

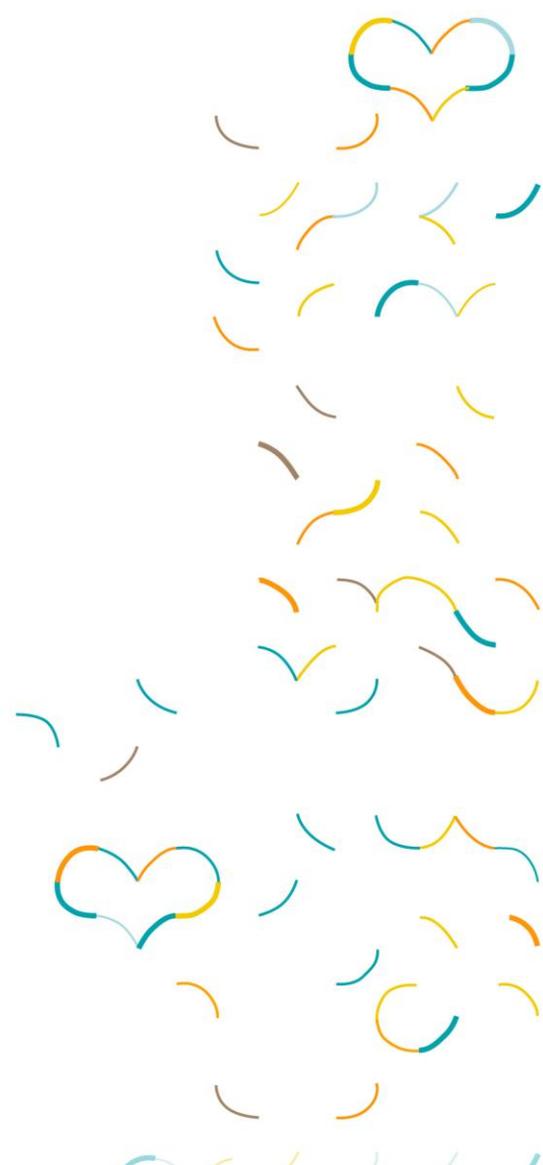
CONTATTO

DESIGN E PROTOTIPAZIONE DI UN DISPOSITIVO DI
COMUNICAZIONE EMOZIONALE BASATO SUL TATTO

RELATRICE:
MONICA BORDEGONI

CO-RELATRICE:
MARINA CARULLI

CHIARA MONTEFIORI



POLITECNICO DI MILANO
SCUOLA DI DESIGN
LM: DESIGN&ENGINEERING
ANNO ACCADEMICO: 2011/2012

Indice

0.Abstract	9
1.Obiiettivo progettuale	10
1.1 Obiettivo del progetto e fonte d'ispirazione	11
1.2 Progettazione tramite prototipazione.....	13
2.Contexto	14
2.1 Contesto	15
2.2 Utenti.....	17
2.2.1 Bambini.....	17
2.2.2 Genitori.....	19
2.3 L'effetto positivo del contatto fisico.....	20
2.3.1 L'effetto terapeutico del tocco	20
3.Stato dell'Arte.....	22
3.1 Accoglienza e permanenza dei bambini in ospedale.....	23
3.2 Design per la comunicazione di emozioni a distanza	29
4.Concept.....	32
4.1 Gestii scelti	33
4.1.1 Azioni inviate dal genitore	33
4.1.2 Gestii compiuti dal bambino	34
4.1.3 Come "funzionano" i gestii.....	34
4.2 Storyboard dello svolgimento della comunicazione	36
5.Progettazione Esecutiva	39
5.1 Sistema	40
5.2 Componenti	41
5.2.1 Soft Device.....	41
5.2.2 Web Server	55
5.2.3 Materiali	60
5.3 Hardware	63
5.3.1 Descrizione generale dei componenti	63
5.3.2 Modulo di elaborazione del device	63
5.3.3 Sensori	64
5.3.4 Attuatori	65
5.3.5 Batteria	66

5.3.6 Breadboard	67
5.3.7 Modulo di elaborazione del Web Server	68
5.3.8 Bluetooth	68
5.3.9 Connessione tra i componenti hardware	69
5.4 Software	70
5.4.1 Messa a punto dei componenti	70
5.4.2 Programmazione del Soft Device	72
5.4.3 Programmazione del Web Server	79
5.4.4 Flow Charts di programmazione.....	81
6.Test con l'Utenza	89
6.1 Il Prototipo.....	90
6.1.1 Diagramma di Gantt	92
6.2 Test con i bambini.....	94
6.2.1 Considerazioni specifiche	95
6.2.2 Consigli degli utenti	96
7.Conclusioni	98
7.1 Analisi tramite il senso del tatto.....	99
7.2 Test svolti nello scenario prefigurato	99
7.3 Ampliamento della gamma dei gesti	100
7.4 Evoluzione dell'architettura di sistema	100
7.5 Sviluppi in altri scenari.....	100
8.Sviluppi Futuri.....	101
8.1 Soluzione con componenti da 3.3V	102
8.2 Soluzione con PCB dedicato	102
8.2.1 PCB superiore	102
8.2.2 PCB inferiore.....	105
8.2.3 PCB in Rigid Flex.....	107
8.2.4 Bilancio energetico	107
8.2.5 Analisi costi.....	108
Bibliografia.....	110

Indice delle figure

Immagine 2. 1 Schema che illustra il possibile ruolo dell'ossitocina.....	21
Immagine 3. 1 Corridoio dell'ospedale Buzzi di Milano	26
Immagine 3. 2 Sala prelievi, ospedale pediatrico Gaslini	27
Immagine 3. 3 Phoenix Children's Hospital	27
Immagine 3. 4 Telephonic Arm Wrestling	29
Immagine 3. 5 InTouch	29
Immagine 3. 6 Keep in touch.....	30
Immagine 3. 7 Hug Shirt	30
Immagine 5. 1 Schema a blocchi di ConTatto.	40
Immagine 5. 2 Schizzo del bracciale.	41
Immagine 5. 3 Bracciale chiuso	41
Immagine 5. 4 Bracciale aperto	42
Immagine 5. 5 Sezione della prima parte del bracciale.....	42
Immagine 5. 6 Schizzo bracciale in stoffa.....	43
Immagine 5. 7 Fotografia di un particolare del prototipo.....	44
Immagine 5. 8 Come si indossa il bracciale	44
Immagine 5. 9 Operazioni per la preparazione del bracciale.....	45
Immagine 5. 10 Render del bracciale chiuso.....	45
Immagine 5. 11 Esploso dell'assieme superiore.....	46
Immagine 5. 12 Sezioni dell'assieme superiore	47
Immagine 5. 13 Snapfit tra le scocche.....	47
Immagine 5. 14 Immagine delle scocche superiori vuote.....	48
Immagine 5. 15 Scocca superiore aperta 1.	48
Immagine 5. 16 Scocca superiore aperta 2	49
Immagine 5. 17 Scocca superiore chiusa.....	50
Immagine 5. 18 Aperture per la connessione dei componenti.....	50
Immagine 5. 19 Viste dell'assieme superiore.....	51
Immagine 5. 20 Esploso dell'assieme inferiore	52
Immagine 5. 21 Scocca inferiore	52
Immagine 5. 22 Scocca inferiore	53
Immagine 5. 23 Sezione assieme inferiore.....	54

Immagine 5. 24 Viste dell'assieme inferiore	54
Immagine 5. 25 Soluzioni ipotizzate per il collegamento col genitore.....	55
Immagine 5. 26 Esploso del modulo Web Server.....	56
Immagine 5. 27 Unità web server	56
Immagine 5. 28 Guscio inferiore del modulo web server.	57
Immagine 5. 29 Guscio superiore del modulo web server.....	57
Immagine 5. 30 Sezione del modulo ethernet	58
Immagine 5. 31 Scocche del modulo Web server	59
Immagine 5. 32 Viste d'assieme del modulo Web Server	59
Immagine 5. 34 Etichetta di lavaggio	60
Immagine 5. 33 Jersey Interlock.....	60
Immagine 5. 35 FTDI shield	63
Immagine 5. 36 Arduino Pro-mini	63
Immagine 5. 37 Sensore di temperatura Lilypad	64
Immagine 5. 38 Force Sensing Resistor	64
Immagine 5. 39 Accelerometro 3D.....	65
Immagine 5. 40 Motorino per vibrazione Lilypad	65
Immagine 5. 41 Heating Pad Sparkfun	65
Immagine 5. 42 Schema elettrico dei collegamenti con la scheda Arduino.....	67
Immagine 5. 43 Arduino Ethernet	68
Immagine 5. 44 Bluetooth Smirf Gold	68
Immagine 5. 45 Schema elettrico.....	69
Immagine 5. 46 Pulse Width Modulation (PWM)	77
Immagine 5. 47 Pagina web offline e online.	78
Immagine 5. 48 Esempio di ciclo di scambio dati all'attivazione di un attuatore da parte del genitore.	80
Immagine 6. 1 Fotografia dei componenti hardware e della scocca	90
Immagine 6. 2 Fotografia dei componenti	91
Immagine 6. 3 Fotografia del prototipo del bracciale in tessuto	91
Immagine 6. 4 tester A, 8 anni e tester B, 6 anni	94
Immagine 6. 5 tester C, 6 anni e tester D, 5 anni	94
Immagine 6. 6 Tester adulto.....	94
Immagine 6. 7 Tester B "saluta"	95

Immagine 6. 8 Tester D sta per mandare un "dammi il 5"	96
Immagine 8. 1 Scocca superiore.....	103
Immagine 8. 2 Esploso dei componenti superiori.	104
Immagine 8. 3 PCB superiore.	104
Immagine 8. 4 PCB superiore.	105
Immagine 8. 5 Ipotesi di PCB inferiore.	106
Immagine 8. 6 Ipotesi di PCB inferiore.	106

Indice dei grafici

Grafico 5. 1 Grafici di confronto dei materiali.....	62
Grafico 5. 1 Grafico della tensione della batteria.....	66
Grafico 5. 2 Picchi di consumo.....	67
Grafico 5. 3 Campionamenti di temperatura.	71
Grafico 5. 4 Test Force Sensing Resistor.....	71
Grafico 5. 5 Test Accelerometro.....	72
Grafico 5. 6 Media mobile.	74
Grafico 5. 7 Analisi dei picchi.....	75
Grafico 5. 8 Carezza/ Dammi il cinque!	76
Grafico 5. 9 Profilo di riscaldamento.	77
Grafico 8. 1 Andamento della tensione della batteria durante l'utilizzo	107

Indice delle tabelle

Tabella 5. 1 Tabella di confronto dei materiali.....	61
Tabella 5. 2 Campionamento con il sensore di temperatura	70
Tabella 6. 1 Diagramma di Gantt del prototipo.....	93
Tabella 8. 1 Tabella dei costi di produzione	108
Tabella 8. 2 Tabella dei costi di realizzazione di un prototipo.....	109
Tabella 8. 3 Costi NRE di industrializzazione	109

Ringraziamenti

Voglio ringraziare la mia relatrice, la Prof.ssa. Monica Bordegoni, e la mi correlatrice, la Dott.ssa Marina Carulli per avermi seguito pazientemente ed avermi dato la possibilità di accrescere le mie conoscenze con questo progetto di tesi.

I miei ringraziamenti vanno anche a tutti quelli che mi hanno aiutato ad acquisire le competenze necessarie per la realizzazione del prototipo di ConTatto:

Flavio Pontiggia, Carlo Moroni di E-lysis, Stefano Corno,
Edmondo Erba e Maurizio Montefiori

Ringrazio anche gli amici che mi hanno prestato libri e articoli per le mie ricerche, e la mia famiglia che mi ha aiutato e sostenuto.

E infine grazie ai bambini e ai genitori che si sono prestati per i test con il prototipo e hanno fornito consigli utili per il miglioramento del prodotto.

La sapienza è figliola della speranza.
(Da Vinci, Codice Forster III, Victoria and Albert Museum, London)

*Ma prima farò alcuna esperienza avanti ch'io più oltre non
proceda, perché nella mia intenzione è allegare prima
l'esperienza e poi colla ragione dimostrare perché tale esperienza
è costretta in tal modo ad operare.*
(Da Vinci, Codice E, Bibliothèque de l'Institut de France)

0.Abstract

Il progetto si colloca nel campo dell'integrazione di diversi sensi nella comunicazione virtuale, al fine di includere sempre di più gli aspetti emozionali delle interazioni tra persone anche nella comunicazione a distanza.

In particolare, ci si è concentrati nel creare un'interazione basata sul senso del tatto e sulla trasmissione di gesti affettivi.

Il device che viene proposto è uno strumento di comunicazione tra un bambino ed un genitore lontani.

E' un bracciale, dotato di sensori ed attuatori, che risponderà ad impulsi mandati dal genitore tramite una pagina web progettata ad hoc, e trasmetterà le corrispondenti sensazioni tattili al bambino.

Inoltre, il device raccoglierà gli stimoli prodotti dal bambino sotto forma di gesti, e invierà i corrispondenti messaggi al genitore. Sarà, così, possibile un'interazione bidirezionale tra genitore e bambino.

Questo progetto è stato svolto realizzando un prototipo reale funzionante, programmando sensori ed attuatori tramite il linguaggio di programmazione Arduino.

Il valore aggiunto di un prototipo funzionante è la possibilità di passare dalla teoria alla pratica e di condurre dei test con genitori e bambini, per studiarne le reazioni a questo prodotto, ed elaborare futuri sviluppi.

0.Abstract - English

The integration of different senses in distant communication is the area in which this project is placed. The ability to embed emotional aspects of people's interactions in distant communication, thanks to a physical device, is the main aspect of this work.

In particular, it has been created an interaction based on the sense of touch and on the transmission of affective gestures.

The communication between a child and a distant parent has been realized by mean of a physical device and the setup of a proper communication channel between the two people.

It's a bracelet, endowed with sensors and actuators, able to transmit tactile sensations to the child when the distant parent will send a command through a web page.

This device will also be able to identify some basic coded gestures that the child will apply to it, and will send in real-time the corresponding messages to the parent.

In this way it will be possible to create a bidirectional interaction between a child and the parent.

This project has been realized creating a real, functioning prototype. The sensors and actuators have been programmed using Arduino's programming language.

The value of a functioning prototype is the ability to move from theory to practice and to carry on tests with the users, to study their reactions to the product and to foresee further improvements.

1.OBIETTIVO PROGETTUALE



1. Obiettivo progettuale

1.1 Obiettivo del progetto e fonte d'ispirazione

In un mondo in cui la comunicazione si svolge sempre di più con l'ausilio di dispositivi digitali, diventa imperativo lo sviluppo di dispositivi per poter includere le emozioni nei nostri sistemi di comunicazione.

"[...] the development and diffusion of internet-based technologies has created the opportunity to easily (and at little, or no, cost to the customer) interact with people who may be many miles away. However, these advances have occurred at the expense of the more physical and, in particular, tactile aspects of interpersonal communication [...]"
(Gallace A., Spence C., 2010)

Questo tema viene trattato nella tesi di dottorato di S. Ugur: *"Embodiment of Emotions through Wearable Technology. A practice based design research"*, 2012, Politecnico di Milano, Dottorato in Design.

Nel suo elaborato Ugur esamina i metodi di espressione delle emozioni umane, attraverso il corpo, i vestiti e la tecnologia, e si propone di utilizzare la "wearable technology", e cioè l'incorporazione di tecnologia elettronica in indumenti e accessori (per scopi funzionali o estetici), per uno sviluppo dei sistemi di comunicazione emozionale.

"[...]Wearable technology has opened new ways of interaction through human body, while enabling it free to move and extending its sensorial boundaries[...]". (Ugur S., 2012)

Ugur esamina la "wearable technology" in maniera multidisciplinare, conducendo ricerche che affondano le loro radici in campi come la psicologia, la sociologia, la filosofia, la medicina e la tecnologia.

Raccolte queste informazioni, presenta diverse ipotesi per l'ideazione di dispositivi di espressione e comunicazione delle emozioni. Sono stati realizzati prototipi dei dispositivi ipotizzati, e su di essi sono stati eseguiti test con un'utenza, di cui sono state esaminate le reazioni e le interazioni con il prototipo. Scopo di questa ricerca e dei test coi prototipi è stato quello di far riflettere e di essere d'ispirazione per la progettazione di nuovi dispositivi di interazione emozionale.

Da questa ricerca prende ispirazione la tesi qui presentata: la realizzazione di un dispositivo che permetta la comunicazione emozionale tra due persone.

In particolare ci si concentrerà sul senso del tatto, creando una comunicazione basata sui gesti, e non sulle parole.

E' stato scelto il senso del tatto poiché il gesto, che implica il contatto fisico (una stretta di mano, una pacca incoraggiante sulla schiena ecc.), può trasmettere un concetto con un'immediatezza a volte più potente del linguaggio (Jones e Yarbrough, 1985).

Inoltre, è stato dimostrato che il "tocco interpersonale" gioca un ruolo molto importante sia nello sviluppo sia nel benessere emozionale degli esseri umani (Harlow 1958, Field 2001, Spence 2002).

E', quindi, fondamentale lo sviluppo di strumenti per permettere comunicazioni in cui sia consentita un'esperienza corporea tattile tra persone distanti.

Una problematica importante della comunicazione tattile è se essa possa o meno fornire informazioni riguardo allo stato emozionale di un altro individuo. Una ricerca in tal senso è stata condotta da Hertenstein e altri (2006), che hanno recentemente eseguito uno studio nel quale si è analizzato se le persone fossero in grado di identificare le emozioni espresse da uno sconosciuto che li toccava sul braccio, senza poter vedere la persona sconosciuta né i gesti compiuti da essa.

Per questo scopo ai partecipanti sono stati assegnati a caso il ruolo di "codificatore" o di "decodificatore" del messaggio emozionale.

Dodici emozioni (rabbia, disgusto, paura, felicità, tristezza, sorpresa, comprensione, imbarazzo, amore, invidia, orgoglio e gratitudine) sono state assegnate ai codificatori. Ad essi è stata assegnata l'istruzione di pensare a come esprimere le varie emozioni, e di trasmettere ciascuna emozione facendo contatto con il braccio del "decodificatore", dal gomito alla fine della mano, usando qualsiasi tipo di tocco che ritenessero opportuno.

Il decodificatore poteva scegliere tra 12 opzioni qual era l'emozione comunicata dal codificatore.

I risultati ottenuti da Hersteinsterin hanno dimostrato che il contatto poteva essere usato per comunicare almeno sei diverse emozioni (rabbia, paura, disgusto, amore, gratitudine e comprensione).

I partecipanti sono stati in grado di decodificare queste emozioni in un intervallo di successo dal 48% all'83%.

E' stato, inoltre, possibile identificare delle combinazioni specifiche usate nel contatto per comunicare distinte emozioni (es. una combinazione di colpi, strette e tremiti viene usato per comunicare la rabbia). Questi risultati suggeriscono che il contatto può essere usato con successo per condividere aspetti emozionali della comunicazione tra persone.

Ma il tocco non è solo comunicazione di "informazioni" sullo stato emozionale.

Nel suo articolo "*Touching at depth: The potential of feeling and connection, Emotion, Space and Society*", D.A. Tahhan, spiega l'esperienza del "tocco in profondità" (*touching at depth*), che esplora i concetti di "flesh" (Merleau-Ponty) e di "mi" (Ichikawa), che analizzano il contatto fisico, oltre che per la sua valenza pratica e comunicativa, per una nuova dimensione di esperienza di connessione tra persone che va oltre il corpo fisico, e coinvolge la mente e la relazione tra le persone coinvolte.

La possibilità di inserire, nella comunicazione a distanza, una componente di espressione gestuale legata all'affettività ha portato a scegliere un'utenza composta da un bambino e un genitore distanti.

Il contatto fisico affettivo è, infatti, fondamentale per lo sviluppo di un bambino, e una serie di studi lo ha dimostrato. In bambini che hanno dovuto vivere per un certo periodo dell'infanzia in istituti per orfani di qualità sotto il livello standard (e quindi ricevendo una minima interazione affettiva), è stato riscontrato un livello di capacità cognitive e sensoriali inferiori al livello di bambini cresciuti in famiglie normali o in istituti di migliore qualità. (Maclean, 2003).

Per contro, i bambini che vengono coccolati e confortati fisicamente mostrano una crescita più sana e uno sviluppo fisico e delle capacità cognitive e sociali più rapidi.

"[...]interpersonal touch plays a very important role in our early social interactions and our first lessons in loving often tend to come through the cuddling we receive as infants[...]" (e.g., Harlow, 1958)

E' stato, quindi, ritenuto opportuno lo sviluppo di uno strumento che permetta l'interazione tattile affettiva nel caso un genitore e un bambino siano costretti ad un periodo di lontananza, e alla conseguente assenza di una comunicazione emozionale effettuata di persona.

1.2 Progettazione tramite prototipazione

In questa tesi di laurea si è deciso di basare l'attività di ricerca sulla realizzazione di un prototipo reale funzionante e su una successiva attività di test con un campione di utenza.

La costruzione di questo prototipo è stata necessaria per poter studiare come raggiungere la riproduzione delle sensazioni desiderate e per sviluppare sistemi che fossero in grado di rilevare e riconoscere determinati gesti. Questi gesti, definiti a priori, sono stati selezionati in quanto espressione di una comunicazione emozionale basata su un contatto fisico che, come vedremo in seguito, è importante per lo sviluppo e il benessere del bambino.

Nella scelta dei gesti è intervenuta anche una componente pratica, che ha favorito alcune scelte per motivi di realizzabilità.

Tramite la costruzione del modello funzionante, si è anche verificata la fattibilità dell'idea progettuale. Questo passo presenta una certa complessità, in quanto richiede l'acquisizione di competenze ulteriori rispetto a quanto già appreso in questo corso di studi.

Un'analisi delle risorse necessarie ha chiarito la multidisciplinarietà legata a questo progetto.

Sono servite, infatti, competenze nei seguenti campi:

- hardware (semplice progettazione elettronica, analisi della componentistica disponibile),
- software,
- biologia,
- psicologia,
- sistemistica legata a sistemi di comunicazione.

La realizzazione di un prototipo è stata utile per svolgere esperimenti con l'utenza e studiarne le reazioni all'idea progettuale e al funzionamento del dispositivo.



2. Contesto

2.1 Contesto

E' stato scelto un contesto in cui bambino e genitore sono sottoposti ad una lontananza fisica, che impedisca comunicazioni emozionali basate su gesti di contatto.

Nello specifico è stato scelto il contesto di una permanenza in un ospedale pediatrico, in cui, solitamente uno dei genitori è presente come assistenza e supporto al bambino, ma l'altro non può essere presente a tempo pieno.

Il contesto è stressante per il bambino,

"[...] I vissuti che vengono sperimentati da coloro che subiscono un ricovero in ospedale riguardano l'allontanamento da casa, dagli affetti familiari, dalla quotidianità, a volte anche un senso abbandonico e una forte ansietà, angoscia, insicurezza. Se nell'adulto questo si verifica spesso, nel bambino si verifica sempre, data la sua giovane età, le sue limitate esperienze e le sue ristrette capacità di adattamento, in quanto più il bambino è piccolo, più sarà difficile per lui fronteggiare l'evento. [...]" (Di Pietro E. 2004-2005)

L'entrata in ospedale di un bambino è sempre un evento traumatico. Cambiano notevolmente le relazioni interpersonali a cui era abituato, e la sensazione di abbandono può determinare un senso di instabilità emotiva e di confusione.

Il bambino non sempre capisce il perché della permanenza in ospedale e l'allontanamento da casa, e questo senso di smarrimento, unito ai vissuti negativi legati alla degenza, si riflettono sulla percezione di sé e sull'autostima del bambino (Nucchi M., 1995).

"[...]una condizione che porta al decadimento dell'immagine di sé... è senz'altro l'istituzionalizzazione, per l'emarginazione dall'ambiente familiare, l'isolamento e la depressione che comporta[...]" (Dell'Antonio A., 1982)

Il bambino tende a regredire nel campo delle acquisizioni motorie e del linguaggio, e può presentare manifestazioni di deterioramento della personalità (infantilismo, egocentrismo, tristezza), indipendentemente dalla gravità della malattia che ha causato il ricovero.

In una situazione sconosciuta e stressante il bambino cerca di adattarsi e rispondere all'ambiente secondo le proprie risorse e cercando sostegno nella figura genitoriale.

Le tematiche per lo sviluppo di strategie per far sentire il bambino meglio accolto e per fargli vivere questi momenti con maggiore serenità, minimizzando l'effetto traumatico dell'ospedalizzazione e le successive conseguenze, sono continuo oggetto di studio.

Alcune di queste misure si concentrano sul rapporto coi genitori, sulla stabilità, sulla serenità e sulla sicurezza che questo può dare.

"[...]l'atteggiamento materno "positivo", cioè sereno ed attivo, può favorire una guarigione fisica più rapida e, quanto meno, essere di supporto durante il decorso della malattia [...]" (Nucchi M., 1995).

Prima degli anni '50 gli operatori sanitari erano convinti che la presenza costante dei genitori in ospedale non fosse di particolare importanza e, addirittura, si cercava in alcuni casi di limitarne la presenza, perché si pensava che le madri trasmettessero la loro ansia ai bambini. Si riteneva che senza la loro presenza i bambini si comportassero in maniera più docile, per cui si limitavano gli orari di visita.

Le pubblicazioni di Platt ("*Rapporto Platt*" 1959) e di Robertson ("*Bambini in ospedale*" 1958) hanno però confutato queste convinzioni, dimostrando che la "tranquillità" del bambino in assenza dei genitori non è altro che depressione e apatia, causata dal senso di abbandono e dallo stress, che può persistere anche

dopo il ritorno a casa. Limitare la presenza dei genitori a brevi visite causa il ripetersi del trauma della separazione e della paura dell'abbandono.

Questi disagi vengono evitati accogliendo un genitore insieme al bambino, in modo che possa stare con lui per la maggior parte del tempo di degenza.

Quanto più l'ambiente è portatore di ansia, tanto più il bambino ha bisogno di un contatto stretto con un genitore, che lo rassicuri sia attraverso parole sia attraverso gesti fisici (es. prendendolo in braccio e accudendolo). L'ansia che potrebbe trasmettersi dal genitore al figlio è riducibile attraverso un'informazione esauriente ed il coinvolgimento nella cura del figlio (Filippazzi G., 2004).

La presenza del genitore è positiva anche per quel che riguarda la percezione di se stesso che il bambino sviluppa durante la degenza: l'appoggio e la comprensione delle figure parentali rappresentano una base solida su cui costruire un Se stabile e forte, favorito dal comportamento amorevole della madre o del caregiver che promuove uno sviluppo adeguato (Di Pietro E., 2005).

Inoltre, è stato notato che il conforto che viene fornito dai genitori ha effetti positivi sulla percezione del dolore del bambino, che risulta attenuata (Kristensson-Hallström I., 1999).

Mentre nei bambini al di sotto dei 4 anni l'esperienza più traumatica è il distacco dalla madre, nei bambini più grandi il problema è quello dell'allontanamento da tutto il nucleo familiare (Carlesi T., 2006).

E' importante, quindi, che ci sia un coinvolgimento ampio dei membri della famiglia nell'assistenza al bambino, per smorzare questo senso di distacco e di abbandono che si può sviluppare in un contesto che, estraneo alla routine quotidiana e agli ambienti familiari, risulta poco rassicurante.

2.2 Utenti

Gli utenti saranno analizzati separatamente come genitori e bambini, per capire al meglio le due differenti tipologie di necessità in questo contesto.

2.2.1 Bambini

L'utenza composta dai bambini presenta una fascia di età dai 5 ai 10 anni.

La soglia dei 5 anni è stata posta sia per la necessità dei bambini sopra i 4 anni di un contatto più globale, con tutta la famiglia, rispetto a quelli di età inferiore, le cui necessità si rivolgono di più verso la figura materna (Carlesi T., 2006), sia perché quella è l'età in cui, in media, un bambino acquisisce le capacità necessarie per l'utilizzo di un dispositivo con una complessità di utilizzo minima, come quello che sarà progettato.

La soglia dei 10 anni è stata posta perché dagli 11 anni inizia la pubertà. Negli anni dell'adolescenza il ragazzo presenta un forte sviluppo e una crescita interiore che lo porta a cercare la definizione della propria identità e l'indipendenza dalla figura dei genitori, e inizia ad acquisire una migliore capacità di esprimersi attraverso le parole (Cipollini R.,). Una comunicazione a livello unicamente gestuale, il cui scopo è quello di rassicurare il bambino e rafforzare il legame col genitore, risulterebbe limitata per un ragazzo che inizia ad esplorare concetti più complessi e a sviluppare maggiormente la comunicazione verbale.

Le capacità e il grado di comprensione ritenuti necessari per l'utilizzo di ConTatto sono tutte in possesso di un bambino di 5 anni, e si sviluppano prima o entro quell'età:

Esplorazione Tattile

Le capacità tattili aptiche (cioè di esplorazione per ottenere informazioni sugli oggetti toccati) compaiono nel bambino verso i dieci mesi.

Appena nato e nei primi mesi di vita, il bambino tende a portare alla bocca gli oggetti per poterli esplorare attivamente. Verso i quattro mesi inizia a compiere dei movimenti di "reaching", cioè di spostamento, compiendo aggiustamenti posturali, per raggiungere oggetti che attirano il suo interesse.

