muovi+ o non si trovano nello stesso intervallo di indirizzi.	Verificare che la connessione sia sulla stessa rete e verificare le impostazioni della scheda di rete sul PC.
	L'indirizzo IP previsto potrebbe essere sbagliato.	Utilizzare OT BioLab+ per raggiungere la pagina web del Muovi+
Il dispositivo mostra alcuni segnali piatti (con tutti i valori pari a 0).	Assenza di crema conduttiva su alcuni degli elettrodi.	Controllare che su tutti gli elettrodi sia presente la crema conduttiva ed eventualmente rifare il setup.
	I segnali sono presenti ma saturati per una componente DC più alta.	Nella sezione Preamp Gain del setup (software OTBiolab+) selezionare il valore 4. In questo modo i segnali rientreranno nella dinamica ma aumenterà leggermente il rumore. Attenzione: in questo modo viene modificato anche il LSB.

TAB. 9.1: Risoluzione dei problemi generali che possono verificarsi usando il Muovi+Lite.

10 MANUTENZIONE E CONSERVAZIONE DEL MUOVI+LITE

Muovi+Lite deve essere utilizzato nelle seguenti condizioni ambientali:

Temperatura:	da 0°C a +40°C
Massima umidità relativa:	75%
Pressione atmosferica:	da 700 hPa a 1060 hPa

Si consiglia di spegnere il sistema Muovi+Lite alla fine di ogni sessione di misura. Il dispositivo Muovi+Lite deve essere conservato con tutti gli accessori inclusi, nella sua scatola dedicata, lontano da tutte le situazioni elencate nella sezione Avvertenze.

Muovi+Lite deve essere conservato nelle seguenti condizioni ambientali:

Temperatura:	da -20°C a +40°C
Massima umidità relativa:	75%
Pressione atmosferica:	da 700 hPa a 1060 hPa

Pulizia: utilizzare solo un panno asciutto per pulire il dispositivo.

Si consiglia di pianificare un controllo del dispositivo con il produttore ogni 24 mesi. Il dispositivo Muovi+Lite deve essere riparato solo dal produttore. Ogni riparazione eseguita da personale non autorizzato verrà considerata come una violazione del dispositivo e invaliderà la garanzia del produttore.

Smaltimento

Il sistema Muovi+Lite e gli accessori devono essere smaltiti in conformità con le norme relative in aree attrezzate speciali o con rifiuti speciali. Il sistema Muovi+Lite contiene componenti elettronici che devono essere smaltiti come rifiuti elettronici. Smaltire il dispositivo e gli accessori seguendo le normative locali. Seguire le normative sullo smaltimento del proprio paese per garantire il corretto smaltimento di Muovi+Lite e dei suoi accessori. Per ulteriori informazioni sullo smaltimento di questo dispositivo, contattare il Dipartimento Ambiente e le autorità locali.



Avvertenza: non smaltire questo prodotto come rifiuto municipale non differenziato. Raccolta di tali rifiuti separatamente per un trattamento speciale del necessario, in seguito alla direttiva 2002/96/CE del Parlamento europeo e del Consiglio europeo sui Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE). Il regolamento non è valido in caso di prodotto danneggiato.

Vita del dispositivo

Se vengono seguite le condizioni di uso e manutenzione indicate in questo Manuale Utente, la durata del sistema Muovi+Lite è determinata dalla durata della batteria (5 anni), dopo questo periodo si consiglia di far controllare il dispositivo al produttore ogni due anni.

11 ANALISI DEL RISCHIO

11.1 Norme generali per la sicurezza fondamentale e prestazioni essenziali CEI EN 60601-1

- EN 60601-1 Apparecchi elettromedicali – Parte 1: Norme generali per la sicurezza
- EN 60601-1-2 Apparecchi elettromedicali – Parte 1: Norme generali per la sicurezza fondamentale e prestazioni essenziali
- ETSI EN 301 489-1 Norma di compatibilità elettromagnetica (EMC) per apparecchiature e servizi radio - Parte 1: Requisiti tecnici comuni; Standard armonizzato per la compatibilità elettromagnetica

Muovi+Lite è progettato per essere utilizzato in un ambiente elettromagnetico con le caratteristiche sotto specificate. L'acquirente o utilizzatore del Muovi+Lite è tenuto ad assicurarsi che il dispositivo venga utilizzato in un ambiente conforme a tali specifiche.