A dieci mesi compare il tatto attivo, o aptico: il bambino compie una serie di movimenti volontari della mano per acquisire informazione sugli oggetti toccati. Fino ai cinque anni il bambino esplora l'oggetto con una sola mano, semplicemente percorrendo la superficie dell'oggetto. Dai cinque anni, invece, il bambino sviluppa una capacità tattile aptica più accurata: studia l'oggetto con entrambe le mani, con una modalità più metodica e accurata, volta ad acquisire specifiche informazioni sull'oggetto manipolato.

Questa capacità sarà necessaria per l'esplorazione dell'oggetto e l'apprendimento dei gesti da compiere su di esso.

Esplorazione visiva dell'oggetto

La capacità di esplorare un oggetto "visivamente", nei primi anni di vita è affiancata e completata dall'esplorazione tattile.

A sei mesi gli infanti ricercano più a lungo un oggetto che hanno esaminato sia apticamente sia visivamente, rispetto ad un oggetto esaminato solo tramite la vista, dimostrando una preferenza per l'esplorazione tattile.

Nella prima infanzia, invece, il bambino usa congiuntamente tatto e vista in maniera paritaria per assumere informazioni sugli oggetti che lo circondano. Nella seconda infanzia (dai 3 ai 5 anni) la vista inizia ad assumere una componente predominante nell'esplorazione degli oggetti.

L'utilizzo predominante di un'esplorazione visiva faciliterà l'assunzione di informazioni su quelle caratteristiche dell'oggetto riguardanti la componente di funzionamento (es. posizionamento del pulsante di accensione, led di segnalazione del funzionamento dell'oggetto, ecc.)

Memoria

Nel bambino, già nei primissimi mesi, sono presenti capacità di codifica e conservazione delle proprie esperienze. A 2 anni i bambini sono già in grado di riconoscere diversi oggetti e di rievocare alcune esperienze. Verso i 5 anni si riscontra un aumento di queste capacità: del 60% per quanto riguarda le capacità di rievocazione e del 10% per le capacità di riconoscimento.

A quell'età il bambino inizia, inoltre, a sviluppare strategie non consapevoli per la memorizzazione e a raggruppare le conoscenze acquisite in categorie tematiche o concettuali (capacità metacognitive). Viene anche sviluppata sempre di più la capacità di recupero delle informazioni attraverso lo sviluppo di strategie e di indizi.

Inoltre, tra i 5 e i 7 anni c'è un notevole aumento delle capacità di riprodurre uno schema che rispetti i nessi temporali e causali.

La capacità di memorizzazione è utile perché il bambino apprenda facilmente il funzionamento di ConTatto e le opzioni di utilizzo a sua disposizione.

La capacità di rievocazione invece è necessaria perché il bambino, nell'utilizzo del device, associ le sensazioni percepite e i gesti compiuti con azioni avvenute in passato con la persona con cui sta comunicando a distanza. Interessante è il fatto che gli eventi ricordati di più dai bambini in questa fascia di età sono quelli legati a esperienze con intense tonalità affettive.

Punto di vista

Tra i 5 e gli 8 anni il bambino inizia a superare l'egocentrismo intellettuale.

Prima di questa età il bambino fatica a comprendere il concetto di "punto di vista": ha difficoltà a concepire che le altre persone abbiano conoscenze, ricordi, esperienze ed emozioni diverse dai propri. Poiché le azioni internalizzate si presentano alla mente isolatamente, il bambino non può concepire contemporaneamente i propri pensieri o emozioni e quelli degli altri.

Tra i 4 e i 5 anni il bambino passa da un pensiero caratterizzato da un forte egocentrismo, che esclude ogni oggettività, ad un pensiero adeguato agli altri e al reale.

Riesce a vedere le cose anche dal punto di vista degli altri, soprattutto per quanto riguarda la visione e la rappresentazione di tempo e spazio.

Questo è fondamentale perché il bambino possa capire la comunicazione con un genitore distante, che sta avendo un'esperienza diversa in un luogo diverso da quello che percepisce lui.

Attività rappresentativa e gioco simbolico

La capacità dell'attività rappresentativa emerge intorno ai 2 anni e si sviluppa fino ai 7. Al fenomeno dell'attività rappresentativa appartiene il "gioco simbolico", e cioè quel comportamento per cui il bambino tratta un oggetto come se fosse qualcosa di diverso (es. un cucchiaino diventa un telefono ecc.). Il "far finta" implica l'attribuzione ad un oggetto delle caratteristiche di un altro oggetto, evocato mentalmente. Questa rievocazione mentale è quello che serve per effettuare il passaggio mentale che trasferisce i gesti compiuti sull'oggetto come gesti verso il genitore, e immaginare le sensazioni ricevute come azioni compiute dal genitore (Camaioni L., 1993).

2.2.2 Genitori

I genitori del bambino devono avere un ruolo attivo negli aspetti non professionali di cura del bambino (es. somministrazione dei pasti, operazioni igieniche ecc.), sia per il bene del bambino, che viene assistito amorevolmente da una persona con cui ha un forte rapporto affettivo, piuttosto che da qualcuno che conosce poco e con cui ha un rapporto temporaneo, ma anche per sé stessi: il coinvolgimento e l'assistenza al bambino, infatti, evitano un senso di "espropriazione" del figlio, e sensi di colpa per la malattia, che sono fenomeni ricorrenti in queste situazioni (Filippazzi G., 2004).

I genitori inoltre si sentono più sicuri se possono prendersi cura personalmente del figlio, sia perché sanno di essere le persone che lo conoscono meglio, e quindi pensano di poter soddisfare in maniera più efficace le sue necessità di cura non professionale, sia perché in questo modo acquisiscono un senso di maggior controllo e conoscenza di cosa sta accadendo al bambino (Kristensson-Hallström I., 1999).

In alcuni casi, per favorire la presenza della famiglia vicino ai bambini, sono state istituite strutture per ospitare i genitori con residenza lontana rispetto al luogo di cura (es. l'Associazione Peter Pan ha aperto tre strutture a Roma dal 2000 al 2007 per ospitare bambini e genitori durante il periodo di ricovero e le successive visite di controllo).

Purtroppo queste strutture non sono sempre disponibili, e la permanenza di entrambi i genitori non è sempre possibile, per motivi economici, lavorativi e di distanza dal luogo in cui il figlio è ricoverato.

In questo modo un genitore rimane in secondo piano nella cura del figlio, e viene perso l'equilibrio instaurato in un normale contesto domestico.

ConTatto vuole creare una possibilità per una comunicazione a distanza, non semplicemente verbale o visiva (come una telefonata o una videochiamata), ma comprendendo anche una componente tattile ed emozionale.

Una comunicazione "speciale", un'attività praticata solo con una persona, aiuta nello sviluppo di un rapporto, creando un senso di complicità, creando opportunità di un dialogo che vada oltre le parole.

Si instaura, così, un rituale, un'esperienza ripetuta e praticata con un'unica persona che aiuta a rafforzare il legame affettivo.

E' stato indicato un genitore come uno dei comunicatori perché solitamente sono le persone con un rapporto più profondo col bambino, ma qualora ci fosse la mancanza di questa figura, o comunque il bambino avesse un rapporto molto intenso e dipendente con un altro adulto (un nonno, uno zio, ecc.), questi potrebbe sostituire come utenza la figura indicata come genitore.

2.3 L'effetto positivo del contatto fisico

Numerosi studi hanno provato l'effetto positivo del contatto fisico, sia per lo sviluppo bilanciato di un individuo, sia, una volta adulto, per il suo benessere emozionale (Harlow, 1958, Field 2001, Spence 2002). Nel contesto esaminato il tocco interpersonale ha una grande importanza: può essere usato per rassicurare e confortare, e per rafforzare legami affettivi.

Tahhan, nel suo articolo *"Touching at depth: the potential of feeling and connection"* (2012) illustra alcuni esempi di contatto fisico, analizzando, più che la componente funzionale e gestuale, il significato del tocco nel creare un rapporto e una relazione profonda.

In particolare, presenta un esempio di una ragazzina con ciglia molto lunghe che, durante i primi anni dell'infanzia aveva preso l'abitudine di sedersi in braccio alla mamma ogni volta che le fosse caduta una ciglia nell'occhio, così che la madre potesse abbracciarla, aiutarla a rimuovere la ciglia, e accarezzarle le palpebre per allontanare la sensazione fastidiosa. Negli anni il problema è diminuito e scomparso, ma la bambina, qualora sentisse il bisogno di conforto, ha mantenuto l'abitudine di fingere di avere una ciglia nell'occhio, per poter ricevere i gesti rassicuranti della madre.

Riguardo a questa esperienza la Dott.ssa Tahhan scrive:

"[...]There is a depth here that is not surfaced or layered in conceivable terms; there is a feeling that passes which is shared, mutual and inclusive. This feeling is best described as wholeness and incorporates a tug or warmth e a tangible feeling of connection, of belonging [...] the feelings of warmth which emerged from this touch werenot located purely in her mother's 'touch' (or hand); rather, there were a combination of comforts which included her mother's lap, her eyelash, the ritualistic nature of the scenario, the memories of comfort aroused in such a ritual[...]" (Tahhan D.A., 2012).

Tahhan suggerisce la possibilità che la sensazione di sicurezza e conforto, oltre che dal tocco, sia corroborata dalla natura rituale dell'esperienza, e dalle memorie che via via sono associate ad essa. La bambina, infatti, sembra ricercare una forma di contatto la cui origine è derivata da sentimenti di dolore o fastidio, ma che, eventualmente, è diventata una strategia per sentirsi vicina alla madre e poter ripetere l'esperienza di una forma di tocco familiare e confortante anche ad un'età più avanzata, in cui il bisogno fisico originario non era più presente.

Viene, così, manifestato un continuo bisogno di contatto calmante e rassicurante, che prescinde da bisogni fisici e funzionali, e si colloca in un piano più legato alla comunicazione e al rafforzamento di legami affettivi.

2.3.1 L'effetto terapeutico del tocco

Il tocco, inoltre, può avere una componente terapeutica: è stato dimostrato che il contatto fisico può essere uno dei fattori che induce il corpo a produrre ossitocina, un ormone che ha effetti benefici per l'organismo.

"[...] Oxytocin may be released by nonnoxious activation of somatosensory neurons in general. Thus, several types of nonnoxious stimuli such as touch, warm temperature, vibration, and electroacupuncture increase oxytocin levels in plasma, and particularly in cerebrospinal fluid (Stock and Uvnäs-Moberg, 1988; Uvnäs-Moberg et al., 1993)[...] Therefore, oxytocin also is likely to be released in response to activation of somatosensory afferents caused by social contact and grooming. Consequently oxytocin-mediated physiological and behavioral effects may be induced by social interaction and grooming. Indeed, patterns of response consistent with positive social interactions, relaxation, and growth may be induced by various kinds of nonnoxious somatosensory stimulation [...]" (Uvnäs-Moberg K., 1998).

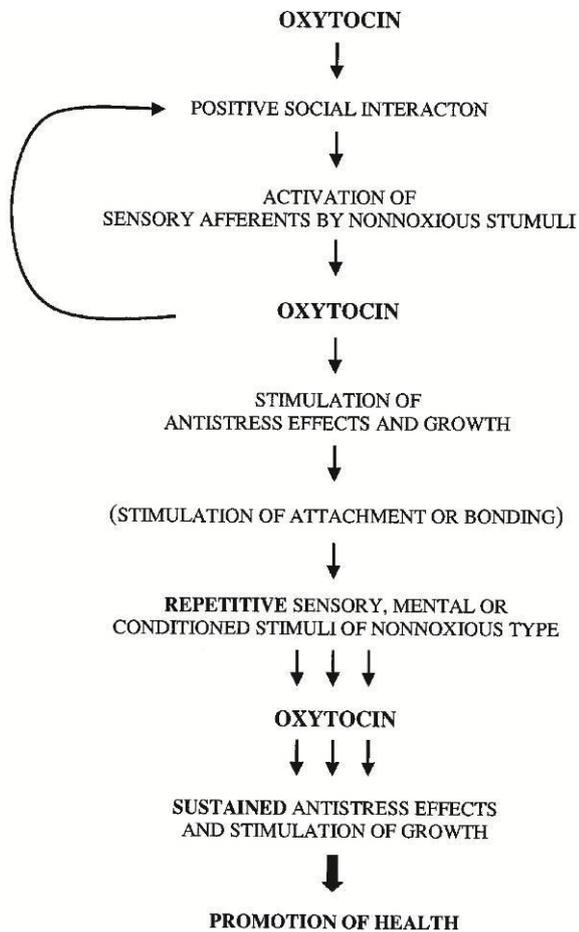


Immagine 2. 1 Schema che illustra il possibile ruolo dell'ossitocina negli effetti benefici di un'interazione sociale positiva⁷

Gli effetti benefici dell'ossitocina sono la riduzione dello stress e delle sue conseguenze (es. riduzione della pressione sanguigna). Esercita un effetto ansiolitico e promuove la crescita e la guarigione (Uvnäs-Moberg K., Petersson M., 2005). Produce un senso di benessere e di calma. Migliora le interazioni sociali e aumenta la fiducia, riducendo la sensazione di paura (Ishak, Kahloon, Fakhry 2011). Il processo di rafforzamento di un legame sociale è caratterizzato da ripetuti contatti fisici. Questi contatti comprendono lo scambio di tocco e calore, che a loro volta stimolano la produzione ripetuta di ossitocina. L'efficacia del suo effetto antistress aumenta via via che il rilascio nell'organismo si ripete. Gli studi finora svolti suggeriscono che la produzione di ossitocina, legata a interazioni sociali positive, crea nel soggetto uno stato di calma e una reazione psicologica minore allo stress o a esperienze sgradevoli (Uvnäs-Moberg K., 1998).



3.Stato dell'Arte

Per realizzare ConTatto sono state svolte diverse ricerche sullo stato dell'arte nei campi che questo progetto include, ovvero:

- il contesto ospedaliero,
- strategie per migliorare l'accoglienza e la permanenze dei bambini in ospedale,
- lo sviluppo di soluzioni per la comunicazione emozionale a distanza.

Nello specifico, vengono qui riportate diverse strategie per aiutare il bambino a trascorrere una permanenza più serena nell'ambiente dell'ospedale.

Inoltre, saranno spiegate alcune delle ricerche ed esperienze nel campo dell'implementazione di strumenti per la comunicazione emozionale a distanza.

3.1 Accoglienza e permanenza dei bambini in ospedale

Per migliorare le modalità di accoglienza dei bambini in ospedale e la loro qualità della vita durante il periodo che dovranno trascorrere nella struttura ospedaliera, sono state sviluppate e attuate diverse strategie, che agiscono su diversi aspetti, da quello psicologico a quello della caratterizzazione dell'ambiente.

I principali, che verranno descritti qui di seguito e di cui verranno forniti esempi, sono:

- Strategie di comportamento dei genitori;
- Attività per il bambino;
- Animazione;
- Design degli ambienti;
- Strutture per famiglie.

Strategie di comportamento dei genitori

Filippazzi nel suo libro *"Un Ospedale a misura di bambino. Esperienze e proposte"* (2004) fornisce delle linee guida, per ospedali e per i genitori, per far vivere al bambino un'esperienza meno traumatica. Segnala, inoltre, delle strategie per affrontare il periodo di degenza e per preparare i genitori ad assistere i figli in maniera corretta. Affronta gli aspetti generali, ad esempio invita a prendersi cura personalmente dell'igiene e dell'accudimento del bambino, dove possibile. Dà anche piccoli consigli specifici, ad esempio il cercare spesso il contatto con il bambino, che viene confortato dalla presenza fisica e dal tocco dei genitori. Questo argomento è stato trattato da diversi autori, con la pubblicazione di libri-guida (es. Capurso M., Pratico M. 1997, *Se tuo figlio...Guida per genitori di bambini sottoposti a lunghe terapie e ricoveri ospedalieri*, Perugia, distribuito dal "Comitato Chianelli").

Ma, soprattutto, alcuni ospedali forniscono, nelle loro pagine web, o all'ammissione del bambino in ospedale, linee guida di comportamento.

Ad esempio, il sito web dell'ospedale di Brescia presenta una pagina dedicata ai genitori con una serie di informazioni pratiche, ma anche di comportamenti da assumere verso il bambino ospedalizzato.

Così fanno anche molti ospedali di altre nazioni: il MedStar Georgetown University Hospital ha istituito una pagina web (<http://www.georgetownuniversityhospital.org/body.cfm?id=555897>) che spiega ai genitori come fare sentire il figlio a proprio agio nell'ospedale, analizzando i comportamenti da assumere in relazione all'età del bambino. Inoltre, offre alcuni consigli sugli argomenti che è opportuno affrontare con il figlio, per prepararlo prima del ricovero e rassicurarlo durante la permanenza. Presenta anche suggerimenti per il genitore stesso per combattere lo stress e mantenere un atteggiamento positivo. Un servizio

aggiuntivo è la creazione di una "CarePage", una pagina web privata in cui si possono condividere pensieri, fotografie e aggiornamenti con amici e familiari, in modo da coinvolgere anche le persone distanti nella vita del bambino.

Anche il Golisano Children's Hospital di Rochester offre consigli ai genitori tramite il sito web (<http://www.urmc.rochester.edu/childrens-hospital/Parents.aspx>). Suggerisce i passi da compiere per ogni fase, dalla preparazione del bambino all'ingresso in ospedale, a consigli per il periodo post-ricovero. Fornisce, inoltre, spiegazioni semplici e chiare di varie procedure mediche (TAC, risonanza magnetica, radiografia), così che i genitori possano spiegare ai figli cosa succederà.

Le strategie proposte nei libri, nelle guide e nei siti web degli ospedali hanno in comune la ricerca di un atteggiamento positivo e sincero da parte dei genitori verso i bambini, e cercano di incoraggiarli e facilitarli nell'assistenza, sia con consigli pratici, sia con linee guida comportamentali.

Attività per il bambino

Alcune delle strategie adottate per diminuire lo stress dei bambini e la paura dell'ospedale sono i giochi di ruolo.

Filippazzi propone giochi in cui si fa immedesimare il bambino nel ruolo del dottore, curando una bambola, una macchinina ecc.

Il gioco di ruolo aiuta il bambino ad affrontare ciò che gli accade, e lo aiuta a gestire le emozioni.

Questa strategia è molto utilizzata in contesto medico, perché aiuta a ridurre l'ansia e ha effetti sulla percezione del dolore, sul comportamento del bambino e sull'adattamento al contesto in cui si trova (Moore M., Russ S.W., 2006).

Un'altra opzione è l'utilizzo di materiale sanitario (bende, abbassalingua, mascherine, guanti ecc.) come giocattoli, trasformandoli in qualcosa di diverso e divertente, o utilizzandoli per lavoretti creativi.

Queste attività fanno sì che i pazienti di pediatria possano avere un approccio più familiare con una situazione considerata spaventosa, e possano prendere confidenza con l'ambiente, ponendo delle basi per future esperienze difficili che si potranno presentare durante la degenza. (Child Life Council and Committee on Hospital Care, 2006).

Un'altra attività proposta da più voci (es. Nucchi M., 1995, Filippazzi G., 2004) è il disegno, come mezzo di espressione delle emozioni del bambino, ma anche come strumento di interpretazione di ciò che egli sta provando. Il bambino, infatti, attraverso il disegno anche inconsciamente comunica la sua interpretazione della realtà.

Ove possibile, è opportuno organizzare anche attività ludiche più "movimentate" e che spingano i bambini a giocare insieme, perché il bambino possa muoversi e relazionarsi con altri bambini.

Animazione

Le attività di animazione sono molto varie. Sono studiate per distrarre i bambini, ma anche e soprattutto, perché sono attività che giovano alle condizioni cliniche dei piccoli pazienti.

E' stato dimostrato che le attività di "clown in corsia" hanno effetti positivi sulla salute del bambino, ma anche sul livello di stress del genitore (Battrick, Glasper, Prudhoe, Weaver 2007).

"[...] The clown role can serve several purposes. The hospital clown works at a hospital and wishes to give ailing children both experiences of joy and opportunities to be creative in the context of play. His/her intention is to stimulate the healthy part of the child's being and to mitigate the effects of a hospital stay.

[...] Studies have shown how clown encounters can have positive effects on children, parents, and hospital staff. The clowns can help to relieve not only young children's but also their parents' anxiety prior to surgery [...]" (Linge L., 2013).

Altri progetti di animazione si sono sviluppati partendo da questo concetto: si possono trovare progetti di Musica in Corsia, Pet Therapy e spettacoli con racconti di fiabe.

Molti ospedali presentano diversi progetti per i piccoli pazienti, sia come servizio interno all'ospedale, sia con l'aiuto di associazioni di volontari.

I progetti di Musica in Corsia sono dedicati ai bambini, ma anche alle famiglie. E' un momento di rilassamento per il paziente, che lo aiuta a migliorare l'umore e gli insegna nuove modalità di espressioni: in alcuni casi c'è un coinvolgimento del bambino, che viene invitato a partecipare alle attività musicali. Il Children's Mercy Hospital in Kansas presenta un progetto di Music Therapy che si realizza con eventi di musica di gruppo, seguiti da più bambini, o esecuzioni per singoli pazienti, o anche per pazienti e famiglia. I terapisti hanno una certificazione in terapia musicale, e devono aver completato uno stage in clinica prima di essere abilitati. Inoltre, devono essere certificati tramite la "Certification Board for Music Therapists"

Altre attività ricreative proposte sono quelle di lettura o rappresentazione di fiabe.

L'ospedale Buzzi di Milano ospita il progetto "Leggere per Crescere". Tutte le sere i bambini ricoverati presso i reparti di Chirurgia Pediatrica, Ortopedia Pediatrica e Terapia Intensiva Pediatrica ricevono la visita del gruppo di volontari OBM Onlus che li aiutano ad addormentarsi con la lettura di storie e di racconti. I volontari Leggere per Crescere sono formati da OBM Onlus grazie al supporto di specialisti ed hanno una dotazione di letture adatte alle diverse età e alle diverse capacità cognitive.

La Pet therapy è una strategia usata per conseguire obiettivi terapeutici. Si basa sull'interazione tra un animale sano e addestrato e il paziente. Gli effetti della Pet Therapy sono attribuiti primariamente al conforto provvisto dal contatto, dal processo tattile coinvolto nel gioco con l'animale, che porta alla formazione di legami tra esso e il bambino, inducendo rilassamento e riducendo la reazione cardiovascolare allo stress (Halm M. A., 2008).

Un esempio dell'uso di questo tipo di terapia, molto usata in vari ospedali, è quella effettuata all'ospedale pediatrico Meyer di Firenze, che dal 2002 offre momenti di terapia con animali addestrati, che allietano e distraggono i bambini. La presenza degli animali, iniziata con degli incontri in uno spazio attrezzato esterno, ora è arrivata fino nei reparti. Questo progetto è portato avanti in collaborazione con Antropozoa, un'associazione che si occupa di terapia con l'ausilio di animali che seguono un training specifico per essere adatti ad attività di questo genere.

Nel 2006 è stato realizzato uno studio dal Servizio Terapia del Dolore (Messeri A., Caprilli S.): *"Animal assisted activity at a Meyer children's hospital: a pilot study"*, per valutare gli esiti ambientali dell'inserimento degli animali in ospedale. Gli aspetti emersi da questa esperienza sono stati positivi: la partecipazione agli incontri con gli animali nei reparti è stata del 32% maggiore alle aspettative, gli incontri con gli animali hanno prodotto effetti benefici sui bambini (miglioramento della percezione del contesto e buone capacità di interazione).

La ricerca ha anche sondato il gradimento favorevole dei genitori all'inserimento dei cani in ospedale: sono favorevoli il 100% e il 94% ha chiesto la continuazione del progetto.

Design degli ambienti

Un'altra pratica importante per far sentire il bambino maggiormente a proprio agio nell'ambiente ospedaliero è la progettazione degli spazi integrando le necessità dell'ambiente sanitario e quelle del bambino, che ha bisogno di spazi progettati "su misura".

Molti ospedali cercano di adattare le loro strutture, quando possibile, per creare ambienti più colorati e vivaci.

Vari progetti sono stati sviluppati in questo campo. Un esempio è il lavoro di M. Maiocchi ("*La comunicazione emozionale negli ambienti ospedalieri*", 2007). Egli presenta una raccolta di progetti sviluppati in workshop universitari, con contributi provenienti da corsi di Design della Comunicazione presso la Facoltà del Design del Politecnico di Milano, e da corsi dell'Università ITESM di Monterrey - Mexico. In questi workshop gli studenti hanno elaborato delle proposte di miglioramento dell'ambiente ospedaliero. Parte dei progetti si concentrava sull'umanizzazione degli ospedali per i piccoli pazienti. Sono state proposte decorazioni e "trasformazioni" tramite immagini che raccontano storie, degli ambienti e dei macchinari ospedalieri.

Altre ricerche sono state sviluppate, anche tramite interviste con gli stessi pazienti, e considerando fattori come l'altezza dei bambini (orientandosi quindi ad un design che metta tutto alla loro portata) e i loro bisogni di spazi di gioco adeguati.

Bishop K. G., nella sua tesi di dottorato: "*From their perspectives: Children and young people's experience of a paediatric hospital environment and its relationship to their feeling of well-being*", University of Sydney, Faculty of Architecture, Design and Planning, intervista alcuni bambini di varie fasce d'età e fissa, con il loro apporto, dei parametri per la progettazione di ospedali pediatrici.

Oltre ai parametri riguardanti colori e luminosità, la disponibilità di spazi di gioco e l'accesso ad ambienti esterni, Bishop riscontra la necessità di ambienti flessibili e adattabili, per consentire ai bambini stessi di gestire il loro spazio.

In questa ottica molti ospedali rinnovano i loro spazi, ove possibile.

Il cambio di layout e immagine dell'ospedale Buzzi s'inserisce in un progetto di riqualificazione sanitaria dell'associazione Obm Onlus, che individua periodicamente aree della struttura dove è necessario un miglioramento logistico degli ambienti ospedalieri, dando priorità alla percezione dei bambini. Nell'ingresso principale, la rigida geometria degli spazi è stata ammorbidita dall'inserimento di volumi circolari, che rappresentano quinte teatrali su cui si stagliano silhouette zoomorfe. L'ambiente caotico e dispersivo della hall è stato riconfigurato attraverso un elemento unitario curvilineo (con struttura in gesso prefabbricata). Il



Immagine 3. 1 Corridoio dell'ospedale Buzzi di Milano

pronto soccorso è stato ripensato nella distribuzione, introducendo ambiti d'interazione e gioco per i più piccoli: la sala d'attesa diventa un ambiente caldo e vivace in cui il tema del bosco è rappresentato con disegni alle pareti. Grandi numeri colorati accanto all'ingresso delle stanze garantiscono un'immediata riconoscibilità per gli utenti di tutte le età. L'intervento vuole dare riconoscibilità immediata alle diverse aree e definire uno spazio

rilassante e rassicurante attraverso il colore, applicato con toni pastello, e attraverso la grafica per disegnare piccoli mondi di evasione.

La soluzione ottimale per ottenere un ambiente a misura di bambino sarebbe, però, partire dalla progettazione iniziale dell'ambiente piuttosto che dalla modifica di un ambiente pre-esistente.

Ne è un esempio la progettazione di un nuovo padiglione dell'Ospedale Pediatrico Gaslini, recentemente inaugurato, che è stato progettato cercando di creare un vero e proprio "ospedale di giorno del bambino".

Si è fatto, innanzitutto, ricorso all'uso dei colori, per garantire all'interno di tutti gli spazi la sensazione di "luce e di illuminazione" e per creare un setting appropriato alle diverse fasi terapeutiche. Per le camere della day-surgery e del day-hospital sono stati studiati particolari accorgimenti di colori e di arredi, per garantire anche spazi per il gioco; i pavimenti sono stati trattati con pvc colorato.

Tutte le distribuzioni, i corridoi e gli spazi di accoglienza centrali sono stati arricchiti di angoli per il gioco e ludoteche; in questo caso i colori e gli arredi sono stati pensati nel dettaglio ed individuati uno ad uno al



Immagine 3. 2 Sala prelievi, ospedale pediatrico Gaslini

fine di specializzare i luoghi di socializzazione e di renderli al massimo confortevoli per una gradevole fruizione da parte del bambino.

Per alleggerire il "momento sanitario" anche gli ambulatori medici sono stati oggetto di una nuova interpretazione che li vede trasformati in luoghi luminosi, allegri e colorati dove la presenza del legno e del vetro alleggerisce l'immagine complessiva del luogo.



Immagine 3. 3 Phoenix Children's Hospital

Un altro esempio di progettazione sviluppatasi da un concetto di creazione "a misura di bambino" è il Phoenix Children's Hospital, progettato seguendo l'idea della creazione di "un'oasi", che emula le bellezze naturali.

E' progettato per l'accoglienza della famiglia insieme al bambino, con spazi e servizi appositi nelle camere. Le indicazioni per i vari reparti sono semplici e precise, anche per i bambini, essendo codificate con colori e animali.