Dichiarazione del produttore e linee guida – emissioni elettromagnetiche	
Fenomeno	Strutture sanitarie professionali
EN 60601-1-2 e ETSI EN 301 489-1	
Emissioni in radiofrequenza condotte e irradiate	EN 55011:2009 + A1:2010
	EN 55064:2015
Fluttuazioni di tensione/flicker	Conformi a IEC 61000-3-3

TAB. 11.1: Prove effettuate e superate per conformità alle normative sulle emissioni elettromagnetiche.

Dichiarazione del produttore e linee guida – immunità elettromagnetica – porta involucro		
Fenomeno	Norma di riferimento EMC o metodo di prova	Livelli prova immunità - Strutture sanitarie professionali
EN 60601-1-2, EN 60601-2-40 e ETSI EN 301 489-1		
Scariche elettrostatiche	IEC 61000-4-2	+/- 8 kV contatto +/- 2 kV, +/- 4 kV, +/- 8 kV, +/- 15 kV aria
Campi elettromagnetici a radiofrequenza irradiati	IEC 61000-4-3	3 V/m 80 MHz – 2.7 GHz 80% AM a 1 kHz
Campi in prossimità di apparecchiature di comunicazione wireless in radiofrequenza	IEC 61000-4-3	28 V/m 450 MHz, 810 MHz - 2.45 GHz a 217 Hz 27 V/m 385 MHz a 18 Hz 9 V/m 710 MHz – 780 MHz, 5.24 GHz – 5.785 GHz a 217 Hz
Transitorio elettrico veloce/esplosione	IEC 61000-4-4	+/- 2 kV a 100 kHz sul caricatore +/- 1 kV a 5 kHz sul caricatore
Sovratensioni	IEC 61000-4-5	500 V e 1 kV linea a linea 500 V, 1 kV e 2 kV linea verso terra
Disturbi condotti indotti da campi elettromagnetici a radiofrequenza	IEC 61000-4-6	3 V RMS fuori dalla banda ISM 80% AM a 1 kHz 6 V RMS nella banda ISM 80% AM a 1 kHz
Cadute di tensione e interruzioni	IEC 61000-4-11	Alimentazione: 100 V AC, 240 V AC and 230 V AC con DIP pattern: 0V – 10ms; 0V – 20ms; 0.7 Un – 500ms; 0V – 5s Test effettuato sul caricatore
Campi magnetici alla frequenza nominale di rete	IEC 61000-4-8	30 A/m - 50 Hz

TAB. 11.2: Prove effettuate e superate per conformità alle normative vigenti sull'immunità elettromagnetica.

12 DESTINAZIONE D'USO

Il Muovi+Lite è un dispositivo medico destinato allo studio della biomeccanica del movimento e l'acquisizione dei segnali bioelettrici del sistema neuromuscolare.

Le applicazioni cliniche del sistema sono nell'ambito della:

- riabilitazione neurologica
- protesica

Riabilitazione neurologica

- Il dispositivo consente di ottenere il così detto Bio-feedback, ovvero un riscontro visivo o uditivo, che aiuta il fisioterapista nell'insegnare al paziente a contrarre o rilassare i muscoli-bersaglio. Condizione che si rende necessaria in seguito a lesioni del sistema nervoso centrale o per contrastare la difficoltà di reclutamento di certi gruppi muscolari a causa di prolungata immobilità.

Protesica

- Il dispositivo consente di individuare le aree in cui il segnale elettromiografico è maggiormente intenso, al fine di determinare il posizionamento degli elettrodi delle protesi attive.

13 CARATTERISTICHE TECNICHE

<i>Modello:</i>	Muovi+Lite
<i>Classe di Rischio:</i>	I in accordo con gli standard MDR 2017/745.
<i>Classe di Isolamento:</i>	Tipo BF con parti applicate, in accordo con gli standard europei EN 60601-1.
<i>Basic UDI</i>	805697785PORTABLEEMG002SF
<i>Classificazione:</i>	IP20, in base alla penetrazione dei liquidi e della polvere; apparecchio non protetto.
<i>Contenitore:</i>	ABS verniciato.
<i>Alimentazione:</i>	Batteria Interna Ricaricabile Li-Po 3.7 V
<i>Consumo medio:</i>	0.6 W
<i>Limitazioni:</i>	Apparecchio non adatto a funzionare in ambienti con alte concentrazioni di ossigeno e/o liquidi infiammabili e/o gas infiammabili; non utilizzare con apparecchi di elettrochirurgia o di terapia ad onde corte o microonde.
<i>Funzionamento:</i>	Dispositivo adattato per funzionamento continuo.
<i>Canali di ingresso:</i>	70 indipendenti: 64 segnali biopotenziali, 4 quaternioni, 2 di controllo.
<i>Range di ingresso:</i>	0 – 3.3 V per segnali biopotenziali, ± 5 V per segnali ausiliari.
<i>Rumore riferito all'ingresso:</i>	$< 6 \mu\text{V}_{\text{RMS}}$
<i>Banda:</i>	DC ÷ 500 Hz
<i>Amplificazione:</i>	1 V/V per segnali bioelettrici, 0.5 V/V per segnali ausiliari.
<i>Risoluzione:</i>	16/24 bits
<i>Resistenza di ingresso:</i>	500 M Ω
<i>Comandi:</i>	1 pulsante per dispositivo
<i>Dimensioni:</i>	Sonda: 40 x 40 x 17 mm
<i>Peso:</i>	Sonda: 38g

14 GARANZIA

Muovi+Lite è coperto da garanzia di 24 mesi a decorrere dalla data di acquisto sulle parti elettroniche. La garanzia decade in caso di manomissione dell'apparecchio ed in caso d'intervento sullo stesso da parte di personale non autorizzato. Le condizioni di garanzia sono quelle descritte tra le "Norme di garanzia".

14.1 Condizioni di garanzia

1. La durata della garanzia è di 24 mesi sulle parti elettroniche. La garanzia viene fornita dal costruttore.
2. La garanzia copre esclusivamente i danni del prodotto che ne determinano un cattivo funzionamento. Il prodotto garantito dovrà riportare numero di serie uguale a quello indicato nel certificato di vendita, pena l'invalidità della garanzia.
3. Per garanzia si intende esclusivamente la riparazione o sostituzione gratuita dei componenti riconosciuti difettosi nella fabbricazione o nel materiale, mano d'opera compresa.
4. La garanzia non si applica in caso di: danni provocati da incuria, uso non conforme alle istruzioni fornite, danni provocati da interventi di persone non autorizzate, danni dovuti a cause accidentali o a negligenza dell'acquirente (particolare riferimento alle parti esterne).
5. La garanzia non si applica inoltre a danni causati all'apparecchio da alimentazioni non previste.
6. Sono escluse dalla garanzia le parti soggette ad usura in seguito all'utilizzo.
7. La garanzia non include i costi di trasporto che saranno a carico dell'acquirente in relazione ai modi ed ai tempi del trasporto.
8. Trascorsi 24 mesi la garanzia decade. In tal caso gli interventi di assistenza verranno eseguiti addebitando le parti sostituite, le spese di manodopera e le spese di trasporto secondo le tariffe in vigore.

Progettato e distribuito da:

OT Bioelettronica s.r.l.

Via San Marino 21

10134 – Torino (TO) - ITALY

Tel: +39.011.19720518

Fax: +39.011.19720519

www.otbioelettronica.it

mail@otbioelettronica.it