Presenta una modularità e flessibilità degli spazi di clinica pediatrica, che possono venire adattati alle esigenze momentanee.

Strutture per le famiglie

Alcuni ospedali, per facilitare la permanenza della famiglia a fianco del bambino anche quando questi viene curato in un luogo lontano da casa, forniscono servizi di ricerca alloggi e di convenzioni con determinate strutture, perché i genitori possano rimanere a poco prezzo, o in casi di bisogno, addirittura gratuitamente, a fianco del bambino.

Ne è un esempio l'Associazione Peter Pan di Roma, che dal 2000 al 2007 ha aperto tre strutture progettate per l'alloggio di famiglie di bambini onco-ematologici, durante il ricovero e i controlli successivi. Le strutture sono predisposte per ricreare un contesto familiare e condiviso, e offrono i servizi di dipendenti e volontari che si occupano di tutte le esigenze che le famiglie possono avere in quei momenti.

Un progetto internazionale in questo campo è il "Ronald McDonald's House", che è responsabile della fondazione di case per le famiglie dei bambini che necessitano di terapie in un ospedale lontano dal luogo di residenza. In Italia sono già presenti 4 "Case Ronald", attrezzate per la permanenza di famiglie e per la loro socializzazione con luoghi comuni di interazione, zone gioco e palestre per eventuali terapie di riabilitazione neuro-psicomotoria dei bambini.

Dalle ricerche effettuate risulta che le strategie esplorate si concentrano sulla distrazione del bambino e sull'ambientazione nel contesto sconosciuto.

Alcuni dei progetti mirano a rafforzare la presenza fisica dei genitori e l'insegnamento agli stessi di un comportamento che aiuti e rassicuri il bambino.

Niente è stato però pensato per quei genitori che non possono essere sul posto, e che possono comunicare solo telefonicamente.

3.2 Design per la comunicazione di emozioni a distanza

Diversi progetti sono stati sviluppati per ri-creare una comunicazione emozionale a distanza.

In questo tipo di comunicazione ci si è concentrati principalmente sul senso del tatto, in quanto questo senso permette un'intensità di espressione che è difficilmente riscontrabile in comunicazioni visive o tramite parole

Saranno riportati esempi di trasmissione delle emozioni attraverso sensazioni tattili, per analizzare i loro punti di forza e gli aspetti problematici.

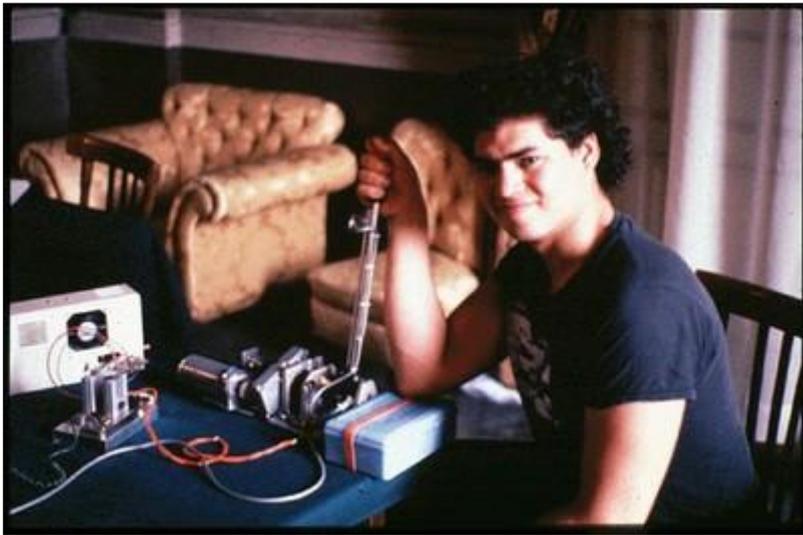


Immagine 3. 4 Telephonic Arm Wrestling

Uno dei primi progetti in questo campo è il dispositivo **Telephonic Arm Wrestling**, un progetto di telecomunicazione realizzato da White and Back nel 1986.

L'idea era quella di permettere a due persone distanti di giocare a braccio di ferro, usando un sistema motorizzato di trasmissione delle forze interconnesso tramite linea telefonica.

Gli utenti, dopo aver provato il sistema, hanno dichiarato di aver provato la sensazione di giocare a braccio di ferro con una persona

reale, aggiungendo però che dei ritardi nella trasmissione telefonica facevano sì che l'esperienza non potesse sembrare completamente reale.



Immagine 3. 5 InTouch

Scott Brave e Andrew Dahley hanno progettato **InTouch**, uno strumento che crea l'illusione che due persone a distanza stiano manipolando uno stesso oggetto, consistente in tre rulli cilindrici montati su una base. Un utente muove i rulli e un altro utente distante, in quel momento 'passivo', riceve lo stesso movimento, caratterizzato dalla medesima forza impressa dall'utente 'attivo'.

Nel 2001 Kelly Dobson, Danah Doyd, Wendy Ju, Judith Donath e Hiroshi Ishi creano **Vibrobody**, uno strumento vibro-tattile di comunicazione interpersonale.

Consiste in un device da posizionare in braccio all'utente mentre questi ha una conversazione via telefono o chat con più persone.

Il device amplifica, tramite vibrazione, i toni e gli umori che altrimenti potrebbero essere persi.

Il corpo in gomma di Vibrobod contiene degli FSR (Force Sensing Resistor) e dei microfoni, per catturare la posizione delle mani, oltre che la vocalizzazione. La manipolazione dell'oggetto e le vocalizzazioni portano al cambiamento della frequenza e del pattern delle vibrazioni.

Il progetto ha avuto successo, in quanto l'utente che l'ha provato ha affermato che le vibrazioni aggiungono sfumature alla conversazione. Inoltre, l'uso è molto semplice, e non è necessario alcun training per capire il funzionamento dell'oggetto.



Immagine 3. 6 Keep in touch

Keep in Touch è un progetto di Nima Motamedi presentato nel 2007. Si tratta di un touch screen in tessuto, realizzato per creare una sensazione di intimità tra coppie che vivono una relazione a lunga distanza.

In quest'interfaccia vengono unite le componenti visive e tattili: ogni partner vede nel proprio "schermo" un'immagine sfocata dell'altro, e quando viene toccata, l'immagine si mette a fuoco.



Immagine 3. 7 Hug Shirt

La **Hug Shirt**, la maglietta che ti abbraccia, realizzata da CuteCircuit di Londra, è un progetto che dal 2005 ad oggi ha ottenuto molti riconoscimenti, tra cui il Best Invention 2006 del Time Magazine.

Inventata da Francesca Rosella and Ryan Genz, è una t-shirt con sensori posti sotto le cuciture, estraibili facilmente per consentirne il lavaggio. I sensori possono determinare la forza del tocco, il calore della pelle e il ritmo cardiaco della persona che manda il messaggio.

La maglietta contiene gli opportuni attuatori per ricreare la sensazione del tocco e del calore a chi riceve l'abbraccio.

L'abbraccio è trasmesso via bluetooth al proprio cellulare (java enabled), su cui è installato il software HugMe, che si occupa di mandare l'abbraccio al

destinatario.

Con questo prodotto si possono inviare abbracci, semplicemente toccando la parte rossa della maglietta. Chi li riceve sentirà sulla propria Hug Shirt, quindi addosso, la sensazione dell'abbraccio.

Se non si ha indosso la Hug Shirt è possibile creare un abbraccio utilizzando il software HugMe e inviarlo poi ad un amico.

I progetti portati ad esempio in questo campo sono spesso prodotti a livello sperimentale, con lo scopo principale di fare ricerca e di iniziare a sviluppare sistemi e tecnologie per una produzione futura che si avvalga delle scoperte effettuate.

Alcuni prodotti, però, mostrano già possibilità di successo: con la Hug Shirt la CuteCircuit è riuscita a sviluppare un prodotto che riesce ad esprimere bene un gesto emotivo a distanza, mantenendo una massima semplicità d'uso ed essendo un prodotto pratico e poco ingombrante.

Negli oggetti sviluppati emergono alcune problematiche, che portano l'attenzione su scelte progettuali specifiche, fondamentali per il successo di un prodotto:

- L'ingombro e la praticità d'uso degli oggetti. Alcuni degli oggetti presentati sono ingombranti e inutilizzabili nella realtà. Un progetto che possa essere veramente adoperato da un'utenza, e non solo utilizzato a fini di studio deve essere pratico e semplice da utilizzare.
- La scelta del sistema di comunicazione. Il sistema di comunicazione da impiegare è fondamentale: ne è un esempio il device "telephonic arm wrestling": il successo del prodotto non è completo, perché il sistema di telecomunicazione creava un ritardo nella risposta del dispositivo. Le tecnologie sviluppate da allora ci forniscono un miglioramento ed un ampliamento delle possibilità di comunicazione. E', comunque, necessaria una scelta attenta del mezzo da utilizzare, selezionando quello che più si addice al prodotto. Un'ottima scelta è stata quella presa per la realizzazione della Hug Shirt: includendo nella maglietta un bluetooth, e spostando la comunicazione sullo smartphone dell'utente, si può ottenere un prodotto leggero e avere comunque una comunicazione efficiente, anche se l'Hug Shirt diventa così un accessorio, subordinato al possesso di uno smartphone.
- La scelta accessorio/vestito. Nel caso della Hug Shirt, si è scelto di creare un dispositivo che fosse anche indumento. Da un lato ciò rende la comunicazione emozionale reale, perché la maglietta, a contatto col corpo e coprendo una vasta superficie, simula meglio un gesto come l'abbraccio, e può creare un'esperienza più coinvolgente. Lo svantaggio è che un indumento come una maglietta deve essere lavato spesso, e non può quindi essere indossato ogni qualvolta si desidera. Un accessorio ha un contatto meno completo, ma più usufruibile: ad esempio, **VibroBod** è un device in gomma che può essere preso e tenuto in braccio. Al momento desiderato si può iniziare una comunicazione e l'oggetto sarà subito disponibile e usabile. Difficilmente capiterà che un utente non possa partecipare alla comunicazione perché l'oggetto è in "manutenzione".



4. Concept

Analizzando il contesto e l'utenza si è arrivati ad un concept che soddisfacesse gli obiettivi progettuali stabiliti.

Si è deciso di realizzare un sistema, chiamato complessivamente "ConTatto", composto da un bracciale indossabile dal bambino, e da una pagina web che permetta la comunicazione con il device.

Il bracciale permette al bambino di realizzare un'esperienza di comunicazione emozionale basata sulle sensazioni tattili, mentre la pagina web consente al genitore di comunicare col bambino nella maniera più rapida ed efficace, permettendo l'interazione da qualsiasi postazione che abbia un collegamento internet disponibile.

Il bracciale dovrà essere in grado di riconoscere alcuni gesti, compiuti su di esso dal bambino, e mandare al genitore un messaggio distinto per ciascuno dei gesti riconosciuti.

Inoltre, dovrà creare determinate sensazioni tattili, che saranno comandate a distanza dal genitore.

Per il riconoscimento dei gesti ci serviremo di una serie di sensori, mentre la riproduzione delle sensazioni sarà ottenuta attraverso di una serie di attuatori.

Il braccialetto sarà, inoltre, provvisto di Led, per fornire al bambino un feedback del funzionamento, tramite segnalazioni visive.

ConTatto sarà un servizio offerto alle famiglie dall'ospedale in cui viene ricoverato il bambino.

Al momento del termine della degenza il bracciale sarà riconsegnato, così potrà essere utilizzato da un'altra famiglia.

4.1 Gesti scelti

Sono stati scelti:

- 3 azioni che il genitore può "inviare" al bambino, e che il bracciale ricreerà.
- 3 gesti, che il bambino può compiere sul bracciale per trasmettere un messaggio al genitore.

4.1.1 Azioni inviate dal genitore

Sono stati scelti tre gesti che il genitore può trasmettere al bracciale e conseguentemente al bambino. La scelta dei gesti è ricaduta sui principali gesti affettivi utilizzati dai genitori per assicurare i bambini, gesti che, oltre ad instaurare un contatto fisico tranquillizzante, hanno un significato affettivo facilmente riconoscibile dal bambino.

Carezza

Una carezza:

"L'atto di passare leggermente le dita o il palmo della mano sul volto o su altra parte del corpo di una persona come gesto di tenerezza" (www.treccani.it)

Verrà trasmessa tramite una serie di pulsazioni, che ricordino il lieve passaggio di una mano.

Contatto rassicurante

Una sensazione di contatto fisico; un gesto di tenerezza, di affettuosità, che trasmetta al bambino il messaggio di un pensiero affettuoso.

Verrà simulato con una pulsazione leggera e continua, che faccia pensare ad un contatto prolungato, come ad esempio, tenersi per mano.

Abbraccio

Gesto volto ad esprimere affetto o amore che consiste nello stringere le braccia e le mani attorno al corpo di un'altra persona.

“Un abbraccio vuol dire “Tu non sei una minaccia. Non ho paura di starti così vicino. Posso rilassarmi, sentirmi a casa. Sono protetto, e qualcuno mi comprende”. (Paulo Coelho, 2011)

Verrà ricordato tramite una piacevole sensazione di calore

4.1.2 Gestii compiuti dal bambino

I gesti che il bambino, a sua volta, può inviare al genitore, sono stati scelti in modo da offrire al bambino diversi spunti di comunicazione: il classico saluto ("ciao"), che è una delle prime forme di comunicazione che il genitore insegna al bambino, un gesto affettivo, e un gesto di intesa e di complicità.

Carezza

La carezza viene registrata quando il bambino “accarezza” il bracciale.

Ciao

Il gesto consiste in movimenti ripetuti della mano, di solito col braccio proteso in alto o in avanti . Il movimento più tipico della mano in questa forma di saluto è un ondeggiamento (inglese wave) a destra e sinistra con perno sul gomito.

Viene registrato dal device quando il bambino scuote mano e braccio nel tipico gesto di saluto.

Dammi il cinque

Dare il cinque è un gesto fatto da due persone, durante il quale si alza una mano in modo da farla incontrare con la mano dell'altro, a palmo aperto. E' un gesto che segnala intesa, o usato per congratularsi.

Verrà registrato quando il bambino darà una pacca a mano aperta sul bracciale.

4.1.3 Come “funzionano” i gesti

Azioni inviate dal genitore:

Abbraccio – resistenza di riscaldamento (RR)

Per trasmettere la piacevole sensazione di calore, che è stata abbinata all'abbraccio, sarà usato un sistema di riscaldamento costituito da una resistenza e da un sensore di temperatura, che sarà utilizzato come feedback per la regolazione della velocità e della temperatura.

Per regolare il profilo di riscaldamento e la temperatura limite bisogna tener conto della sensibilità della pelle al calore:

“[...] Come le altre sensibilità, anche la sensibilità termica è sostenuta dall'attività di recettori specifici, sensibili alle variazioni di temperatura dell'ambiente e degli oggetti che entrano in contatto con la superficie del corpo [...] La risposta dei recettori a caldo varia anche in rapporto alla temperatura cutanea di partenza.

[...] Quando la temperatura supera i 45°C, ha inizio una sensazione di dolore, che diventa intensa se la temperatura supera i 50°C [...]”

E alla reazione ad una variazione di temperatura più o meno veloce:

“[...] i recettori per il caldo rispondono più intensamente quando la velocità della variazione dello stimolo è rapida, e al di sotto di certe velocità non vengono più attivati, malgrado la temperatura si sposti. [...] se la temperatura cutanea varia localmente a velocità <0,5°C al minuto, la variazione passa inavvertita, almeno fino a che non si superino i 36°C. [...]” (Baldissera F., 1996)

La temperatura e la rapidità della sua variazione verrà regolata dal sensore di temperatura ma, per maggiore sicurezza, verrà utilizzato un interruttore termico, che interromperà il riscaldamento della resistenza qualora venisse superata la temperatura limite (es. in caso di rottura del sensore di temperatura).

Carezza e contatto – Motorino per vibrazione

Sia per creare le carezze sia per creare un contatto prolungato, verrà utilizzato un motorino per vibrazione:

- Per trasmettere le carezze il motorino produrrà una serie di vibrazioni intense della durata di circa un secondo, ripetute sei volte.
- Per trasmettere un contatto prolungato produrrà una vibrazione leggera e continua della durata di circa sei secondi.

Gesti compiuti dal bambino

Ciao – Accelerometro 3D

Un accelerometro a tre assi permetterà di rilevare i gesti compiuti dal bambino.

Tramite questo strumento, e la successiva elaborazione e filtraggio dei dati raccolti, si rileverà quando il bambino compie il gesto di scuotere la mano in segno di saluto.

Carezza e Dammi il cinque! – Sensore di pressione

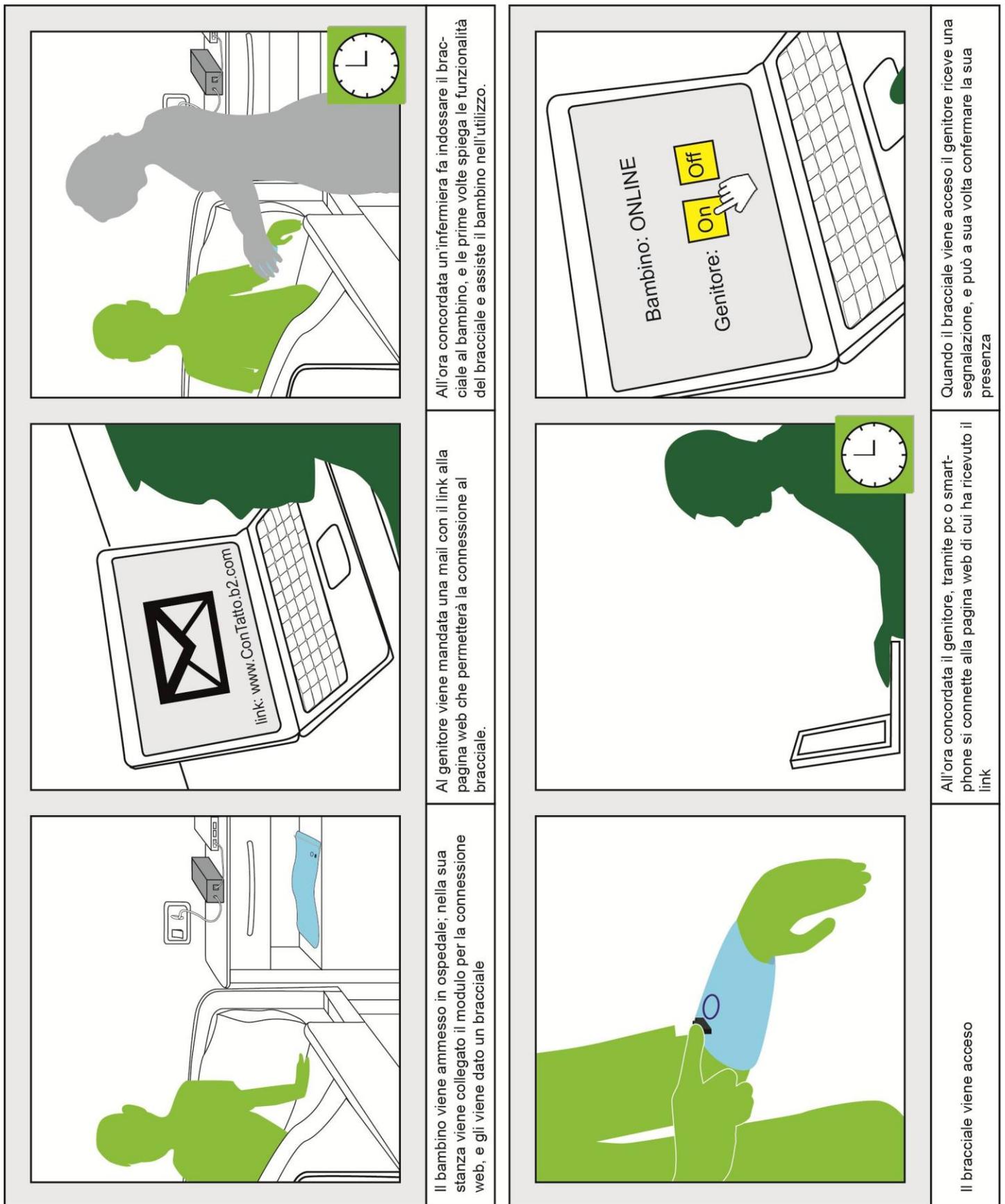
Un sensore di pressione rileverà il tocco del bambino, e le elaborazioni successive distingueranno se il bambino sta eseguendo una carezza o sta “dando il cinque”.

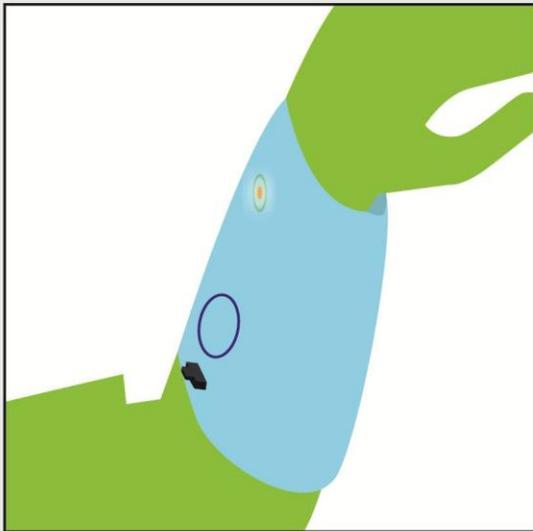
Il sistema sarà programmato per riconoscere il tocco volontario (superiore ad una certa intensità), e a riconoscere la durata del tocco:

- Un colpo veloce verrà registrato come una pacca, tipica del gesto “dammi il cinque”;
- Un tocco strisciato verrà riconosciuto come una carezza.

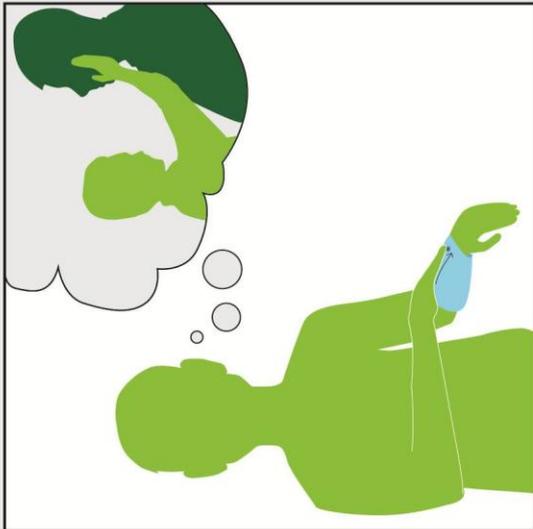
4.2 Storyboard dello svolgimento della comunicazione

Di seguito si è realizzato uno storyboard di come è stata progettata la comunicazione emozionale.

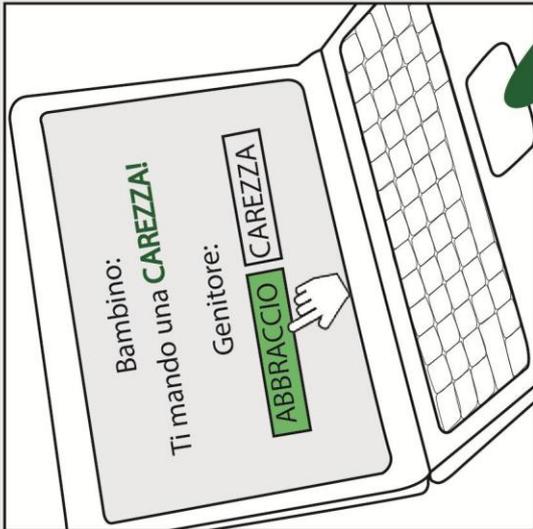




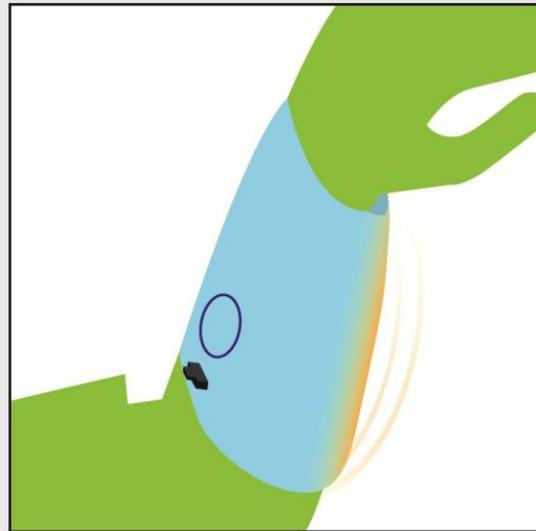
Quando il genitore è "online", nel bracciale si accende un led, producendo una sequenza di luci colorate: è il segnale che la comunicazione può iniziare



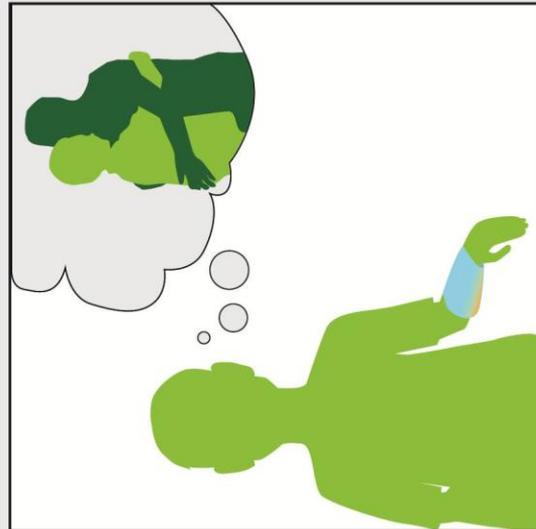
Il bambino vuole mandare una carezza. Accarezza la superficie del bracciale ed il device riconosce il gesto



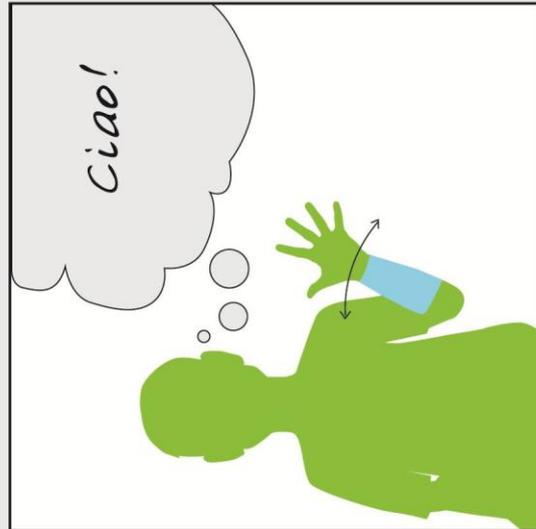
Il genitore riceve il messaggio del bambino, e decide di inviargli un abbraccio. Schiaccia quindi il pulsante corrispondente.



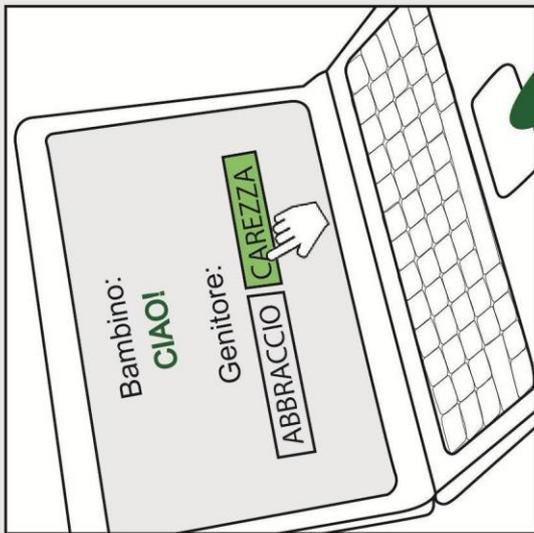
Nel bracciale si accende la resistenza di riscaldamento



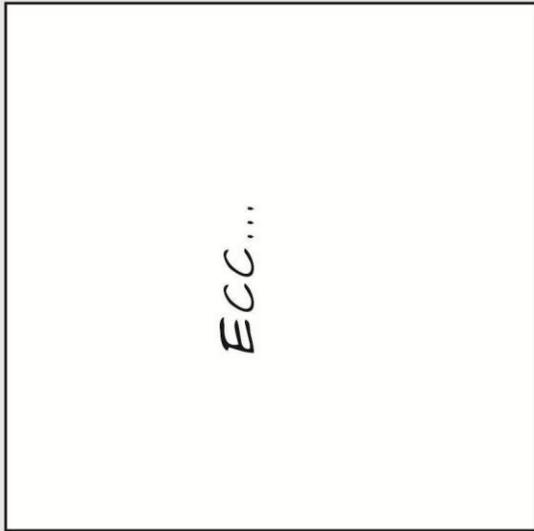
Il bambino sente la sensazione di calore e lo associa ad un gesto di affetto del genitore



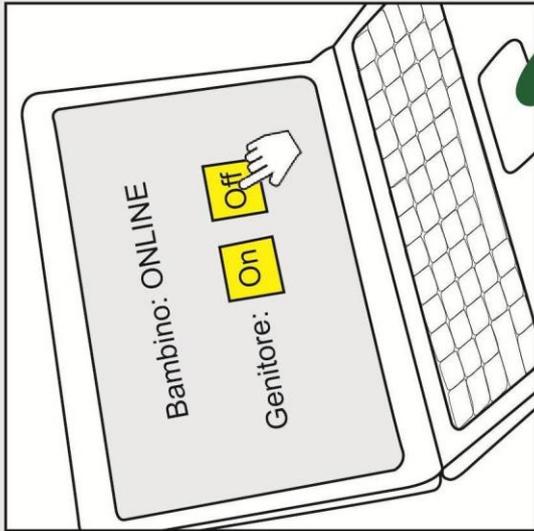
Il bambino decide di rispondere con un "ciao", e scuote la mano nel tipico saluto. Il bracciale riconosce il gesto.



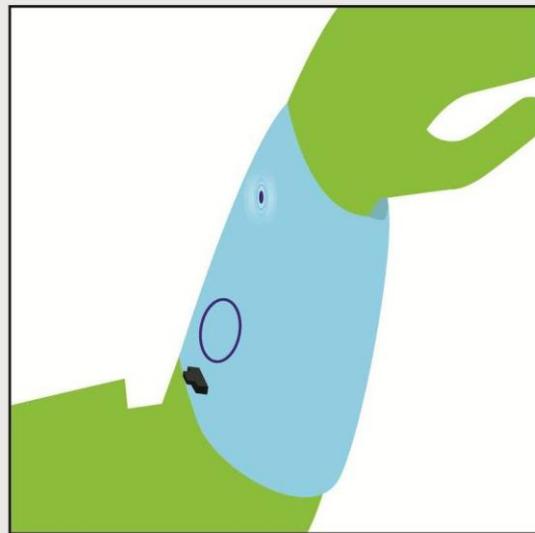
Il genitore riceve il messaggio dal bambino e risponde con un altro gesto.



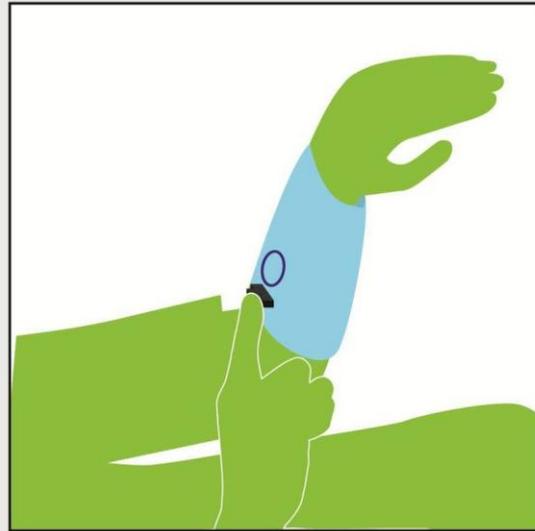
La comunicazione continua a piacere degli utenti, scegliendo tra i 3 gesti che ognuno dei due ha a disposizione



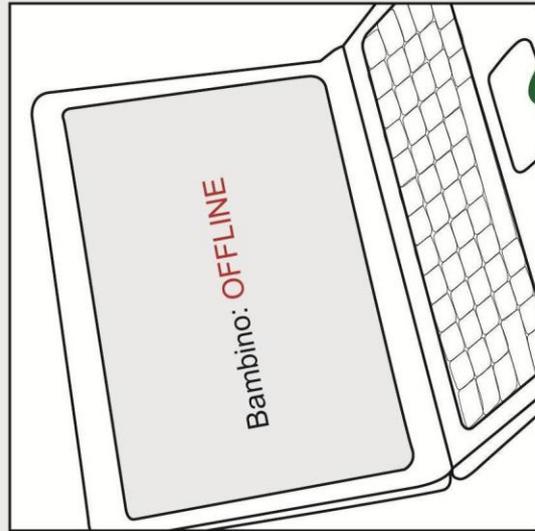
Quando il genitore deve interrompere/terminare la comunicazione preme il tasto "offline", per informare il bambino.



Quando il genitore preme il tasto "offline", nel bracciale il led blu lampeggia per alcuni secondi, segnalando al bambino che la comunicazione si è interrotta.



Viceversa, quando il bambino interrompe la comunicazione, spegnendo il bracciale...



...la pagina web segnala al genitore lo stato offline del bambino.

5.PROGETTAZIONE ESECUTIVA



5. Progettazione Esecutiva

ConTatto è un sistema composto da due oggetti distinti:

- il “soft device”, cioè il bracciale vero e proprio, indossato dal bambino;
- il “modulo web server”, i cui scopi sono quelli di scambiare informazioni con il bracciale e di creare la pagina web che permette l’interazione con il genitore.

Sarà un modulo collegato senza fili al soft device, che sarà posto nella camera del bambino.

Il soft device è composto dal bracciale in tessuto, da due scocche in materiale plastico, e dalle componenti hardware.

Il modulo web server è composto da una scocca in materiale plastico il cui scopo è quello di contenere dei componenti hardware.

Di seguito vedremo com’è organizzata l’architettura del sistema e come sono fatti i componenti principali: il bracciale in stoffa e le varie scocche. Quindi, verranno spiegate le caratteristiche dei componenti hardware, e infine sarà trattata la programmazione software di quest’ultimi.

5.1 Sistema

L’architettura del sistema verrà spiegata tramite uno schema a blocchi che mostra la divisione e la funzione delle parti e dei componenti.

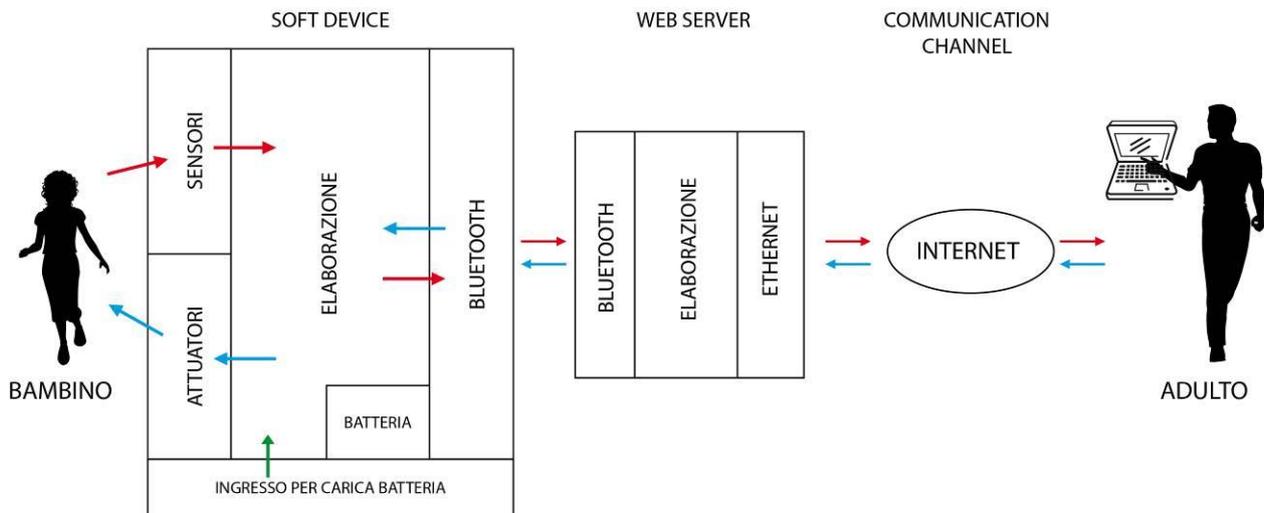


Immagine 5. 1 Schema a blocchi di ConTatto.

Lo schema a blocchi mostra le due parti di ConTatto che, comunicando via bluetooth, fanno sì che i messaggi tra bambino e genitore vengano ricevuti, elaborati e trasmessi.

I componenti visibili nell'immagine, che verranno descritti in dettaglio di seguito, sono:

- Il **Soft Device**, che sarà indossato dal bambino, è un sistema che comprende un bracciale in tessuto, entro il quale trovano alloggio le parti elettroniche, sensori, gli attuatori, la batteria, e il sistema di comunicazione bluetooth.
- Il **Web Server** assolve alla funzione di bridge tra il bracciale e il canale di comunicazione (internet). E' un oggetto alimentato a 220 V, e residente nella stessa stanza in cui è alloggiato il bambino. Comprende un modulo di elaborazione e i sistemi di comunicazione bluetooth e ethernet.
- L'adulto comunica tramite un **pc o uno smartphone**, collegandosi alla pagina web generata dal Web Server.

I moduli di elaborazione vengono forniti con il programma già caricato, tramite un apposito modulo ftdi che verrà fornito con il prodotto, per cui né nel soft device, né nel modulo web server è necessario un ingresso per collegarsi al PC.

5.2 Componenti

5.2.1 Soft Device

Il soft device è composto da un bracciale in tessuto, da due scocche in materiale plastico, infilate all'interno di due tasche presenti nel bracciale in tessuto, e dai componenti hardware contenuti in tali scocche.

Le tasche del tessuto, una volta indossato il bracciale, saranno posizionate una sul dorso del braccio del bambino (sarà chiamata tasca superiore) e una contro il polso e la parte interna del braccio (sarà chiamata tasca inferiore).

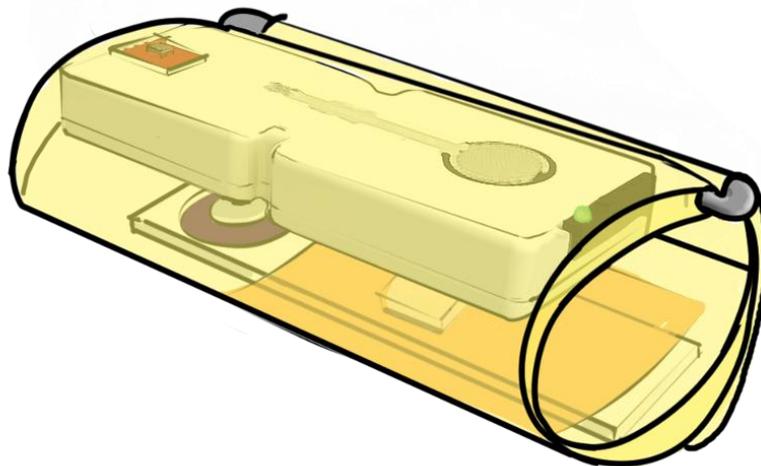


Immagine 5. 2 Schizzo del bracciale.

Nell'immagine si vede il bracciale, e in trasparenza, in corrispondenza delle tasche del bracciale, l'assieme superiore e quella inferiore.



Immagine 5. 3 Bracciale chiuso

Disegno che mostra il bracciale chiuso. In azzurro i componenti interni, posizionati nelle tasche del bracciale

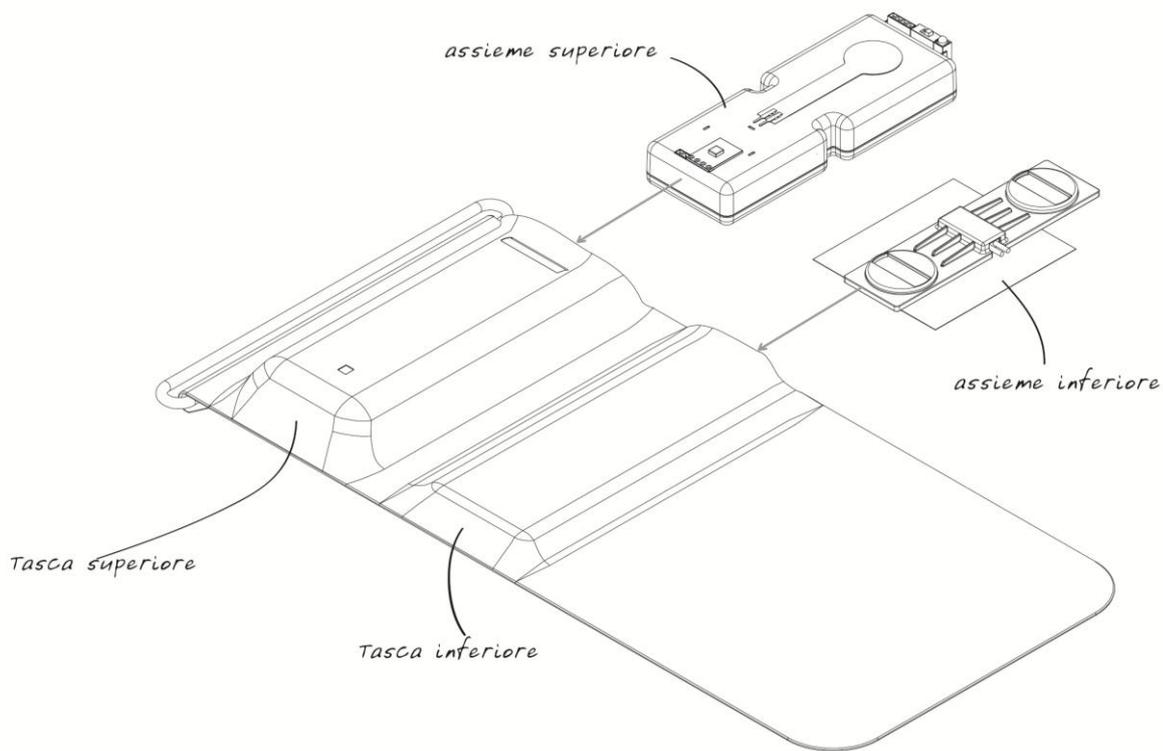


Immagine 5. 4 Bracciale aperto

Disegno che mostra il bracciale disteso. I componenti vanno infilati nelle rispettive tasche come indicato, le tasche vengono poi chiuse tramite strisce di velcro cucite all'interno

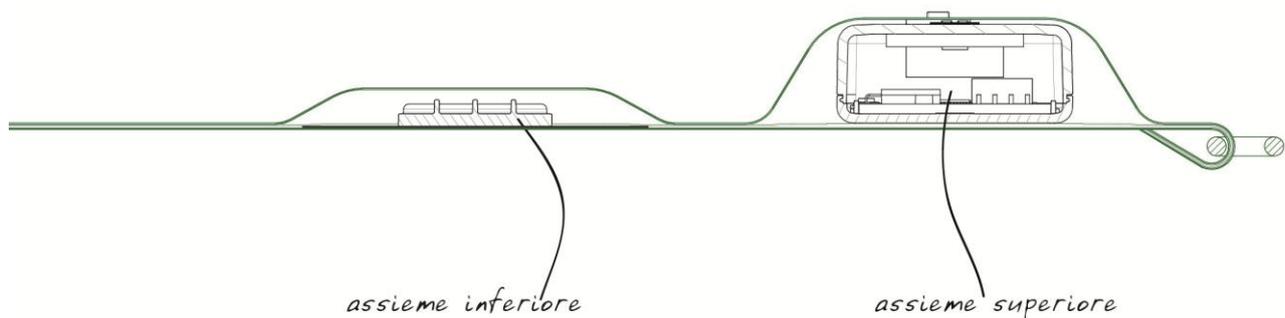


Immagine 5. 5 Sezione della prima parte del bracciale

Sezione da cui si può vedere l'interno del bracciale. Il bracciale è raffigurato in verde, e i componenti inseriti all'interno delle tasche in nero. A destra la tasca superiore, che andrà posizionata contro il dorso del braccio, a sinistra la tasca inferiore, che andrà avvolta nella parte interna del braccio, contro al polso

Bracciale in tessuto

Il bracciale in tessuto è realizzato da una fascia doppia di maglia di cotone.

La fascia presenta delle tasche, in cui si andranno ad inserire le scocche che contengono i componenti hardware.

Le tasche sono progettate in modo da alloggiare i componenti, mantenendoli perfettamente in posizione.

Ad un'estremità è presente un anello in acciaio inossidabile, e sulla parte superiore del bracciale, all'estremità opposta all'anello in acciaio, sono presenti delle strisce di velcro, che serviranno per la regolazione del bracciale attorno al polso dell'utente.

La parte superiore della fascia di tessuto, nel punto corrispondente alla prima tasca, presenta un foro, da cui spoggerà l'interruttore, il led che segnala l'accensione del bracciale, e un connettore per il caricamento della batteria.

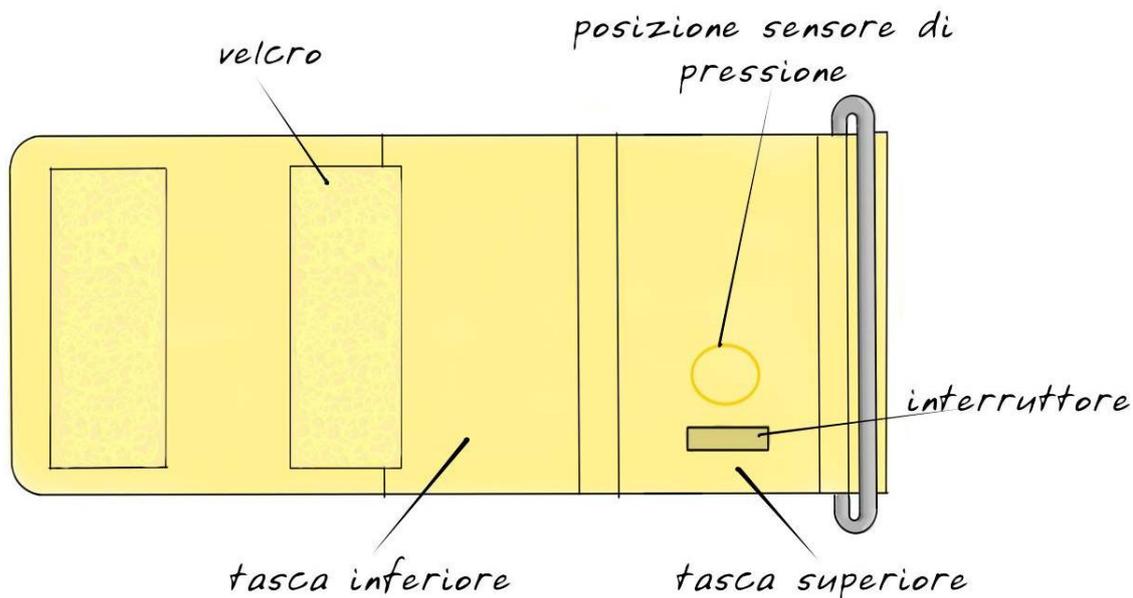


Immagine 5. 6 Schizzo bracciale in stoffa.

Lo schizzo mostra la fascia di cui si compone il bracciale. Si possono vedere gli spazi designati per le tasche superiori e inferiori, il velcro per chiudere il bracciale, il foro per far passare l'interruttore e il segno che indica la posizione del sensore di pressione.

Le tasche sono chiuse tra loro tramite delle fasce di velcro.

L'apertura risulta difficile per un bambino (che potrebbe, per errore, danneggiare i componenti se vi avesse accesso); permette, invece, ad un adulto di estrarre i componenti, qualora fosse necessario lavare o igienizzare il bracciale in tessuto.



Immagine 5. 7 Fotografia di un particolare del prototipo.

In questa foto si può vedere la chiusura in velcro delle tasche del bracciale, che servono a bloccare i componenti in posizione

Per indossare il bracciale bisogna avvolgerlo intorno al braccio e far passare la parte finale della striscia di stoffa dentro l'anello di acciaio, ripiegandola poi indietro, e facendo sovrapporre le strisce di velcro all'altezza desiderata, per adattare il diametro del bracciale al braccio dell'utente.

Le misure del bracciale sono state progettate tenendo conto del diametro del polso e della misura dell'avambraccio dei bambini della fascia di età prevista, dal 5° percentile di un bambino di 5 anni, al 95° percentile di un bambino di 10 anni, facendo riferimento a "*Anthropometry of Infants, Children and Youths to Age 18 for Product Safety Design*" (Snyder, 1977).

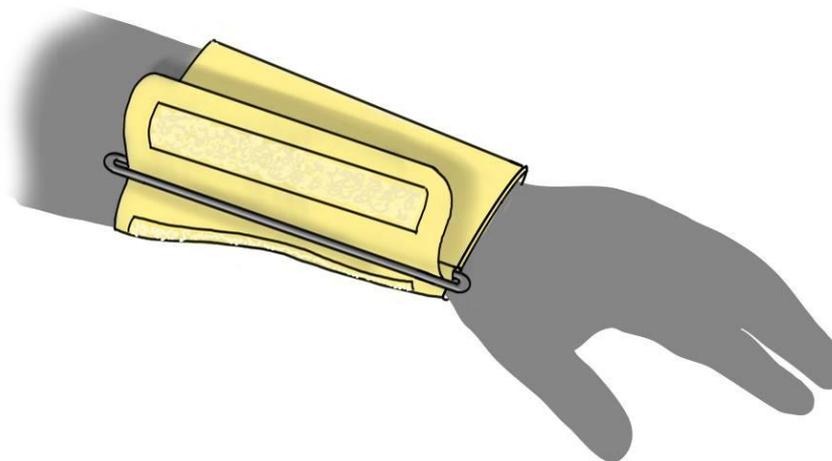


Immagine 5. 8 Come si indossa il bracciale

Per indossare il bracciale lo si avvolge intorno al polso, posizionando la parte chiamata "tasca superiore" contro il dorso del braccio. Si fa passare la parte finale della fascia di tessuto nell'anello di acciaio, ripiegandola poi all'indietro e bloccando una volta raggiunta la misura desiderata, sovrapponendo le strisce di velcro.



Immagine 5.9 Operazioni per la preparazione del bracciale.

In questa sequenza di foto il bracciale viene indossato. Una volta pronto viene acceso, e si può iniziare la comunicazione.

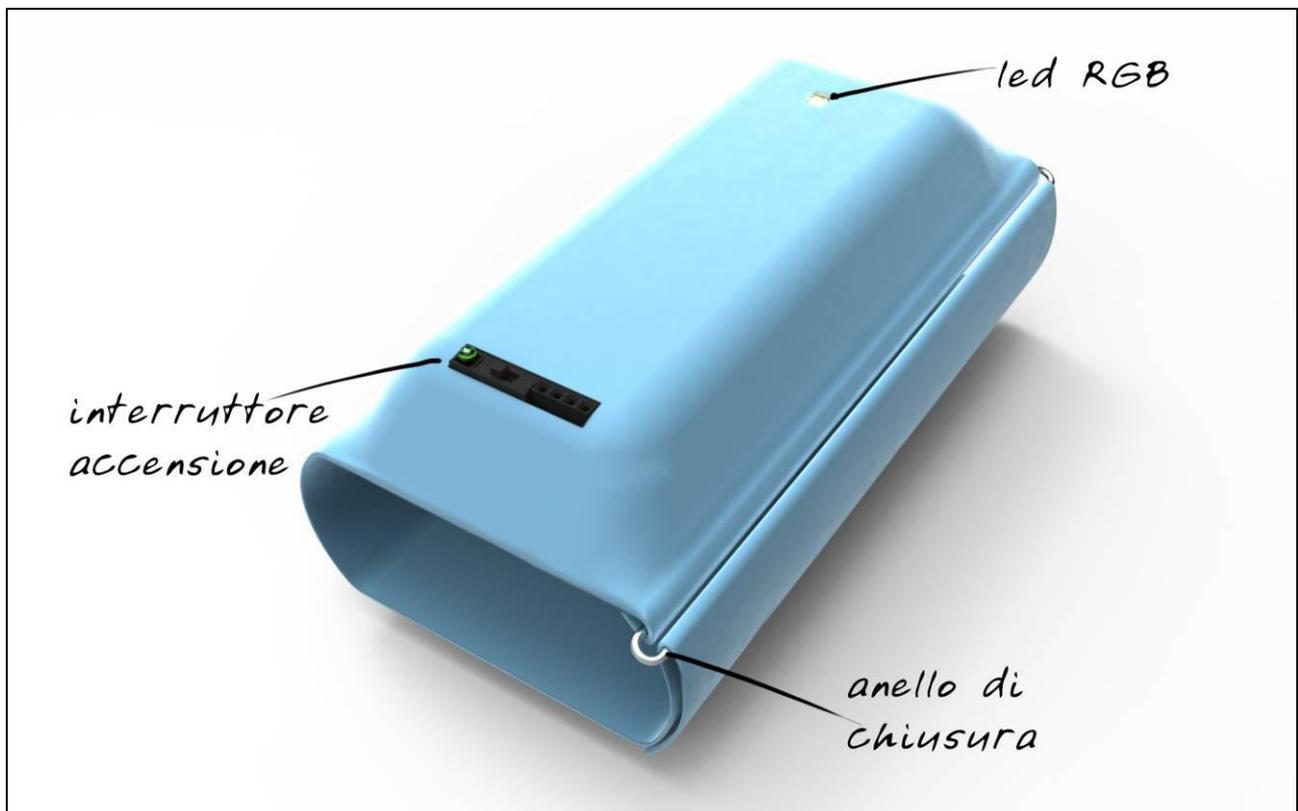


Immagine 5.10 Render del bracciale chiuso

Scocche

Sono presenti una scocca da inserire nella tasca superiore del bracciale, che contiene l'unità di elaborazione e i sensori, e una scocca da inserire nella tasca inferiore del bracciale, che funge da supporto agli attuatori e al sensore di temperatura.

Tutte le scocche sono prodotte per stampaggio ad iniezione, in polipropilene (vedi sezione 5.2.3 Materiali).

La **scocca da inserire nella parte superiore** del bracciale è un guscio che contiene:

- la scheda di elaborazione Arduino;
- la breadboard ;
- l'accelerometro;
- il modem bluetooth;
- la batteria.

E presenta al suo esterno:

- il blocco interruttore;
- il sensore di pressione;
- il led RGB.



Immagine 5. 11 Esploso dell'assieme superiore

I componenti vengono incastrati in appositi alloggiamenti nella scocca, e i fili elettrici di collegamento con i componenti che andranno posizionati nella scocca inferiore passano da un foro a lato del guscio superiore.

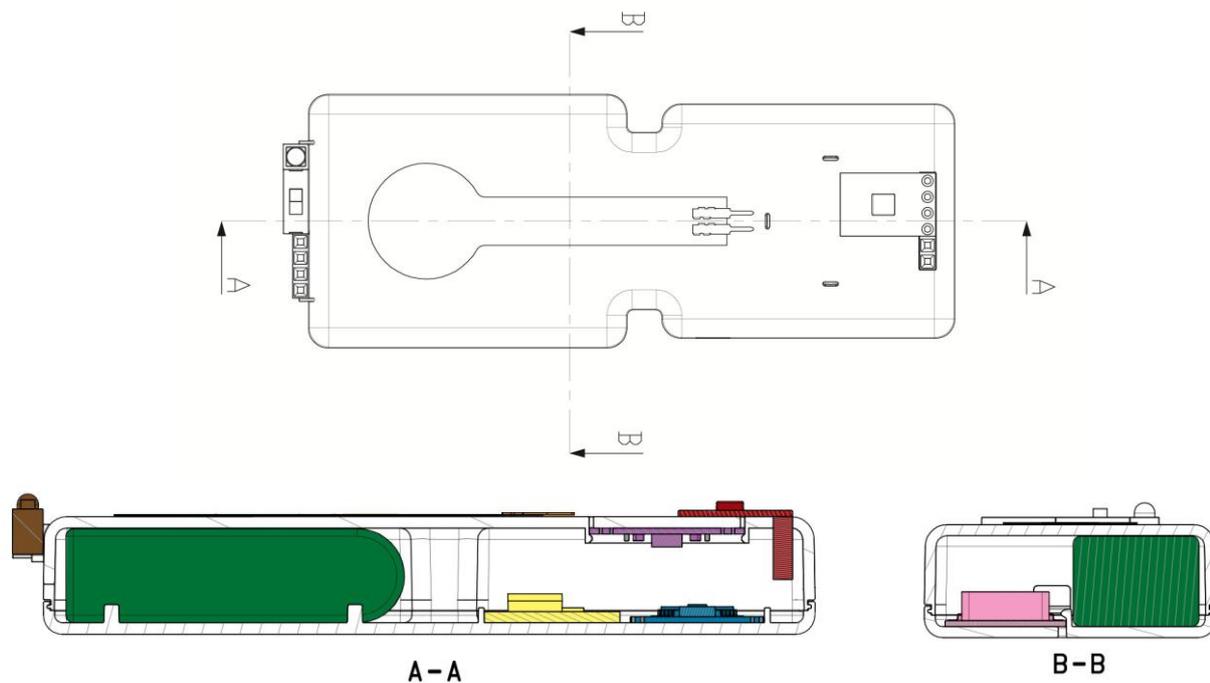


Immagine 5. 12 Sezioni dell'assieme superiore

Dall'immagine 5.12, si possono osservare come vengono disposti i componenti (che saranno descritti in dettaglio nella prossima sezione).

In verde la batteria, che coincide perfettamente con le misure della scocca, e non necessita di incastri; il suo slittamento longitudinale è prevenuto dalla rientranza presentata dalla scocca, e longitudinalmente è bloccato dagli snapfit del bluetooth.

Il bluetooth, in rosa, è mantenuto in posizione da snapfit, come l'accelerometro (in viola). In rosso il led RGB, che si appoggia alla superficie del guscio superiore e viene mantenuto fermo tramite un incastro nell'apposito connettore (sempre in rosso), che è incollato alla scocca, e fuoriesce tramite un'apertura nella parte superiore del guscio.

In giallo la breadboard e in blu la scheda di elaborazione, che sono tenute ferme da appositi punti d'incastro. Sono posizionate in un unico alloggiamento, perché sono mantenute solidali tra loro dalle connessioni elettriche.

In marrone il blocco dell'interruttore, incastrato e incollato in appositi supporti al di fuori della scocca. Lo spazio che in sezione risulta vuoto è in realtà occupato dai fili elettrici di collegamento tra i vari componenti.



Immagine 5. 13 Snapfit tra le scocche

Le scocche si chiudono tra loro tramite uno snapfit che corre lungo i bordi delle due parti.

Non è stato possibile chiudere le scocche con viti, perché gli spazi sono molto ristretti. L'inserimento delle viti avrebbe causato un aumento delle dimensioni della scocca, rendendola troppo ingombrante da inserire in un bracciale che, essendo indossato da un bambino, deve essere di dimensioni il più possibile ridotte.

L'assieme è comunque alloggiato nella tasca in tessuto del bracciale, che fornisce un'ulteriore protezione rispetto ad un'apertura per un urto accidentale: il tessuto avvolge il guscio in polipropilene e mantiene le due scocche premute tra loro.

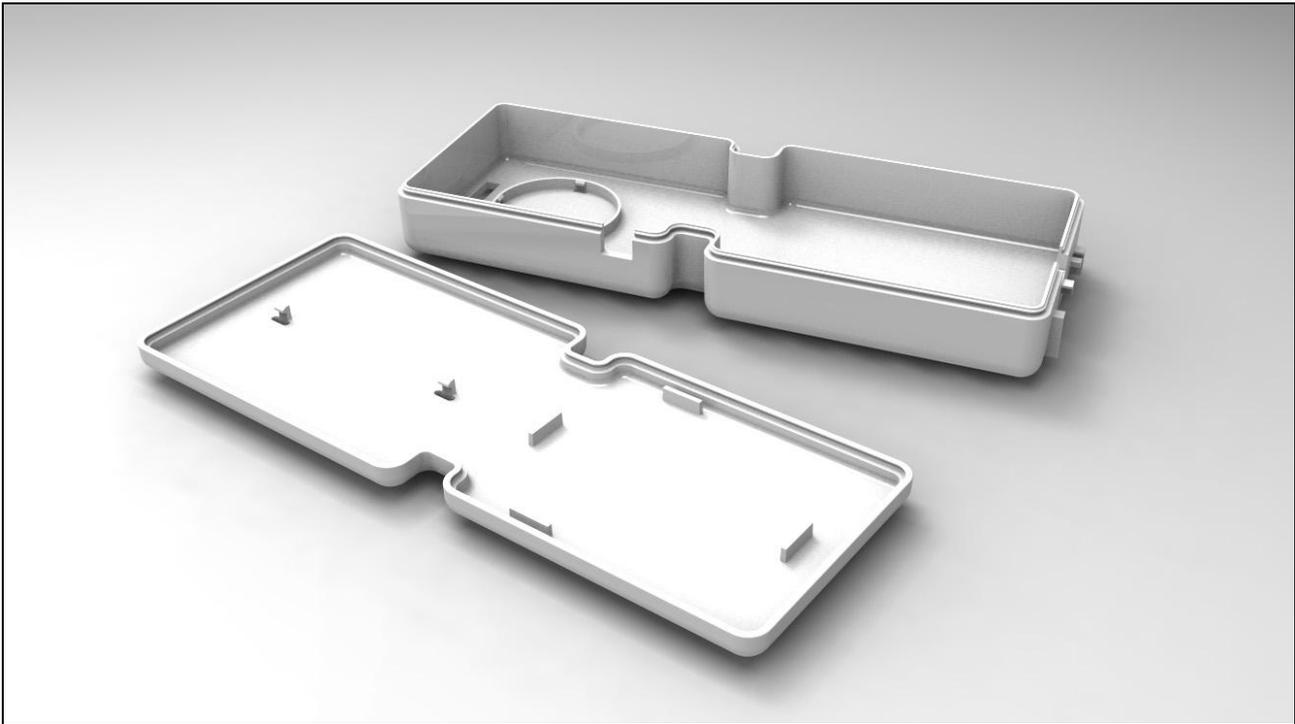


Immagine 5. 14 Immagine delle scocche superiori vuote.

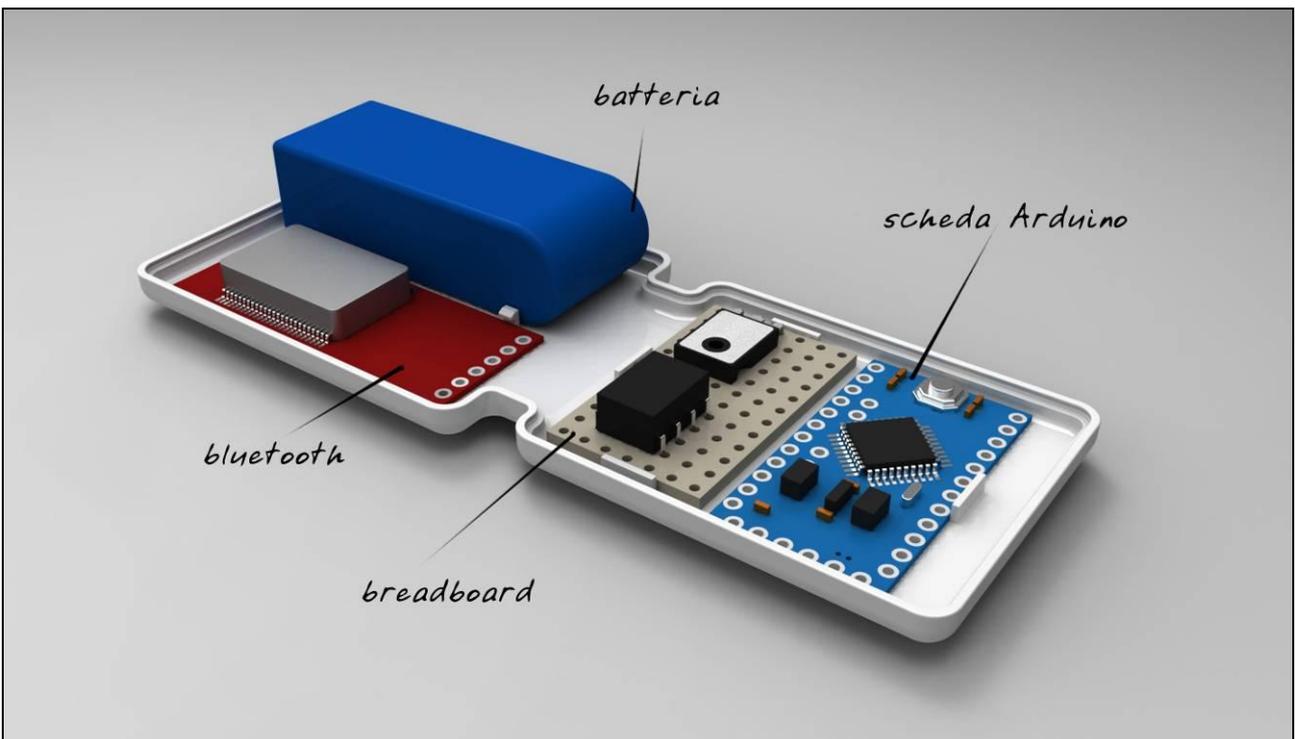


Immagine 5. 15 Scocca superiore aperta 1.

Da questa immagine si possono vedere i componenti hardware e la batteria (che andremo a trattare più approfonditamente nella prossima sezione) collocati nella parte inferiore del guscio.

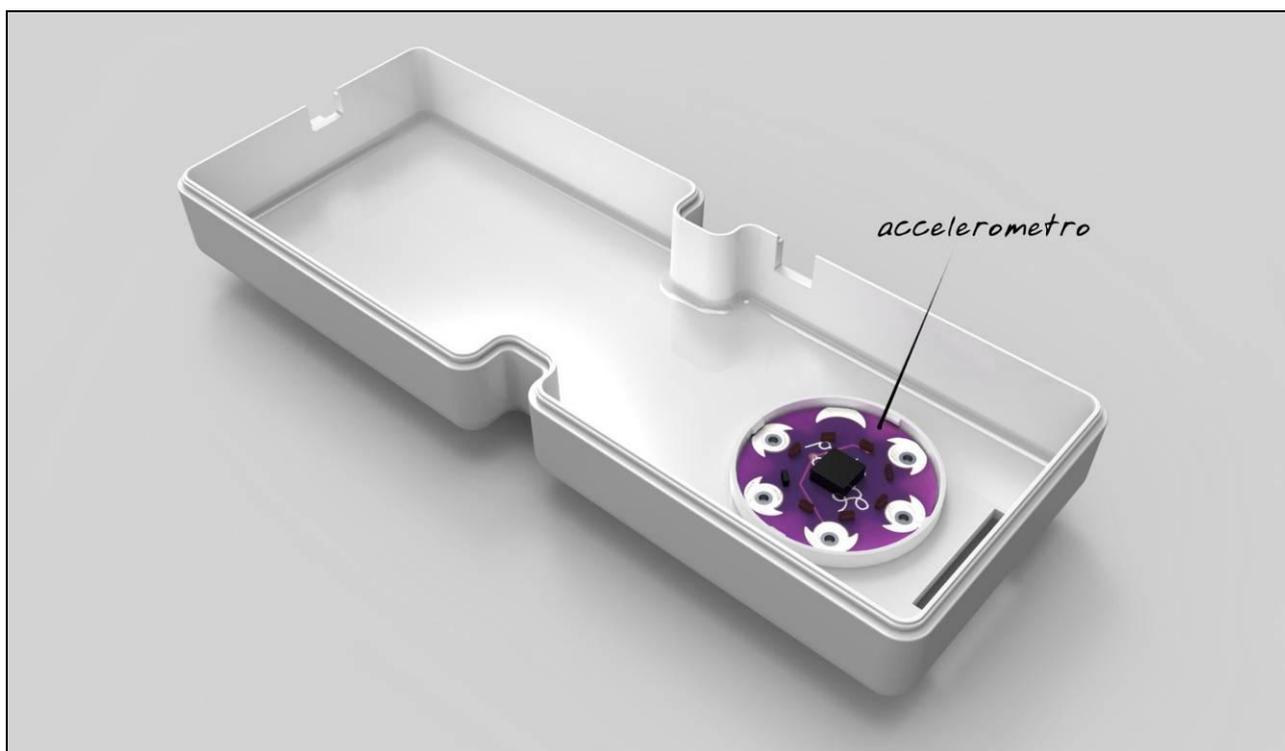


Immagine 5. 16 Scocca superiore aperta 2

In quest'immagine si può vedere la parte superiore del guscio, in cui sarà collocato l'accelerometro.

La superficie superiore è liscia, in quanto ad essa è incollato (tramite il suo strato adesivo) il sensore di pressione, che deve essere posto su una superficie che consenta lo scorrimento della mano del bambino quando compie il gesto della carezza.

Il Led RGB e il sensore di pressione sono connessi alla scheda Arduino e alla breadboard tramite un connettore apposito, incollato contro la parete della scocca. Esso è accessibile tramite un foro nella parte superiore del guscio, e fa da ponte per la connessione tra i due dispositivi e la breadboard.

Il Led RGB si incastra direttamente nel connettore, appoggiandosi alla parte superiore della scocca.

Il sensore di pressione, invece, è connesso ai rimanenti due pin del connettore, tramite fili elettrici.

L'interruttore è incastrato e incollato nell'apposito alloggiamento, e i fili necessari alla sua connessione passano da un foro presente nel guscio superiore.

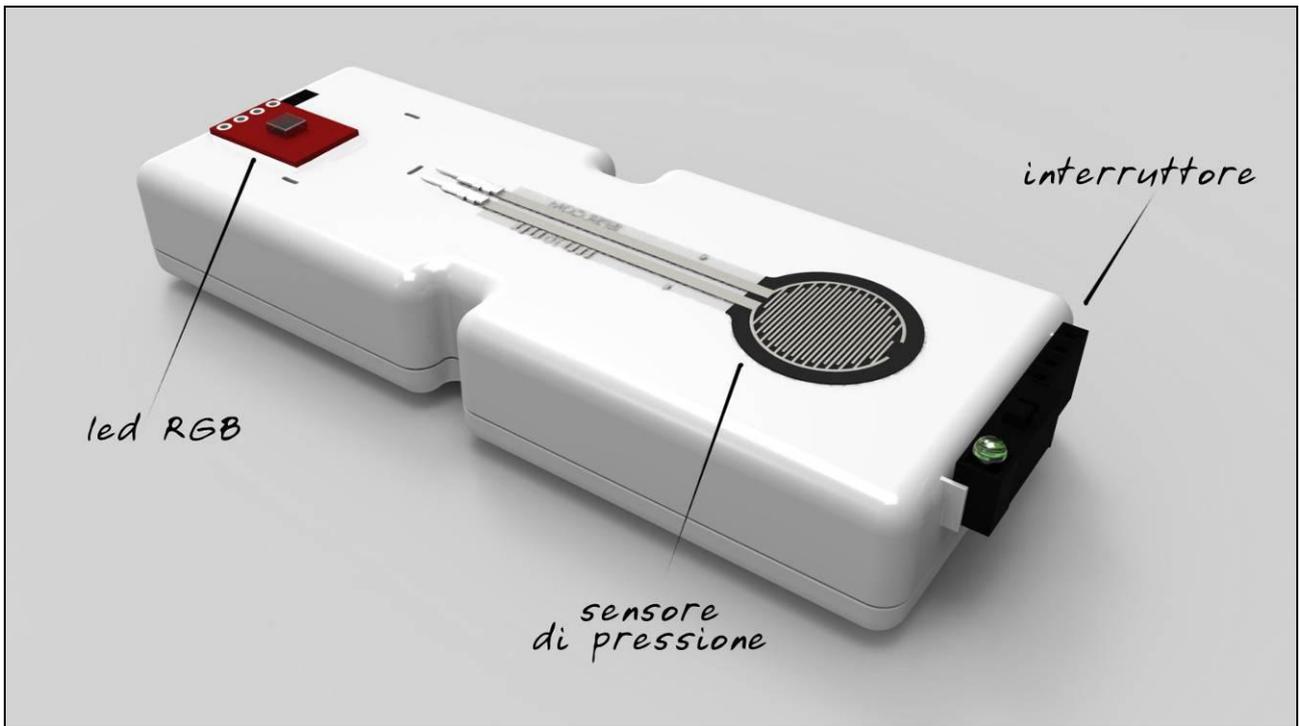


Immagine 5.17 Scocca superiore chiusa.

In questa immagine si possono vedere i componenti collocati all'esterno del guscio.

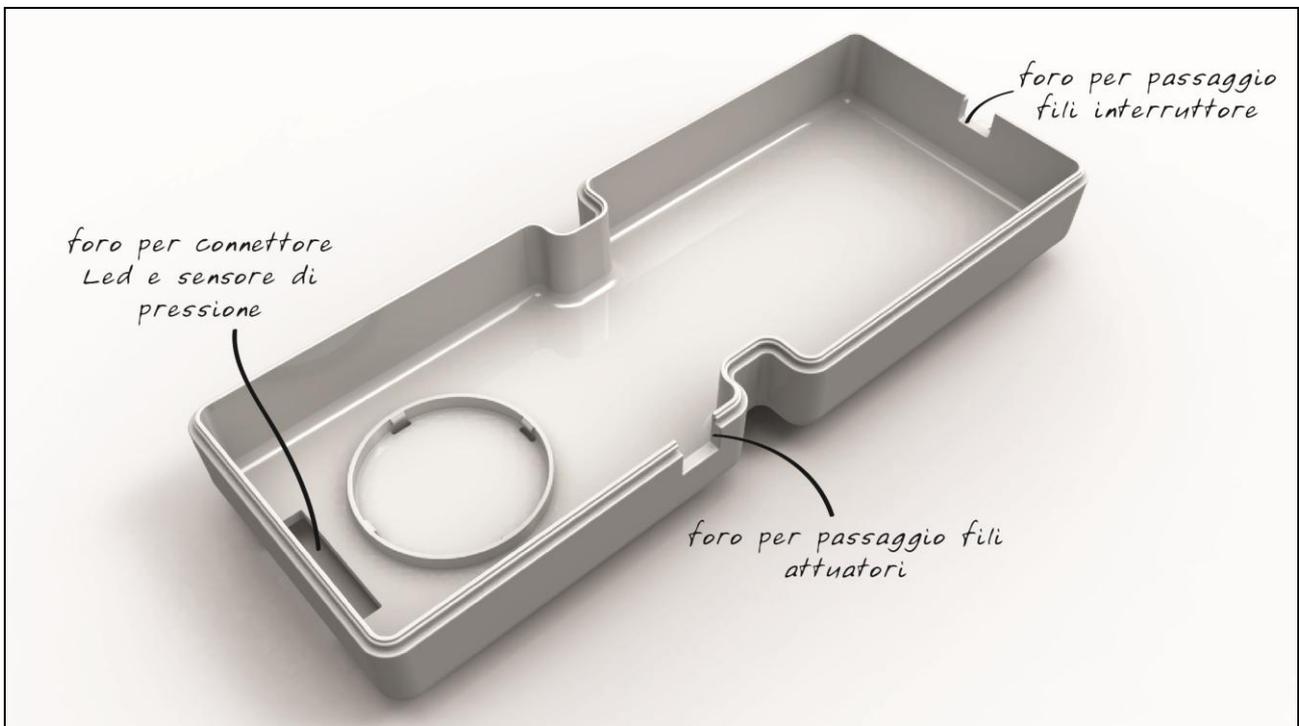


Immagine 5.18 Aperture per la connessione dei componenti

Punti in cui si trovano le aperture per il passaggio di fili elettrici o connettori all'esterno della scocca.

Le dimensioni della scocca sono di: 100 x 40 x 16 mm (104 x 40 x 16 mm, comprendendo il blocco interruttore).

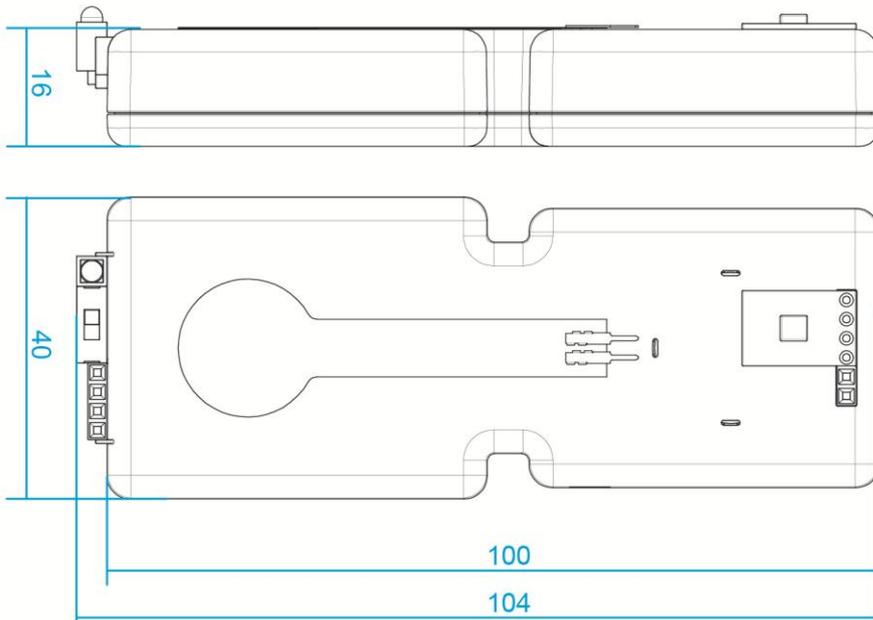


Immagine 5. 19 Viste dell'assieme superiore

La **scocca da inserire nella parte inferiore del bracciale** serve a sostenere il motorino per vibrazione e il sistema della resistenza di riscaldamento, facendo in modo che tutti i componenti siano allineati in altezza e che gli elementi che servono a controllare la resistenza siano perfettamente a contatto con essa.

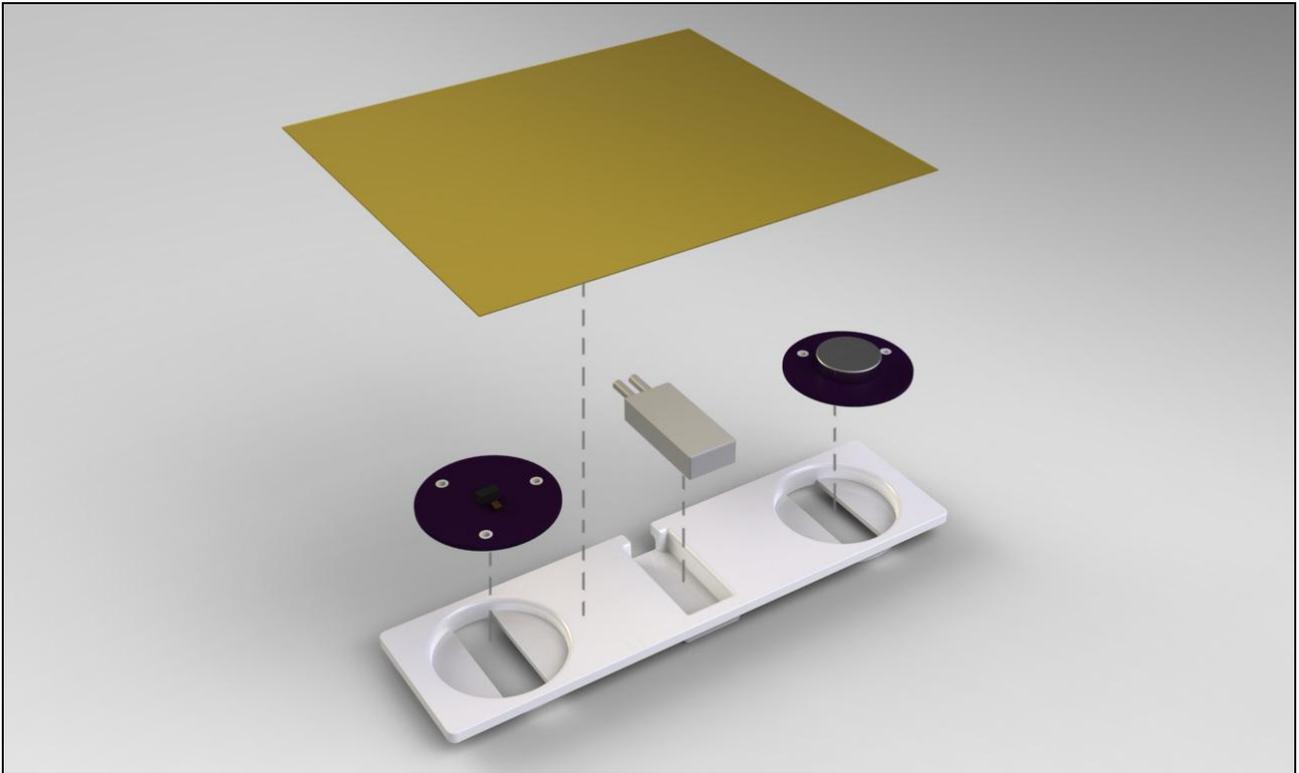


Immagine 5. 20 Esploso dell'assieme inferiore

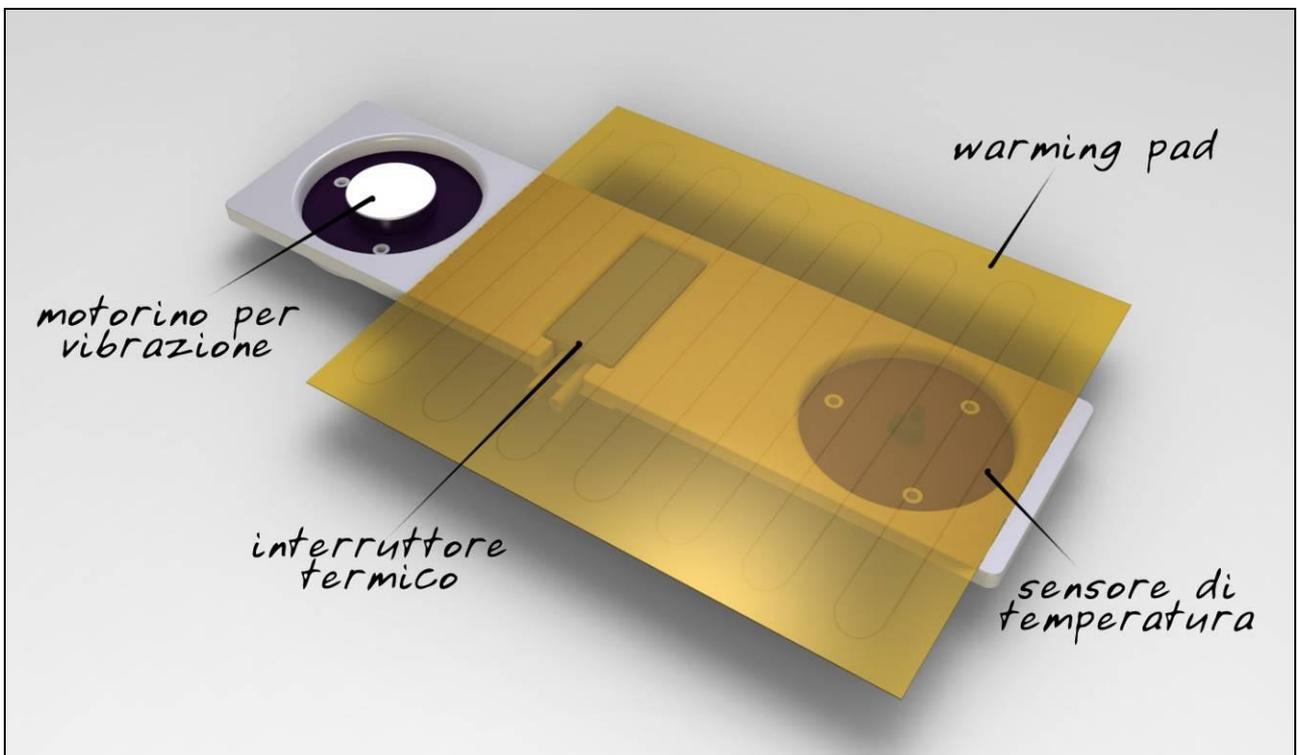


Immagine 5. 21 Scocca inferiore

Immagine che presenta la scocca inferiore con i componenti hardware, che verranno spiegati in dettaglio nella seguente sezione. La faccia della scocca visibile in figura è quella che andrà posizionata a contatto con il polso del bambino. Guardando il bracciale aperto, questa scocca viene posizionata girata a faccia in giù, in modo che una volta avvolto il bracciale al polso del bambino risulti verso l'alto.

La scocca presenta tre alloggiamenti che permettono l'incastro del motorino per vibrazione, dell'interruttore termico e del sensore di temperatura.

L'heating pad (il supporto contenente la resistenza di riscaldamento) è incollato alla scocca, in corrispondenza del sensore di temperatura e dell'interruttore termico.

Si è scelto l'incollaggio per non creare sporgenze nella scocca che andassero a premere contro il braccio del bambino. Inoltre, incollando il pad solo nella parte centrale, corrispondente alla superficie della scocca, gli si permette di piegarsi e adattarsi, quando il bracciale viene avvolto attorno al braccio del bambino.

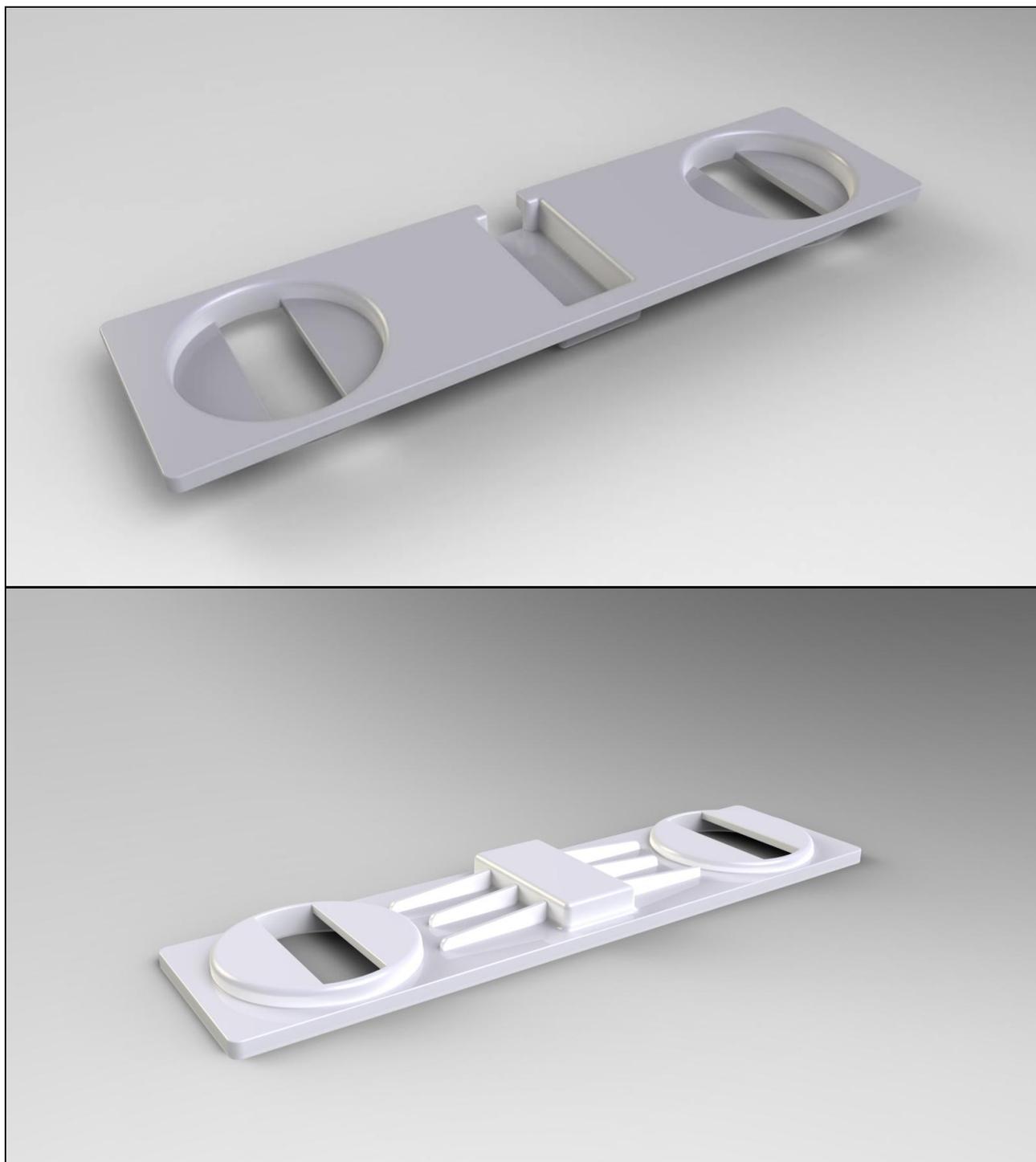


Immagine 5. 22 Scocca inferiore

Rappresentazione della scocca sopra e sotto. si possono vedere gli alloggiamenti per i tre componenti hardware e, sul retro delle nervature posizionate al centro del componente

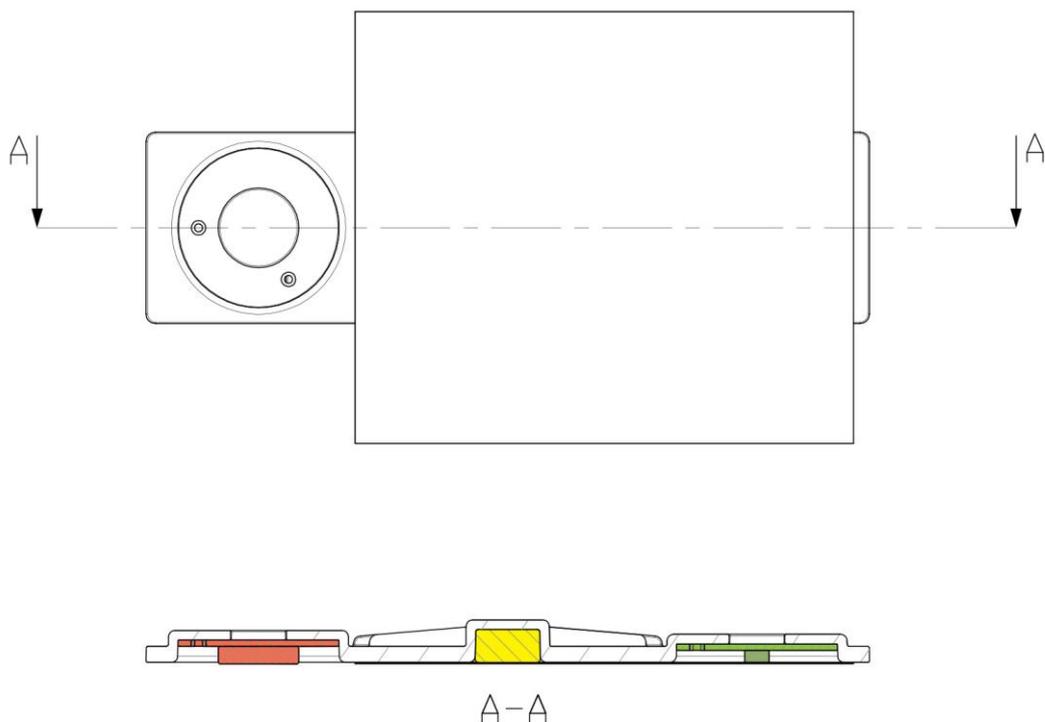


Immagine 5. 23 Sezione assieme inferiore

Nell'immagine 5.23 si può osservare una sezione dell'assieme inferiore. In arancione il motorino per vibrazione, in giallo l'interruttore termico, e in verde il sensore di temperatura.

L'ingombro della scocca dell'assieme inferiore è di 90 x 24 x 5.5mm.

Il pad che include la resistenza di riscaldamento porta l'ingombro laterale a 54 mm ma, siccome è molto flessibile, si adatta alla forma del bracciale.

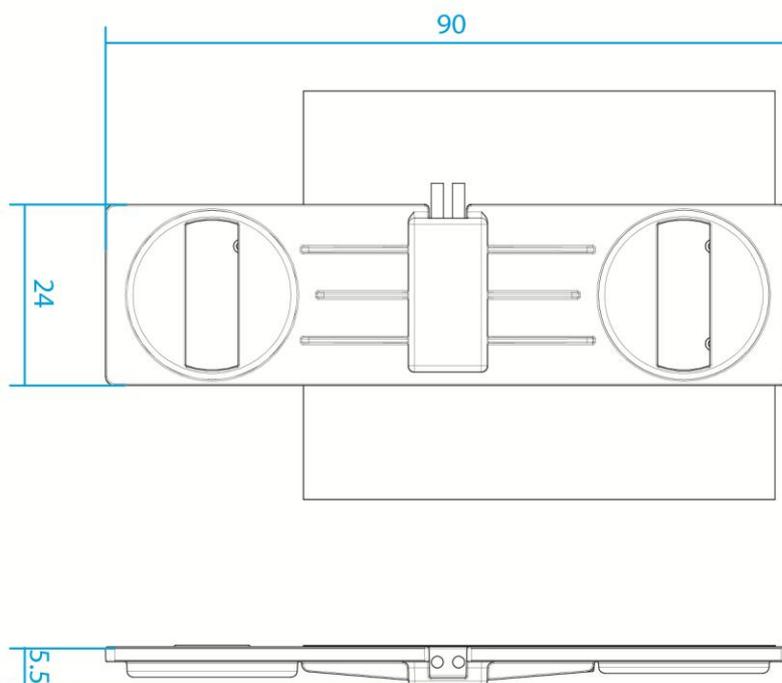


Immagine 5. 24 Viste dell'assieme inferiore

5.2.2 Web Server

Sono state considerate diverse soluzioni per realizzare il dispositivo che permetta di scambiare informazioni con il soft device e instaurare una comunicazione con il genitore.

Le possibilità prese in considerazione sono state:

1. utilizzo di un pc portatile, che si connettesse al bracciale tramite bluetooth, e sfruttasse una connessione wireless per collegarsi ad internet
2. utilizzo di uno smartphone, che, seguendo le stesse modalità del pc portatile, fungesse da tramite tra il bambino e il genitore.
3. utilizzo di una scheda di elaborazione con modulo bluetooth e scheda wi-fi.
4. utilizzo di una scheda di elaborazione con modulo bluetooth e scheda ethernet.

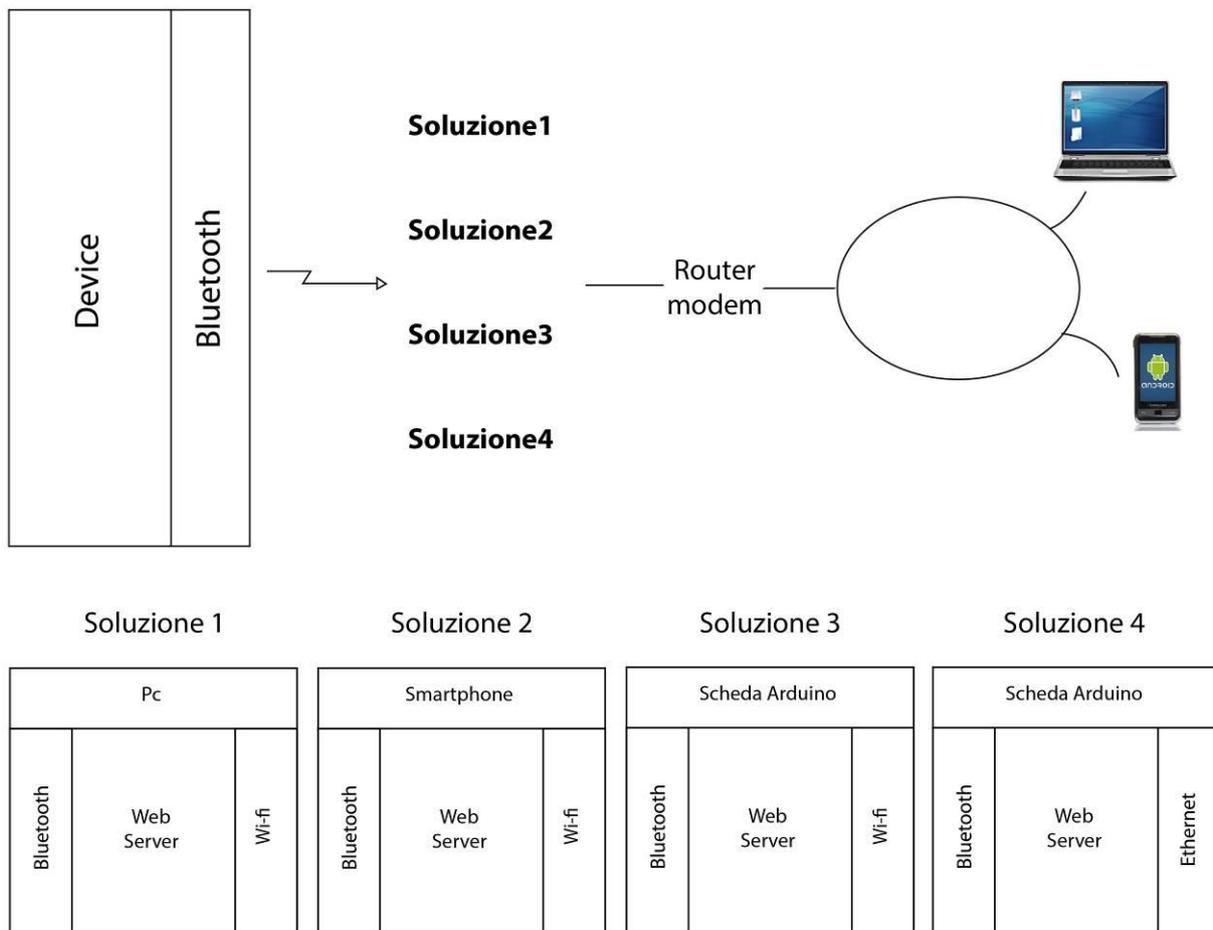


Immagine 5. 25 Soluzioni ipotizzate per il collegamento col genitore

E' stata scelta la quarta soluzione, perché le prime due necessitavano di una disponibilità, non verificata, da parte dell'utente, di un pc portatile o un telefono smartphone, mentre la terza soluzione superava, come costo dei componenti, la quarta.

L'elemento che funge da web server è una scocca che contiene:

- un'unità di elaborazione,
- un modem bluetooth per la connessione con il braccialetto.

Questo componente rimarrà sempre fisso, nella camera del bambino. Sarà alimentato tramite 220 V e collegato ad una porta ethernet tramite cavo Ethernet RJ45.

Se non fosse disponibile una porta ethernet nelle vicinanze del bambino sarà necessario utilizzare un Lan-Extender.

Il web server va configurato nella rete internet che si desidera utilizzare.

Le operazioni da eseguire per inizializzare il server sono:

1. Assegnazione di un indirizzo fisico e un "port number" (90) alla scheda di elaborazione che fa da Web Server. Si effettua un "port forwarding" sul router.
2. Creazione di un dominio statico (es. tramite il sito dyn.com - quello utilizzato per i test è stato: montefiori.dnsalias.net).

L'accesso al Web Server avviene utilizzando l'alias e il port number 90 (es. montefiori.dnsalias.net:90)

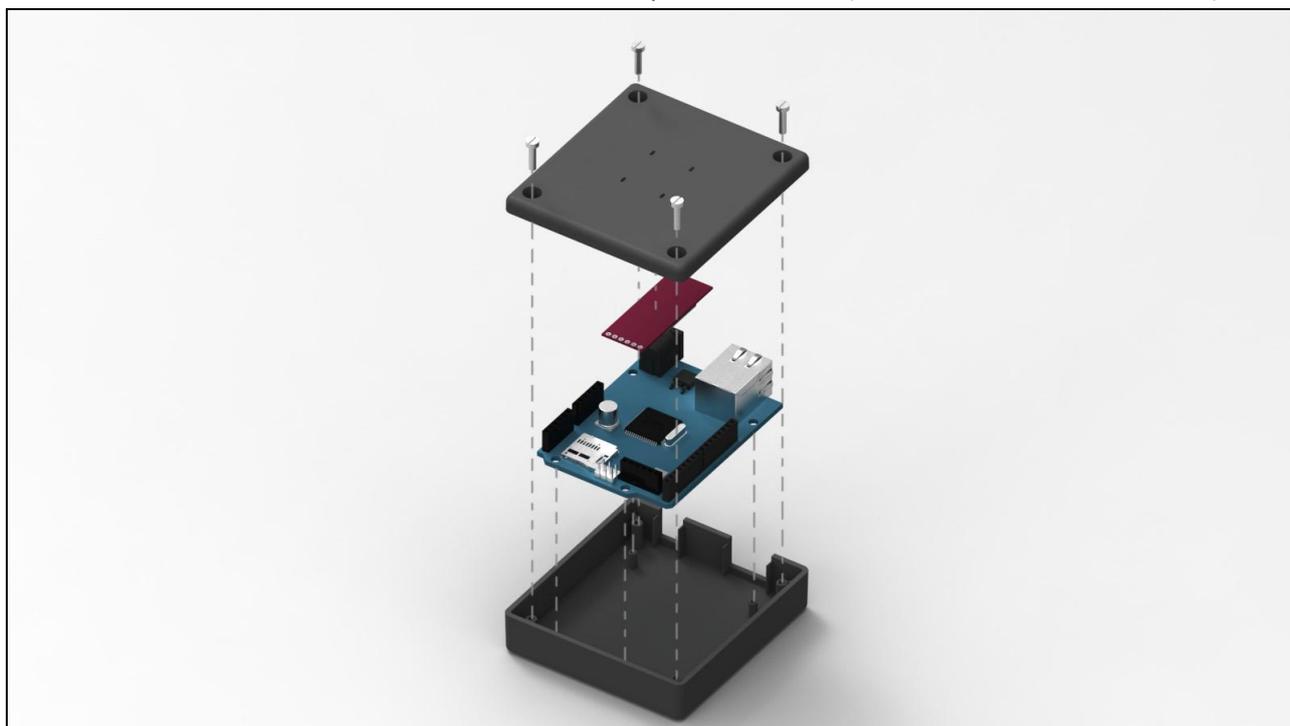


Immagine 5. 26 Esploso del modulo Web Server

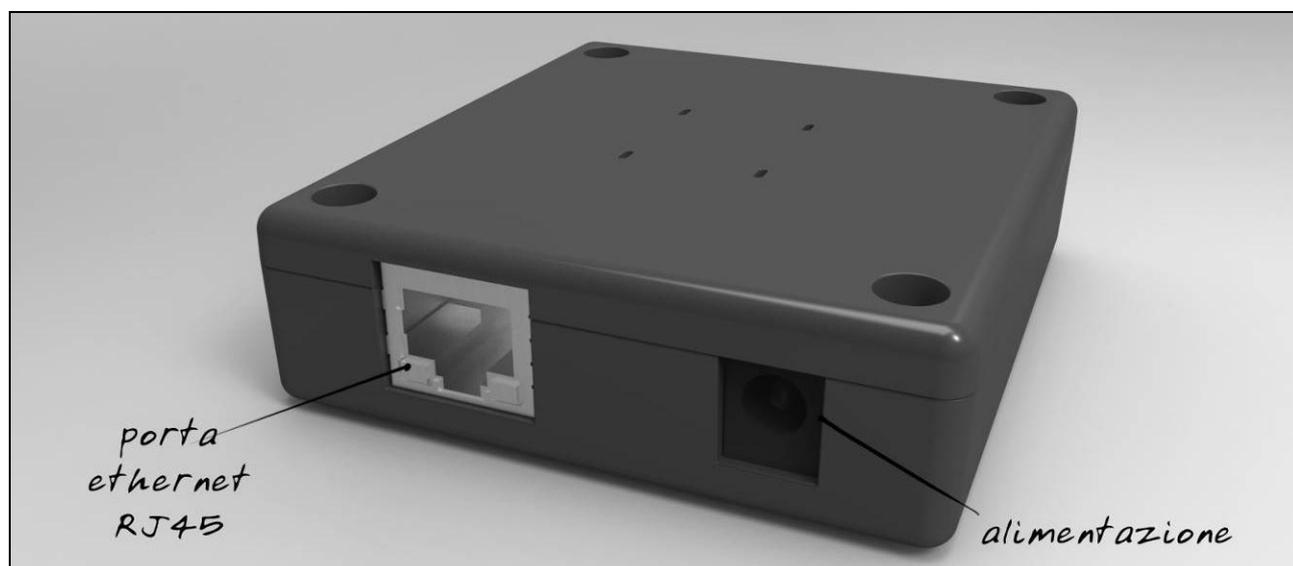


Immagine 5. 27 Unità web server

La scheda di elaborazione è incastrata in poppette della scocca, che utilizzano fori appositamente progettati per il fissaggio della scheda.

Il modulo bluetooth viene incastrato, tramite degli snapfit, alla parte superiore della scocca.

Le due parti della scocca sono unite tramite 4 viti.

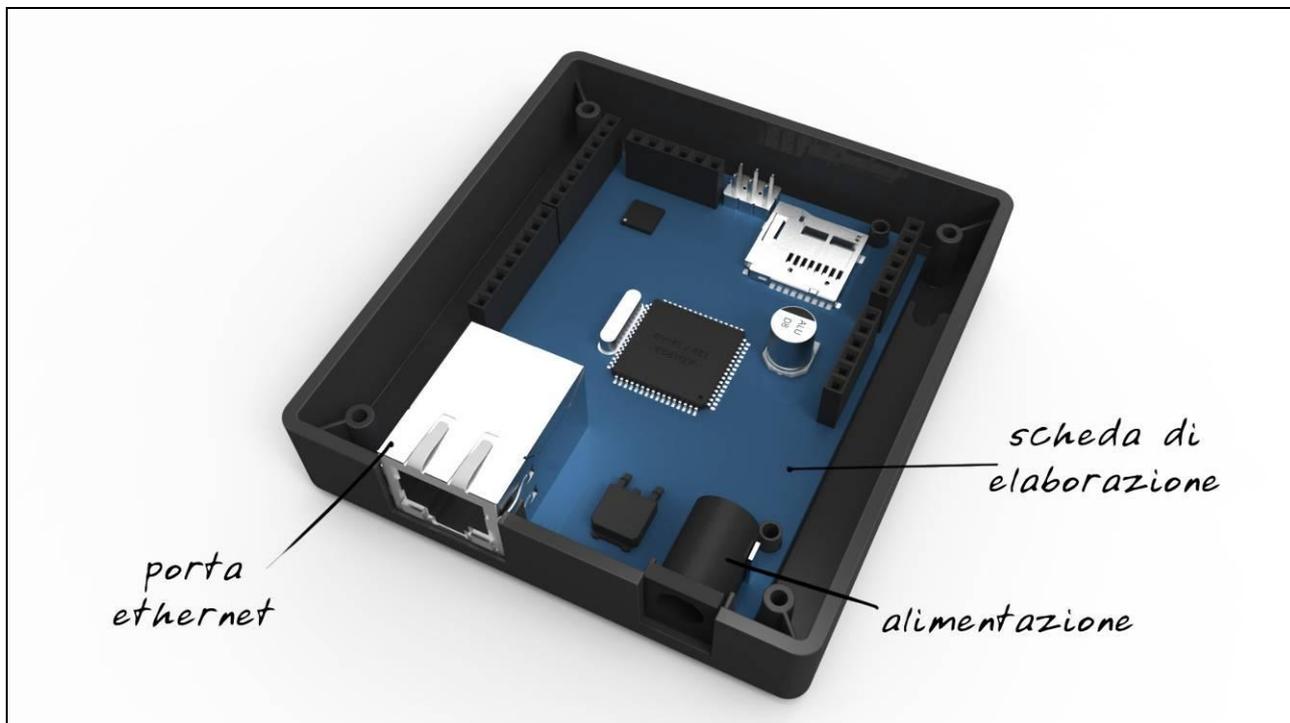


Immagine 5. 28 Guscio inferiore del modulo web server.

Immagine della scocca aperta, con i relativi componenti

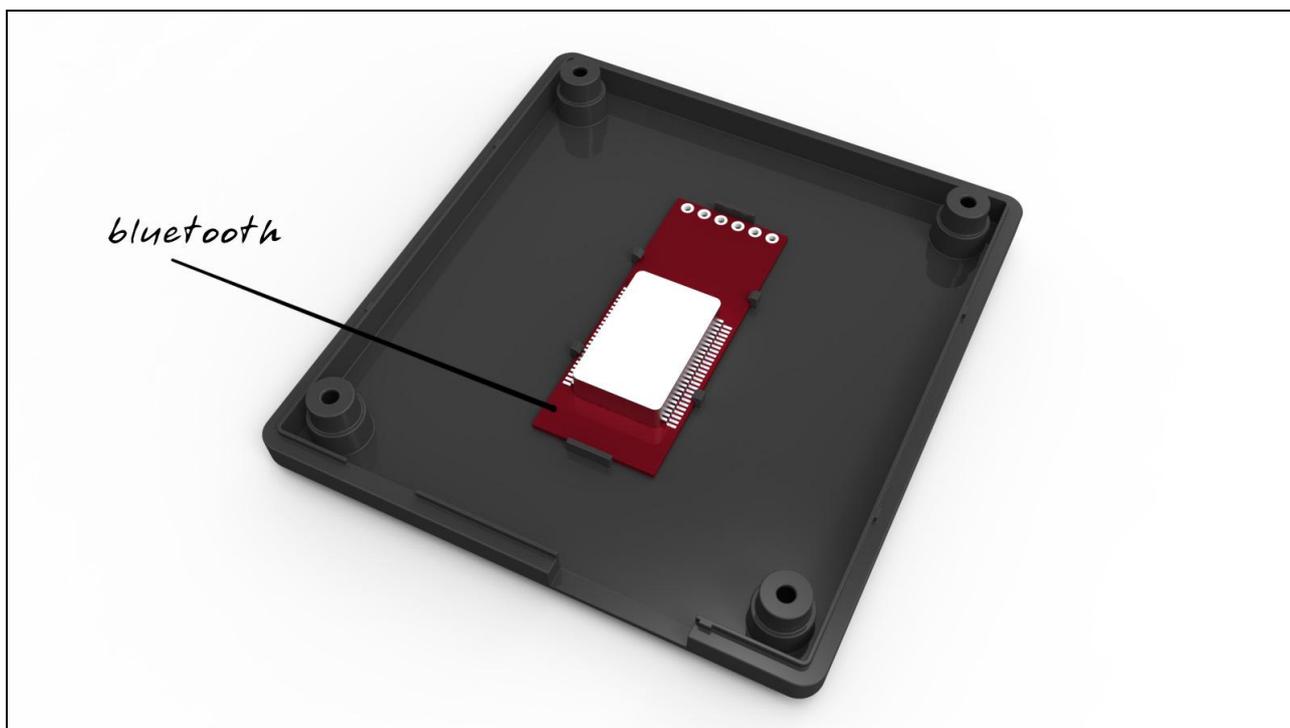
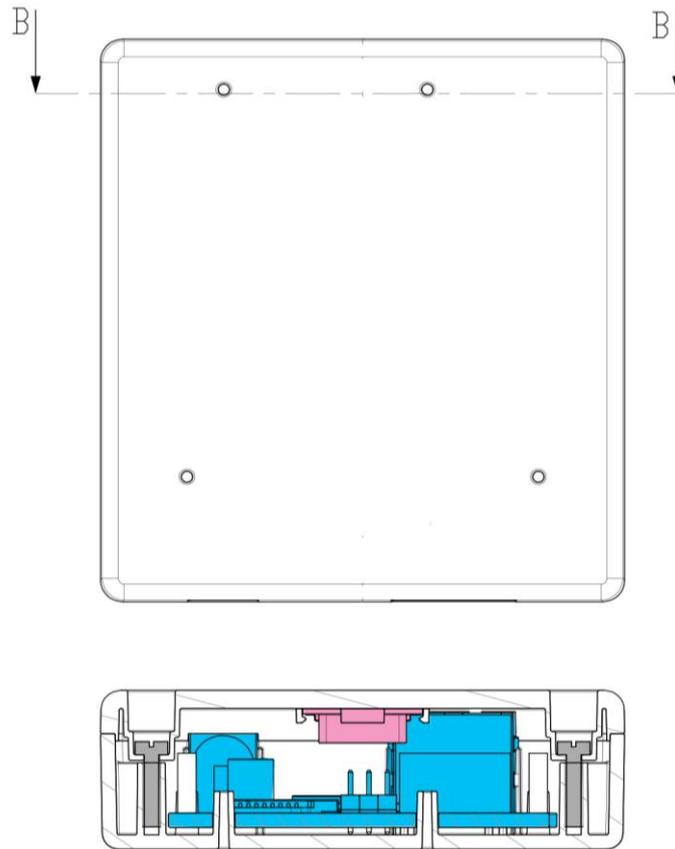


Immagine 5. 29 Guscio superiore del modulo web server.

Immagine della scocca aperta, con i relativi componenti



B-B

Immagine 5. 30 Sezione del modulo ethernet

Nell'immagine 5.30 si può osservare una sezione dell'assieme del modulo ethernet.

In azzurro la scheda di elaborazione, mantenuta in posizione da 4 poppette, che si incastrano nei 4 fori presenti nella scheda. In rosa il modem bluetooth, mantenuto in posizione tramite snapfit.

La scocca è stampata ad iniezione, in polipropilene, ed è progettata in modo che il bambino non possa raggiungere l'unità di elaborazione, ma che le uscite per l'alimentazione e per la connessione ethernet siano facilmente accessibili, tramite due aperture nel guscio inferiore

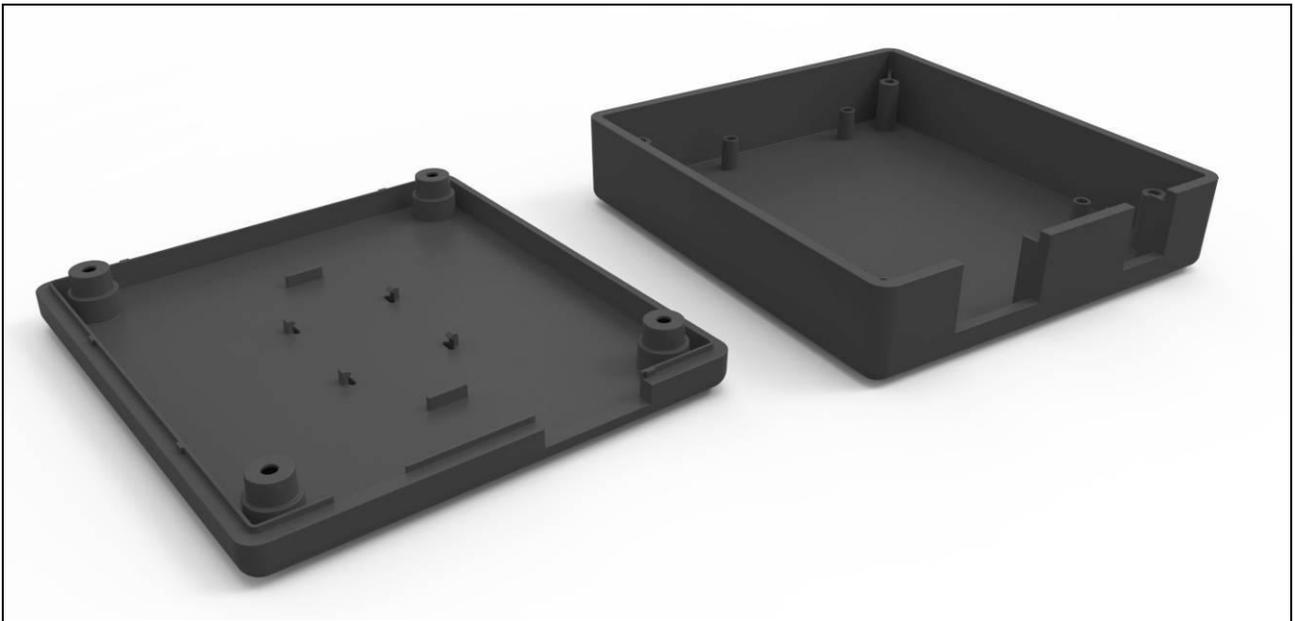


Immagine 5. 31 Scocche del modulo Web server

L'ingombro è di: 78 x 72 x 22 mm.

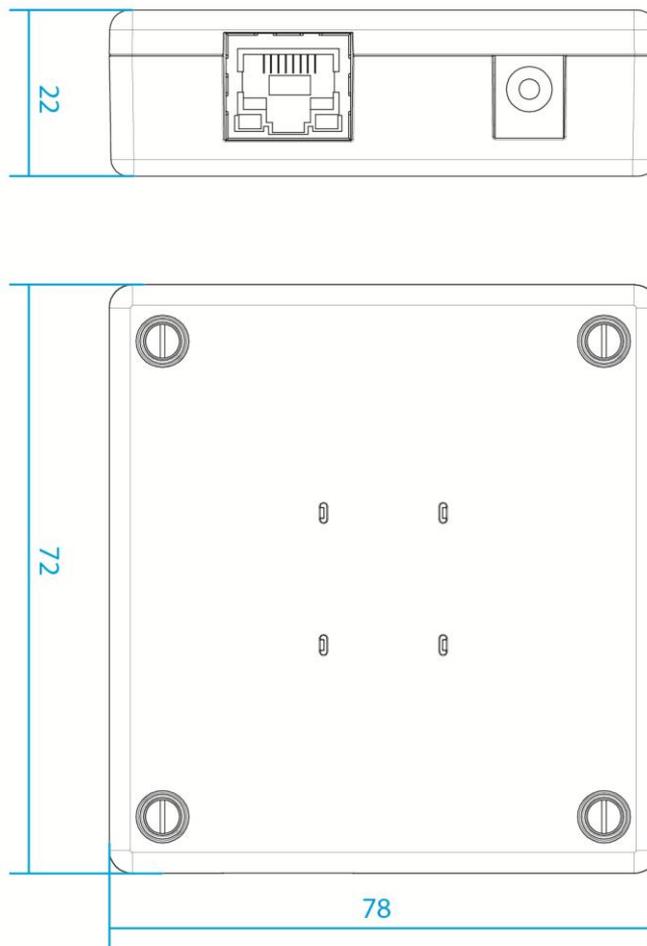


Immagine 5. 32 Viste d'insieme del modulo Web Server

5.2.3 Materiali

Tessuto

Per il bracciale il tessuto scelto è la maglia di cotone.

Dopo aver esaminato diversi tessuti dalla Tessuteca della Nuova Accademia di Belle Arti di Milano è stato scelto un jersey interlock di puro cotone, di 380-400 g/m, h 150cm.

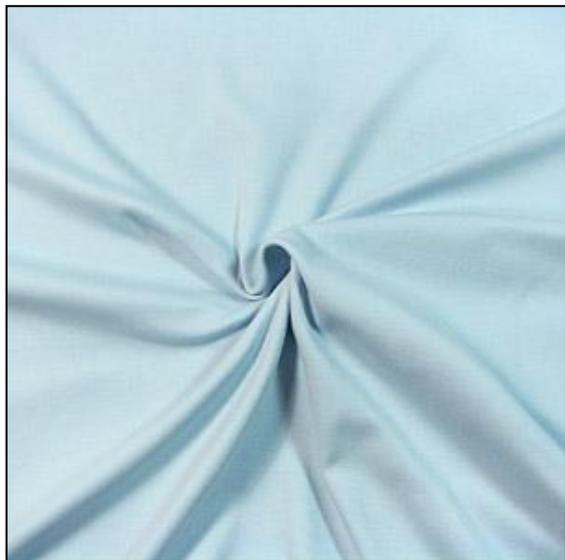


Immagine 5. 33 Jersey Interlock

Un tessuto di maglia/jersey è il risultato dell'intreccio di uno o più fili curvilinei che si legano uno con l'altro formando ondulazioni e conferendo elasticità strutturale al tessuto che si presenta elastico, morbido e traspirabile.

E' stato scelto un tessuto 100% cotone, perché:

- essendo composto di fibra naturale è anallergico.
- è igienizzabile (può essere lavato fino a 90°).
- ha una buona igroscopicità con corrispondente evaporazione. Questo vuol dire che assorbe e rilascia all'esterno il sudore prodotto dalla pelle, evitando che rimanga una spiacevole sensazione di umidità, sia sulla pelle del bambino, sia sulla stessa superficie del bracciale.

Le indicazioni per la manutenzione del bracciale in maglia di cotone saranno le seguenti:



Immagine 5. 34 Etichetta di lavaggio

È stato scelto un jersey di circa 400g/m perché:

- è un tessuto che presenta una leggera elasticità strutturale (utile per la creazione delle tasche in cui verranno posti i componenti).
- presenta una buona compattezza.

Sarà utilizzato un tessuto ecocompatibile. Il tessuto ecocompatibile è un tessuto le cui fibre sono state sottoposte ad un processo di eliminazione delle sostanze nocive (pesticidi ecc.), e che sia stato trattato con prodotti chimici e coloranti ecocompatibili.

Il processo produttivo di questo tessuto è:

- Filatura
- Tessitura con telaio da maglia
- Purga
- Tintura con coloranti reattivi
- Finissaggio

E' importante che la tintura venga effettuata con coloranti reattivi, per evitare scolorimenti del tessuto.

Scocche

Nel soft device sono presenti due scocche, la prima, quella che contiene i componenti che verranno posti nella tasca superiore, è composta da due parti; la seconda, che sarà inserita nella tasca inferiore del bracciale è composta da un solo pezzo.

Inoltre il modulo Web Server è anch'esso contenuto in una scocca composta da due parti.

Tutte le scocche hanno caratteristiche simili: la loro funzione è quella di contenere i componenti hardware necessari alla realizzazione del progetto.

Presentano degli snapfit, quindi è necessario che il materiale scelto presenti una buona elasticità.

Gli utenti prescelti sono bambini, bisogna considerare quindi che il bracciale possa subire piccoli urti dovuti ad un uso disattento. Il materiale deve quindi presentare un'adeguata tenacità.

Inoltre le scocche saranno prodotte per stampaggio a iniezione.

Questo aggiunge alle caratteristiche ricercate una buona lavorabilità per stampaggio.

Le temperature di utilizzo arriveranno ad un massimo di 45° C per la scocca inferiore (in caso si verificasse un guasto del sensore di temperatura la resistenza potrebbe arrivare solo fino a 45° C, prima che l'interruttore termico interrompa il circuito).

Considerando queste necessità, è stata effettuata una ricerca tramite il software CES EduPack 2012, prendendo in considerazione, oltre alle caratteristiche elencate, anche il costo del materiale.

Proprietà	Unità di misura	PE	PET	POM	PP	PS	PVC
prezzo	€/kg	1.25-1.37	1.2-1.32	1.65-1.82	1.37-1.51	1.52-1.67	0.97-1.07
modulo young	Gpa	0.621-0.896	2.76-4.14	2.5-5	0.89-1.55	1.2-2.6	2.14-4.14
limite elastico	Mpa	17.9-29	56,5-62,3	48.6-72.4	27.6-41.4	28.7-56.2	35,4-52.1
tenacità (fattore di intensità dello sforzo)	MpaVm	1.44-1.72	4.5-5.5	1.7-4.2	3-4.5	0.7-1.1	1.46-5.12
Temp. di servizio	°C	-73/90	-73/82	-73/96.9	-73/115	-73/103	-73/70
stampabilità	(valore qualitativo da 1= scarso a 5=ottimo)	5	5	5	5	5	5

Tabella 5. 1 Tabella di confronto dei materiali

Nella tabella 5.1 sono stati inseriti alcuni dei materiali presi in considerazione. E' stato poi assegnato un valore "qualitativo" per ognuna delle proprietà analizzate, assegnato in base ai dati estratti dal software CES EduPack 2012, in rapporto con le caratteristiche richieste dai componenti del progetto.

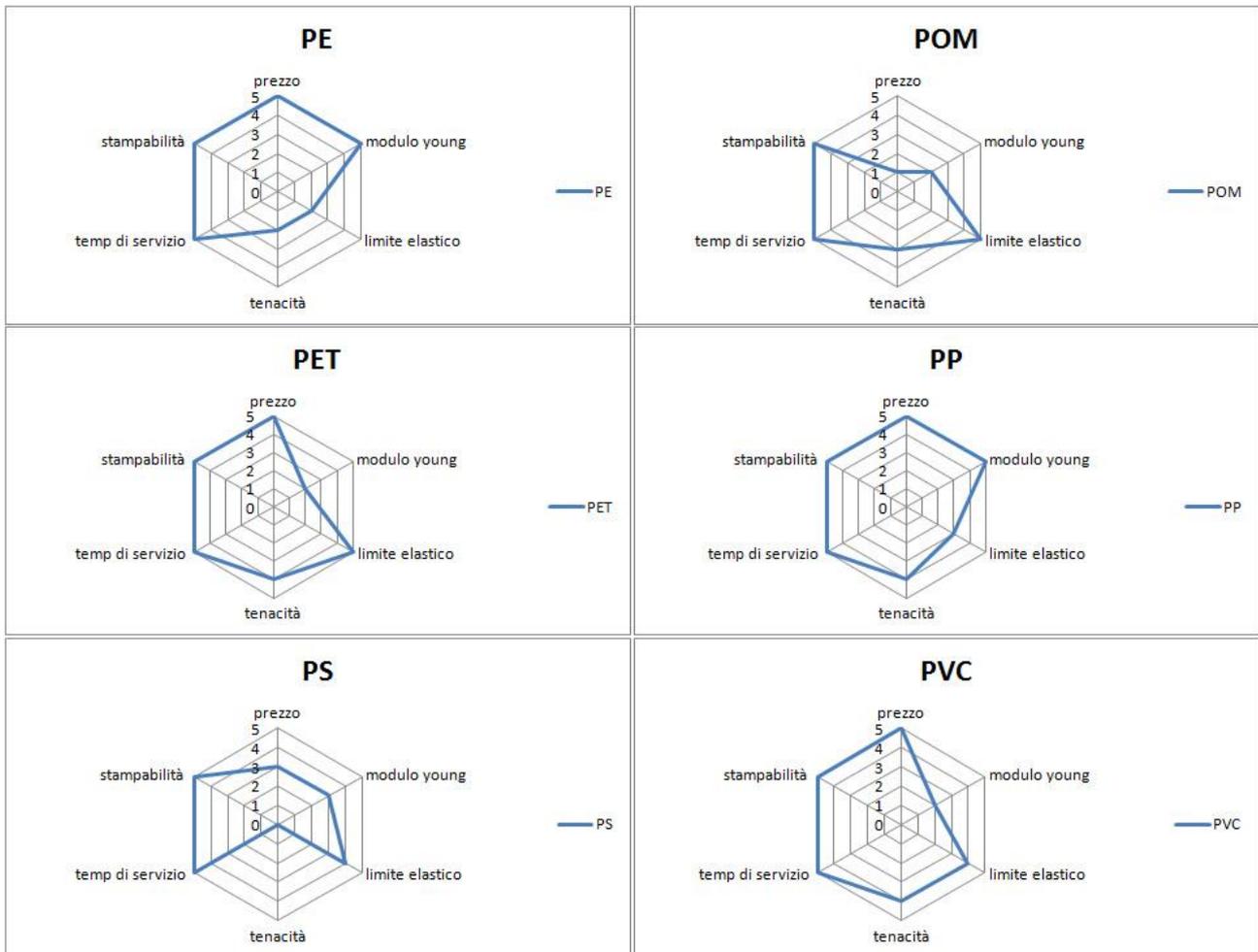


Grafico 5. 1 Grafici di confronto dei materiali

Per le scocche è stato scelto il Polipropilene (PP), perché combina una buona tenacità alle temperature di utilizzo del prodotto ad una buona elasticità.

La sua tenacità si riduce a basse temperature, ma la temperatura minima di utilizzo prevista è di circa 20° C. Presenta un costo basso ed un'eccellente lavorabilità per stampaggio

Il polipropilene ha, inoltre, una buona resistenza agli agenti chimici, caratteristica utile in caso debba essere pulito con prodotti detergenti.

E' riciclabile.

5.3 Hardware

5.3.1 Descrizione generale dei componenti

La componente hardware si basa su due schede Arduino.

La prima scheda Arduino è quella inserita nel soft device.

Essa contiene il programma principale. Su di essa sono configurati una serie di sensori ed attuatori che permettono di simulare i gesti trasmessi dal genitore e di percepire quelli compiuti dal bambino.

Alla scheda sono collegati, inoltre, alcuni led, per le segnalazioni sul corretto funzionamento del dispositivo.

Per poter interfacciare sensori ed attuatori sono stati necessari in alcuni casi alcuni componenti ulteriori, per questo è stata creata una piccola breadboard che contenesse tutti questi componenti ausiliari in maniera ordinata, e occupando il minor spazio possibile

La scheda Arduino e i vari componenti sono alimentati da una batteria LiPo da 7,4 V, 300 mAh.

La scheda è, inoltre, collegata ad un dispositivo Bluetooth, che permette la trasmissione dei dati alla seconda scheda Arduino.

La seconda scheda Arduino ha uno shield ethernet integrato, ed è collegata ad un secondo dispositivo bluetooth.

Questa scheda scambia dati con la prima via bluetooth, e funge da Web Server, creando e aggiornando la pagina web da cui il genitore potrà comunicare con il bambino.

Può essere alimentata o tramite batteria o tramite una normale presa di corrente con il cavo apposito.



Immagine 5. 35 FTDI shield

Le due schede di elaborazione sono programmate tramite un linguaggio apposito, e il programma viene caricato su ciascuna scheda tramite uno shield FTDI, che sarà utilizzato solo al momento della produzione e non verrà fornito all'utente.

Lo shield FTDI è prodotto da Spark Fun, e presenta una porta mini-usb per il collegamento con il pc. Viene connessa alla scheda su cui deve caricare il programma tramite 6 pin dedicati.

5.3.2 Modulo di elaborazione del device



Immagine 5. 36 Arduino Pro-mini

Il modulo di elaborazione usato è un Arduino Pro Mini disegnato da SparkFun.

Arduino Pro Mini è un microcontroller basato sul processore ATmega328, funzionante a 16MHz con oscillatore esterno.

Funziona con alimentazione da 6 a 12 V, disponendo di un regolatore di tensione a 5V.

Dispone di:

- 14 pin input/output digitali (6 dei quali possono essere usati come output PWM)
- 8 input analogici

La scheda è stata scelta per le sue dimensioni molto ridotte: 18x33mm, con spessore di PCB 0,8mm. Il peso è inferiore ai 2 grammi.

Per connetterla al PC e programmarla è necessario usare un FTDI board, cioè una scheda che gli permette di collegarsi e di alimentarsi tramite un ingresso USB del PC.

5.3.3 Sensori

I Sensori scelti sono tre:

- 1 sensore di temperatura;
- 1 sensore di pressione;
- 1 accelerometro a tre assi.

Sensore di temperatura



Immagine 5. 37 Sensore di temperatura Lilypad

E' stato scelto un sensore Lilypad MCP9700, della famiglia dei termistori lineari attivi con circuito integrato.

Il Lilypad MCP9700, è un sensore di temperatura analogico che converte la temperatura in voltaggio analogico.

E' un sensore a basso costo e a basso consumo. Ha un'accuratezza di $\pm 2^{\circ}\text{C}$ da 0°C a $+70^{\circ}\text{C}$ e consuma circa $6\ \mu\text{A}$ di corrente di funzionamento

E' montato su un PCB circolare di spessore 0,8 mm e 20mm di diametro.

Non necessita di un addizionale circuito di condizionamento del segnale.

Per il collegamento alla scheda Arduino sono necessari i pin di alimentazione (GND e VCC), e un pin input analogico.

Sensore di pressione



Immagine 5. 38 Force Sensing Resistor

E' stato usato il FSR (Force Sensing Resistor) 402 di Interlink Electronics. Questo sensore è un trasduttore di forza a singola zona.

Gli FSRs 402 sono sensori costituiti di un robusto film polimerico (PTF), che mostrano un decremento della resistenza all'aumentare della forza applicata alla superficie di rilevamento del sensore.

L'area attiva ha un diametro di 12,7 mm.

Se non è applicata alcuna pressione, la resistenza sarà maggiore di $1\text{M}\Omega$.

Il range del sensore va da 100g a 10kg.

E' ottimizzato per il controllo di dispositivi elettronici tramite tocco

umano, e non è adatto per misure di precisione, ma perfettamente adeguato allo scopo che ci si è prefissi di ottenere in questo progetto.

Per regolare la sensibilità al tocco è stato necessario creare un piccolo circuito, presente nella schedina di breadbord, composto da alcune resistenze e da un amplificatore operazionale. Per collegare sensore e circuito alla scheda Arduino sono necessari i pin di alimentazione, e un pin di input analogico.

Accelerometro 3D

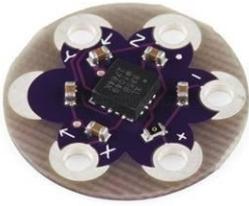


Immagine 5. 39 Accelerometro 3D

È stato scelto l'accelerometro analogico a tre assi Lilypad ADXL335, progettato da Leah Buechley in collaborazione con Sparkfun.

L'accelerometro misura l'accelerazione e produce un output da 0 a 5V per ognuno degli assi (X,Y,Z).

È montato su un PCB circolare di spessore 0,8 mm e 20mm di diametro.

Non necessita di un addizionale circuito di condizionamento del segnale.

Per il collegamento alla scheda Arduino sono necessari i pin di alimentazione, e tre pin input analogici (uno per ogni asse: X,Y,Z)

5.3.4 Attuatori

Gli attuatori sono tre:

-1 led RGB;

-1 motorino per vibrazione;

-1 resistenza di riscaldamento.

Motorino per vibrazione



Immagine 5. 40 Motorino per vibrazione Lilypad

Come motorino per vibrazione è stato scelto il Vibe Board Lilypad, progettato da Leah Buechley in collaborazione con Sparkfun.

Il vibe board utilizza il motorino 310-101 di Precision Microdrives, che fornisce vibrazioni di ampiezza 0,8G.

Le dimensioni totali sono di 20 mm di diametro per 4 mm di spessore.

Per la connessione alla scheda Arduino viene utilizzato un pin di output digitale comandato in PWM, e il pin GND.

Resistenza di riscaldamento

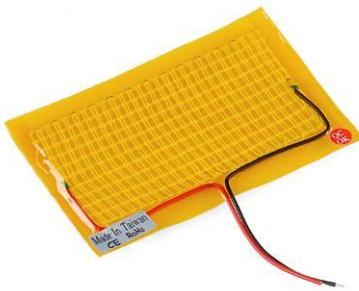


Immagine 5. 41 Heating Pad Sparkfun

La resistenza di riscaldamento (RR) è il componente che genera calore. È gestita tramite il sensore di temperatura, che fornisce un feedback per la corretta regolazione.

La resistenza utilizzata è l'Heating pad da 10 x 5 cm, prodotto da Spark Fun, da 5 Ω.

L'heating pad è costituito da una maglia di filamenti di poliestere e di micro fibre conduttive di metallo, collocate in un film protettivo di poliammide.

Il pad è flessibile.

La scheda Arduino non è in grado di gestire direttamente le correnti necessarie a far riscaldare la RR. È quindi necessaria un'interfaccia

costituita da un transistor in grado di comandare questa potenza.

Il transistor lavora in saturazione (e quindi come un interruttore).

Per maggiore sicurezza nel circuito è anche presente un interruttore, che scatta se la temperatura raggiunge i 45°, interrompendo il circuito e staccando la resistenza.

Per la connessione alla scheda Arduino viene utilizzato un pin di output digitale comandato in PWM, e il pin GND.

5.3.5 Batteria

La batteria utilizzata è una batteria al Lithio da 7,4 V, 300 mAh.

Per essere certi che fosse adeguata allo scopo il device è stato tenuto in funzione finché la batteria si è scaricata.

Per individuare la dinamica della scarica della batteria e le tensioni limite è stato inserito un partitore, formato da due resistenze, per poter misurare metà della tensione di lavoro della batteria.

Il punto di partizione è stato collegato ad un pin input analogico.

Durante l'esperimento di durata della batteria si è registrato il livello di tensione ogni 10 minuti.

Il grafico sottostante è il risultato di queste misurazioni.

Da questo grafico si può desumere che la durata della batteria con il device sempre in funzione è di circa 5h.

Si è deciso però di evitare di far scendere la batteria oltre al livello, misurato dal partitore, di 3,7 V perché, come è possibile vedere dal grafico, a partire da quel valore il livello di tensione scende molto velocemente. Scaricando troppo la batteria si rischia di danneggiarla, per cui si è fatto in modo che l'utente possa utilizzare il device solo fino ad un livello di tensione non-critico.

Questo limite imposto porta la durata effettiva di possibile utilizzo continuo del device a 4h e ½.

La batteria si è rivelata, quindi, più che sufficiente rispetto ai consumi del device.

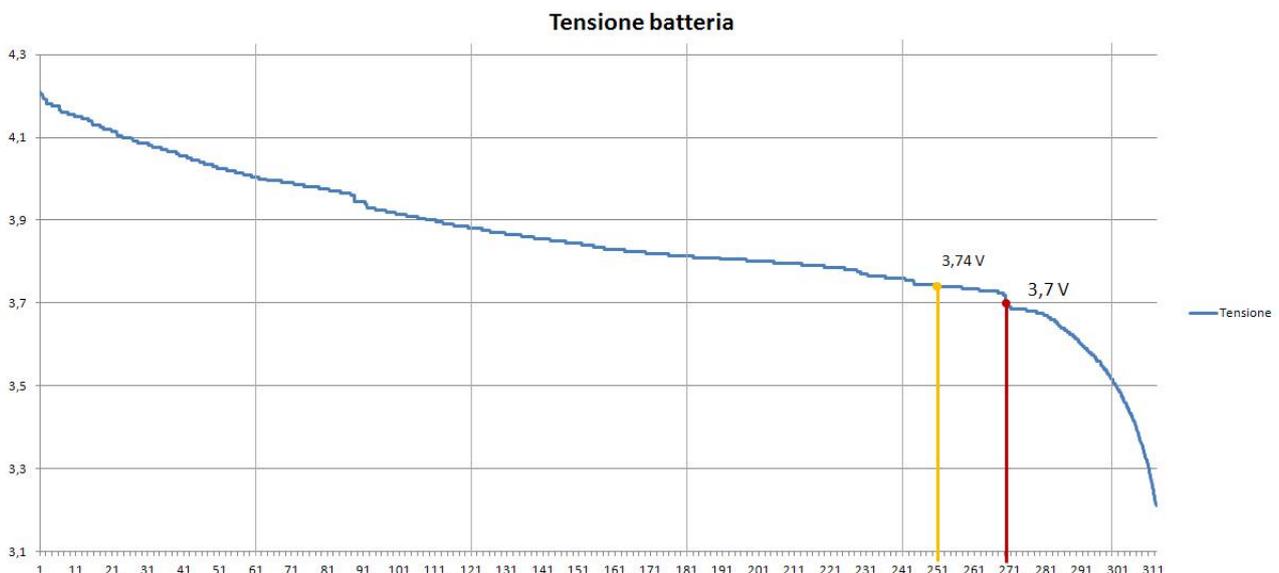


Grafico 5. 2 Grafico della tensione della batteria

Il grafico mostra l'andamento della tensione della batteria nel tempo

La griglia verticale mostra le ore di durata della batteria con il device in funzione.

La linea rossa corrisponde al livello in cui bloccheremo il funzionamento del device, per evitare il danneggiamento della batteria.

La linea arancione segna il livello di carica arrivati al quale sarà fornito un primo "allarme", ottenuto mediante segnalazione con LED, che avverta del basso livello di carica della batteria.

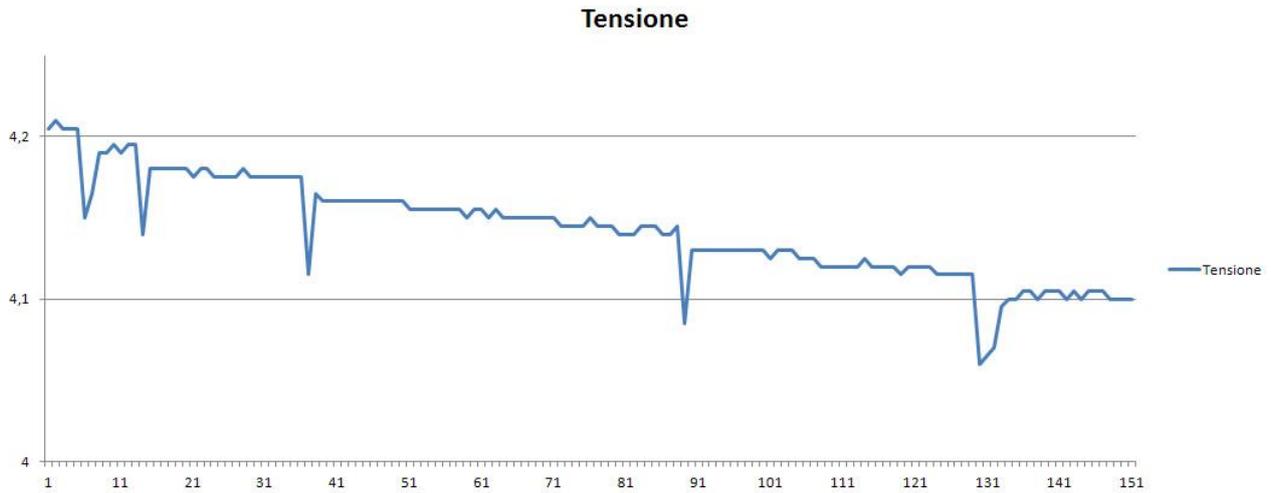


Grafico 5. 3 Picchi di consumo.

In questo grafico, che mostra una piccola parte del ciclo di consumo della batteria, si possono notare alcuni punti in cui il consumo della batteria risulta più intenso: sono i momenti in cui è stato utilizzata la resistenza di riscaldamento.

5.3.6 Breadboard

La breadboard, realizzata su scheda millefori, è stata utilizzata per collegare i componenti ausiliari che permettono di interfacciare alcuni sensori, attuatori, resistenza di riscaldamento e la batteria con la scheda Arduino.

Di seguito viene mostrato lo schema dei collegamenti elettrici, per far capire i vari collegamenti tra componenti della breadboard e Arduino.

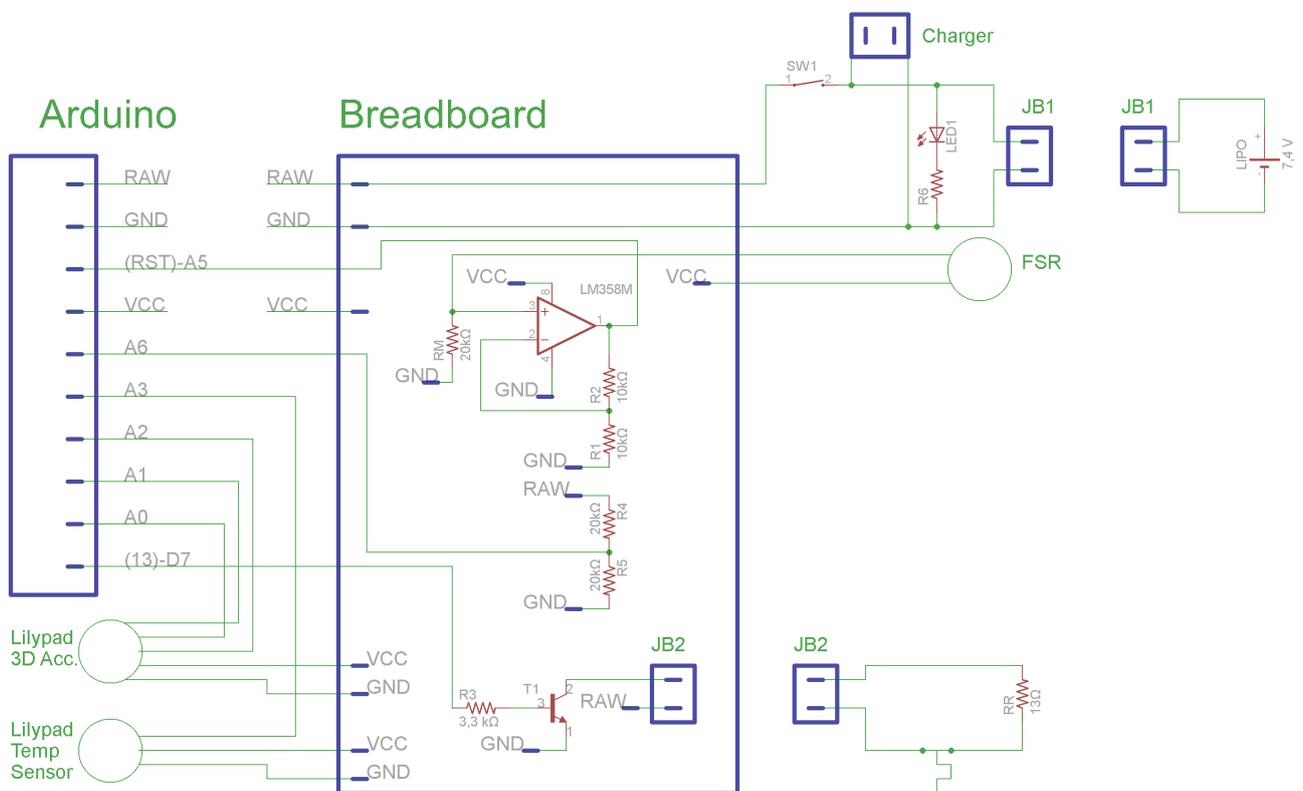


Immagine 5. 42 Schema elettrico dei collegamenti con la scheda Arduino

In questa immagine si possono vedere i collegamenti tra la scheda Arduino, la breadboard e vari componenti interfacciati con esse

5.3.7 Modulo di elaborazione del Web Server



Immagine 5. 43 Arduino Ethernet

L'Arduino Ethernet è una scheda Arduino che include un microcontrollore ATmega328, un oscillatore a 16MHz e un controller WizNet W5100 TCP/IP che si occupa dello stack di comunicazione TCP/IP.

Funziona con alimentazione da 6 a 12 V, disponendo di un regolatore di tensione a 5V.

Dispone di:

- 14 pin input/output digitali (4 dei quali possono essere usati come output PWM)
- 6 input analogici

Per connetterla al PC e programmarla è necessario usare un FTDI board.

5.3.8 Bluetooth



Immagine 5. 44 Bluetooth Smirf Gold

La comunicazione tra i due moduli di elaborazione è gestita via bluetooth. Il bluetooth collocato nel soft device è un Modem Bluetooth BlueSMiRF Gold, mentre quello collegato alla scheda che funge da Web Server è un Modem Bluetooth BlueSMiRF Silver, entrambi prodotti da Sparkfun. Sono entrambi moduli di piccole dimensioni (42 x 16.5 x 5.6 mm), e con un basso assorbimento (circa 25mAh).

Trasmettono su frequenza 2.4 - 2.524 GHz, ed hanno elevata immunità ai disturbi, operando anche in ambienti in cui sono presenti altre comunicazioni Wi-Fi.

Per il modulo Gold è stata testata una portata in campo aperto di oltre 100m, mentre per il modulo Silver la portata è di 18m; entrambe sono ampiamente sufficienti alle necessità del progetto.

Per mettere i moduli in comunicazione tra loro è stato necessario un programma di gestione della periferica Bluetooth (Tera Term). Tramite questo programma una delle due schede è stata impostata in modalità "Slave", e una in modalità "Auto-connect Master". La seconda scheda inizia così automaticamente la connessione con la prima nel momento in cui entrambe siano alimentate.

5.4 Software

Il funzionamento dei componenti è gestito tramite le unità di elaborazione Arduino Pro Mini e Arduino Ethernet.

Il linguaggio di programmazione utilizzato è un linguaggio specifico sviluppato per la linea di schede Arduino, ed è molto simile al linguaggio C++.

La programmazione è stata realizzata in tre diverse fasi:

- Sono stati svolti diversi test con tutti i componenti utilizzati, per capirne il funzionamento e per poterli utilizzare nella maniera migliore per questo progetto.
- E' stato realizzato il programma da caricare sull'Arduino del soft device, che gestisce insieme tutti i sensori e gli attuatori, e trasmette tramite Bluetooth i dati in entrata e in uscita.
- E' stata programmata la scheda Arduino esterna al device, che si occupa dello scambio dati via bluetooth con il bracciale, e funge da Web Server per la comunicazione con il genitore.

5.4.1 Messa a punto dei componenti

Sensore di temperatura

Dopo aver collegato il sensore ad Arduino, è stato compilato uno "sketch" che, tramite il monitor seriale, visualizzasse la temperatura rilevata dal sensore.

Sono state quindi rilevate diverse temperature, confrontando le cifre rese dal sensore di temperatura e i gradi centigradi segnalati da un termometro. In questo modo è stato possibile ricavare un'equazione per convertire i dati raccolti dal sensore di temperatura in gradi centigradi.

L'equazione ricavata è: $^{\circ}\text{C}=(x-103)/2$

Termometro ($^{\circ}\text{C}$)	Sensore di temperatura (x)
0	103
5,3	113
20,6	143
22,4	147
40	186
43,6	193
47,4	200

Tabella 5. 2 Campionamento con il sensore di temperatura

Campionamenti effettuati confrontando le misurazioni ottenute con un termometro da ambiente.

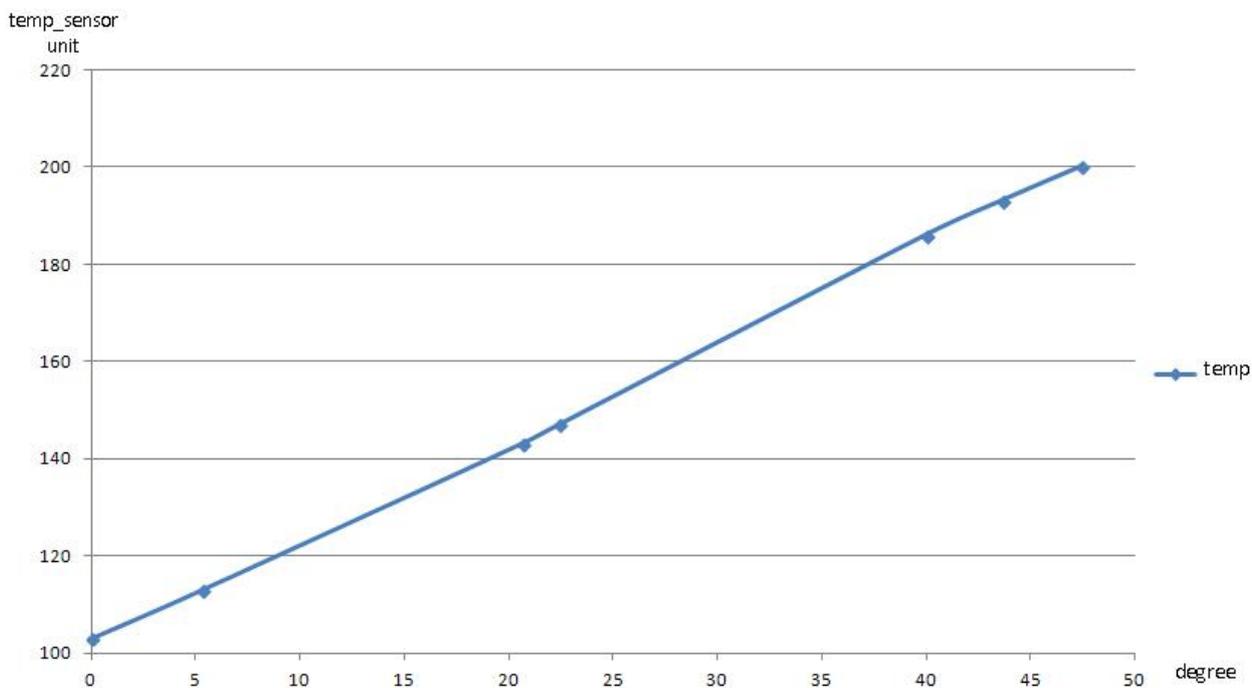


Grafico 5. 4 Campionamenti di temperatura.

Grafico di confronto, ottenuto interpolando le temperature rilevate simultaneamente dal sensore e dal termometro. L'andamento lineare conferma la correttezza dei campionamenti e della formula di conversione ricavata.

Sensore di pressione

Una volta collegato l'FSR alla scheda Arduino, è stato chiaro che nella configurazione minima (senza un circuito di conversione della resistenza in tensione), il sensore aveva una sensibilità troppo elevata, rendendo valori massimi già per pressioni molto lievi. È stato, quindi, aggiunto il circuito di conversione della resistenza in tensione, avendo cura di utilizzare resistenze che facessero raggiungere al sensore la sensibilità desiderata.

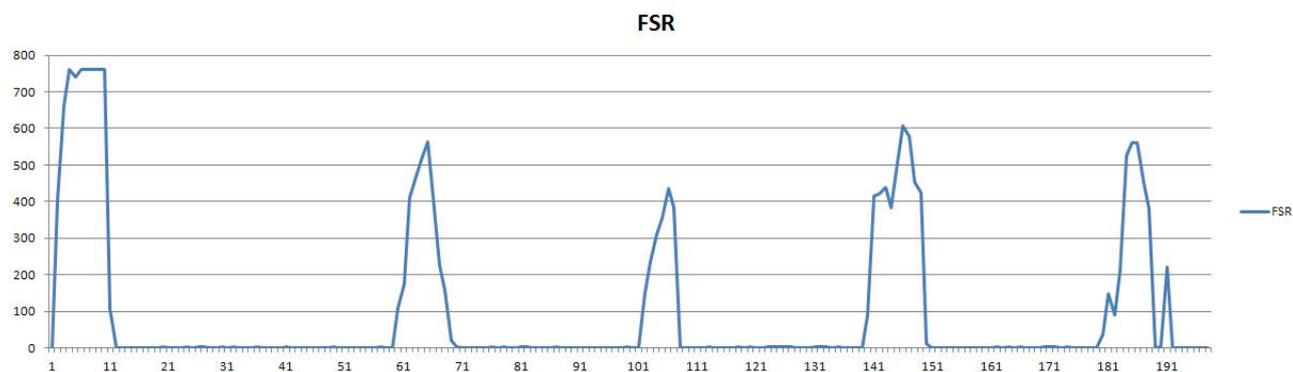


Grafico 5. 5 Test Force Sensing Resistor.

Esempio di grafico con dati ricavati da sperimentazioni sul sensore di pressione, con una frequenza di campionamento di 33Hz.

Accelerometro 3D

Sono stati raccolti dati a varie frequenze di campionamento ed eseguendo diversi gesti con l'accelerometro fissato al polso.

Ciò ha permesso di fissare la frequenza di campionamento a intervalli di 25 millisecondi (40 volte al secondo), ovvero la frequenza necessaria per non perdere dati rilevanti.

I dati raccolti hanno, inoltre, dato modo di realizzare grafici che mostrassero le differenze tra i dati raccolti per gesti casuali e involontari e per il gesto di agitare la mano ritmicamente per compiere il gesto che noi comunemente associamo con "ciao".

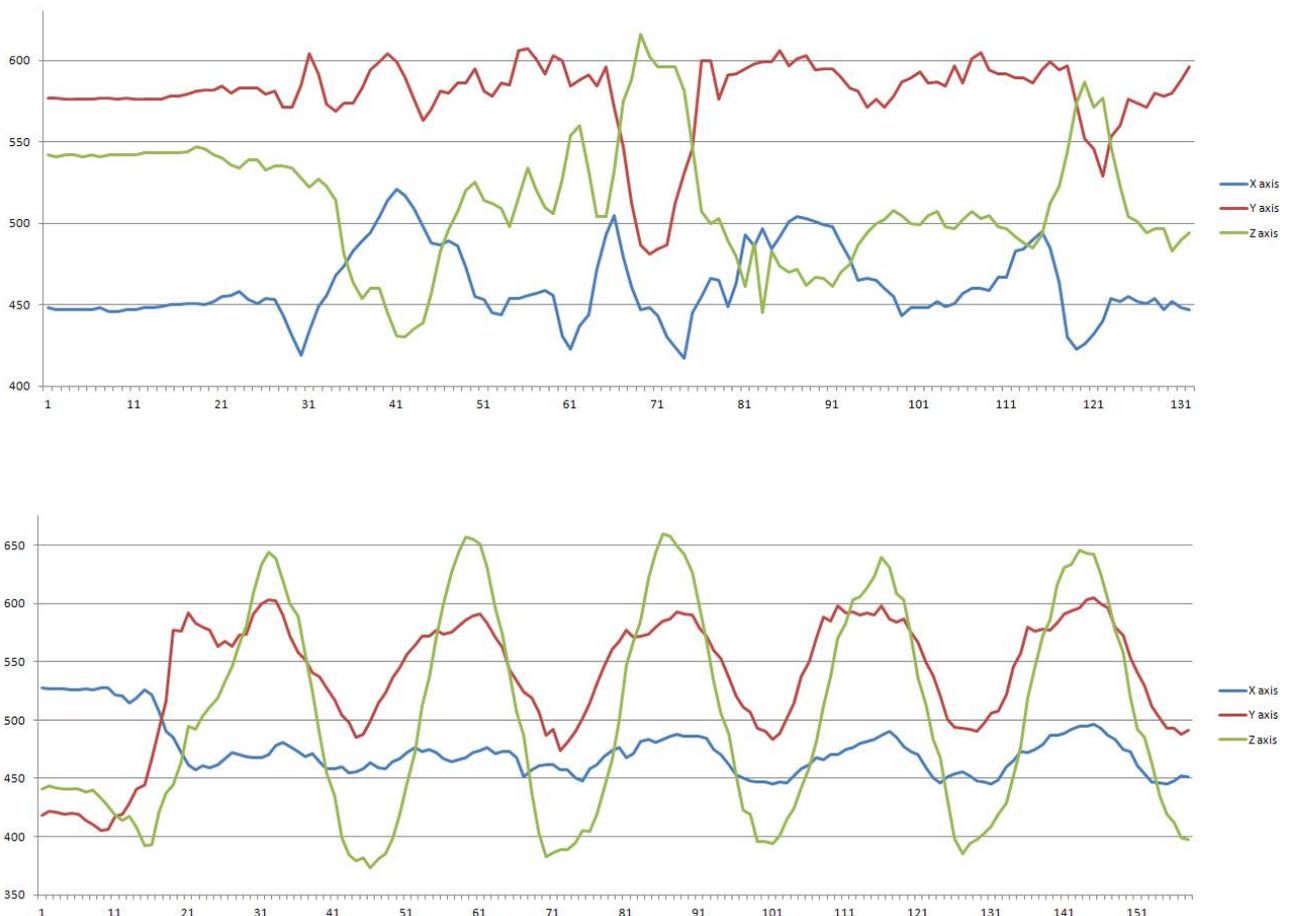


Grafico 5. 6 Test Accelerometro.

Esempi di grafici con dati ricavati da sperimentazioni con l'accelerometro, con una frequenza di campionamento di 40Hz. Il primo mostra gesti casuali, il secondo mostra l'esecuzione del gesto "ciao". E' interessante notare che uno dei 3 assi mostra in modo più evidente il fenomeno. Non è possibile a priori sapere quale sarà l'asse privilegiato.

5.4.2 Programmazione del Soft Device

Programma principale

L'Arduino collocato nel Soft Device contiene il programma principale.

Come tutti i programmi Arduino, è diviso in tre fasi. Una prima fase è costituita dalla dichiarazione delle variabili necessarie usate nel programma e di definizione delle connessioni con i vari sensori ed attuatori (pin output/input).

La seconda fase è quella di setup, in cui viene attivata la comunicazione seriale via bluetooth, e viene inizializzata l'acquisizione e l'elaborazione di dati provenienti dall'accelerometro.

Infine, si arriva al programma vero e proprio: un loop che si ripete con una frequenza di 40 volte al secondo. Infatti, ogni 25 millisecondi il programma richiama una serie di funzioni. Alcune di queste funzioni vanno a campionare lo stato dei sensori (FSR e accelerometro). I dati vengono elaborati e filtrati per discriminare tra attivazioni casuali dei sensori e gesti predeterminati. In caso sia identificato uno dei tre possibili gesti predeterminati viene inviato un codice appropriato tramite bluetooth. Un'altra funzione controlla se vengono ricevuti codici tramite bluetooth, e in caso venga ricevuto uno dei tre segnali possibili, attiva l'attuatore corrispondente al segnale. L'ultima funzione controlla lo stato di carica della batteria. Infine, il programma invia, circa ogni 2 secondi, un segnale che informa che il soft device è online. Verranno di seguito descritte le principali funzioni che si occupano della gestione dei vari passaggi del programma:

- Funzione del "ciao"
- Funzione per il rilevamento del tocco
- Funzione di rilevamento e analisi degli input provenienti dal bluetooth
- Funzione del profilo di riscaldamento
- Funzioni del motorino per vibrazione
- Funzione di controllo della batteria
- Segnalazione di stato e segnalazione apertura della pagina web

La funzione del "Ciao"

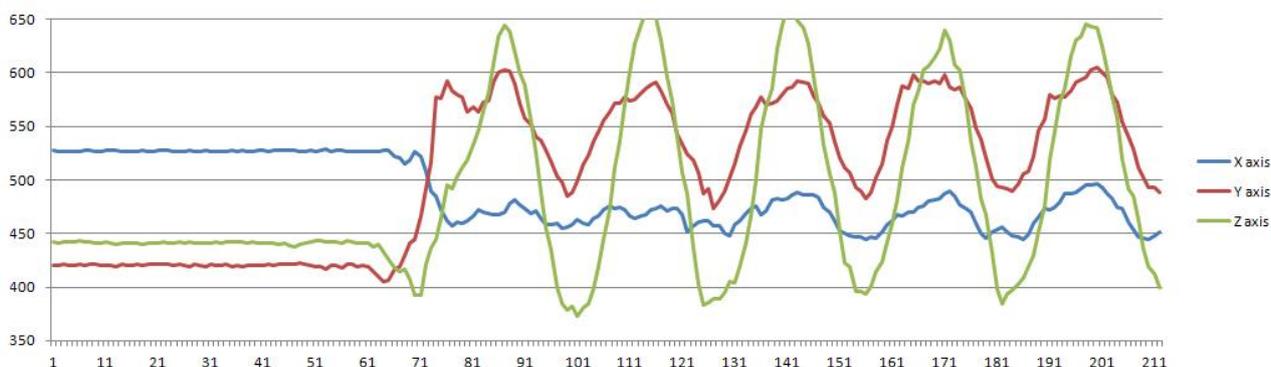
La funzione che rileva il gesto "ciao" è piuttosto complessa: deve analizzare tre serie di dati (una per ogni asse: X,Y,Z), e contiene a sua volta diverse sottofunzioni.

L'accelerometro fornisce una serie di dati, che in caso di un movimento ampio e ripetitivo come lo scuotimento della mano per fare "ciao", possono essere rappresentati con un grafico ad onde.

Questo andamento dei dati è sfruttato per il riconoscimento del gesto, attraversando diversi step.

Ogni passaggio è ripetuto per ciascuno degli assi, in modo da poter riconoscere il gesto in qualunque modo sia orientata la mano del bambino quando lo compie.

Il primo passaggio inizia direttamente nella fase di setup del programma, dove vengono memorizzati ed elaborati la prima serie di dati: è necessario infatti "pulire" la forma del grafico, e per questo viene eseguita una media mobile per dieci valori. Il grafico ottenuto dalla media mobile presenta una forma d'onda più regolare e pulita, e quindi più facile da analizzare.



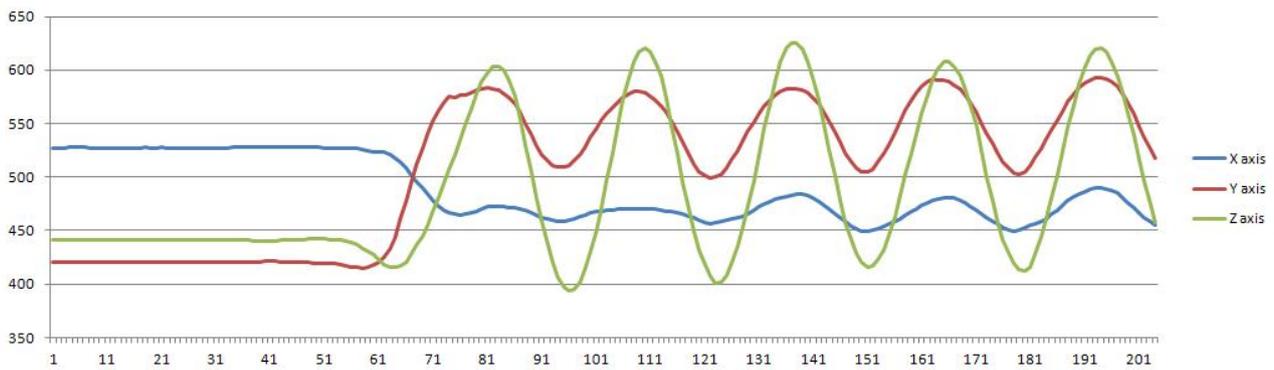


Grafico 5. 7 Media mobile.

Questi grafici mostrano una serie di dati raccolti tramite l'accelerometro. Il primo grafico presenta i dati come raccolti, mentre il secondo mostra i dati risultanti da una media mobile compiuta su 10 unità per volta

I dati vengono quindi memorizzati e mediati e, per tenere sempre aggiornato l'andamento dei movimenti, ci sono 2 funzioni che si occupano di sostituire i vecchi dati memorizzati con quelli nuovi, aggiornando anche la media mobile.

Si procede, quindi, allo screening dei dati raccolti: come prima cosa si cerca se tra i dati rilevati c'è uno scarto, in un intervallo di dieci dati memorizzati, che superi una soglia prefissata. In questo modo si filtrano i gesti minimi, che il bambino sicuramente compierà con il braccio mentre indossa il device, e si riconoscono gesti più ampi.

Quando la soglia di scarto viene superata, il programma analizza la configurazione dei dati ricevuti: immaginando i dati numerici in un grafico ad onde, si cercano i picchi superiori e inferiori di tali onde. Ogni volta che viene riconosciuto un picco questo è memorizzato nella propria categoria (superiore o inferiore) insieme ad un dato che ne determina la posizione. Quando sono raccolti un certo numero di picchi si confronta la distanza tra le loro posizioni, per vedere se è simile (con un margine di 3 posizioni). Se la risposta è affermativa viene riconosciuta la ripetitività e regolarità del gesto, e viene quindi riconosciuto il "ciao".

A questo punto viene mandato il codice relativo tramite bluetooth, e segnala al bambino l'invio del messaggio accendendo brevemente il led rosso.



Grafico 5. 8 Analisi dei picchi.

Forma d'onda ricavata dal grafico dei dati relativi all'asse Z in un campionamento in cui si esegua il gesto "ciao".

In arancione è mostrata la soglia di scarto, che nei 10 valori evidenziati supera la soglia prefissata.

In rosso e azzurro la distanza tra i picchi, che è regolare sia nei picchi superiori che in quelli inferiori.

Esempio: tra i primi due picchi superiori c'è un intervallo di 28 posizioni, tra il secondo e il terzo di 27, e tra il terzo e il quarto di 28, per cui si verifica la regola imposta: $distanza_1 = distanza_2 (\pm 3)$.

Il programma esamina sia i picchi superiori che inferiori per avere la massima certezza di riconoscere il gesto nel più breve tempo possibile.

Ogni volta che è riconosciuto un "ciao" vengono cancellati i dati relativi ai picchi, per poter allocare in memoria successivi dati per il riconoscimento di un nuovo gesto.

Funzione per il rilevamento del tocco

E' stato sviluppato un programma che permettesse di distinguere due tipi di tocco: un colpetto (il cui significato sarà "dammi il cinque!"), e una carezza.

Per filtrare segnali indesiderati, causati da uno sfioramento o dallo sfregamento involontario del sensore, è stata posta una soglia minima di pressione, sotto la quale non viene registrata attività.

Se la soglia viene attraversata, vengono registrati il numero di campionamenti rilevati. A seconda della durata il tocco viene distinto come colpetto o carezza e viene, quindi, inviato il segnale corrispondente tramite bluetooth. Per dare un feedback al bambino del gesto compiuto, in caso abbia inviato una carezza viene acceso brevemente il led blu, in caso abbia inviato "dammi il cinque!" viene acceso il led verde

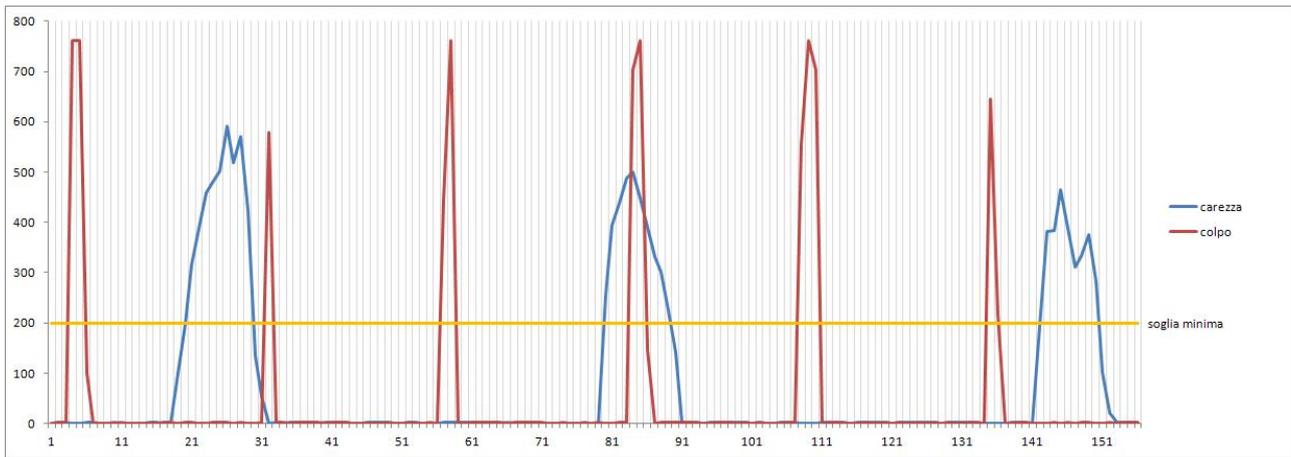


Grafico 5. 9 Carezza/ Dammi il cinque!

Il grafico mostra la differenza dei dati che distingue i due gesti.

In rosso i “colpetti”, che verranno identificati come “dammi il 5!”, e in azzurro le carezze.

In arancione è evidenziato il livello sotto il quale i dati raccolti vengono ignorati, perché il gesto compiuto potrebbe essere un semplice sfioramento involontario

Funzione di rilevamento e analisi degli input provenienti dal bluetooth

Questa funzione si occupa di verificare se il bluetooth ha ricevuto dati dal web-server. Se la risposta è affermativa questi dati vengono analizzati e, al riconoscimento di ogni codice, la funzione richiama la funzione corrispondente.

Tre funzioni corrispondono all’attivazione degli attuatori che simulano i gesti inviati dal genitore.

Due funzioni richiamano le segnalazioni, effettuate tramite led, che indicano quando lo stato del genitore passa da offline ad online, e viceversa.

In totale, le funzioni che possono essere richiamate sono:

- **Warming**, che è la funzione corrispondente al profilo di riscaldamento;
- **Vibr1**, la prima funzione relativa al motorino per vibrazione;
- **Vibr2**, la seconda funzione relativa al motorino per vibrazione;
- **P_online**, la funzione che gestisce la segnalazione led che corrisponde allo stato “online” del genitore;
- **P_offline**, la funzione che gestisce la segnalazione led che corrisponde allo stato “offline” del genitore.

Funzione del profilo di riscaldamento

La funzione che gestisce il profilo di riscaldamento del sistema RR viene richiamata quando viene ricevuto il corrispondente codice tramite bluetooth.

La funzione regola la temperatura e la velocità di riscaldamento tramite i dati di feedback ricevuti dal sensore di temperatura.

Il programma gestisce il riscaldamento della resistenza utilizzando la tecnica PWM (Pulse Width Modulation). Questa tecnica permette di fornire corrente con una certa intensità, dando e togliendo la corrente per diverse percentuali di tempo (variando quindi il duty-cycle) sull’unità di tempo utilizzata.

Ad esempio, per fornire il 70% della potenza in un intervallo di 300ms, verrà fornita corrente per 210ms e verrà staccata per i restanti 90ms.

Pulse Width Modulation

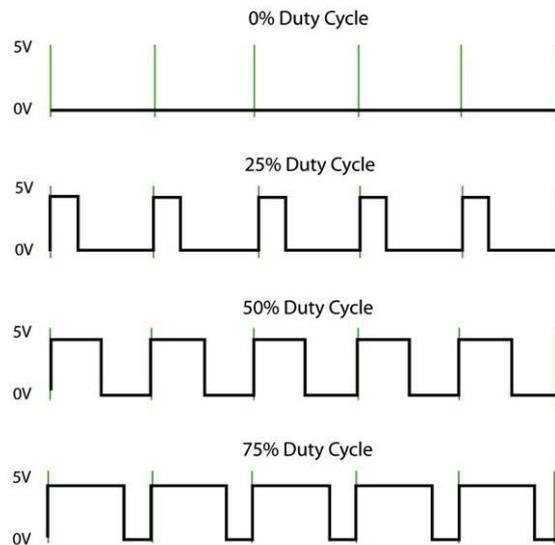


Immagine 5. 46 Pulse Width Modulation (PWM)

Esempio dell'uso della tecnica PWM per l'applicazione di diverse potenze (0, 25, 50 e 75%)

Nel nostro caso la resistenza verrà attivata con una potenza del 97% fino al raggiungimento di 32 gradi.

L'intensità verrà poi abbassata al 70% per l'intervallo di temperatura tra i 32 e i 35,5°C.

Tra i 35,5 e 36,5 °C il riscaldamento verrà effettuato con una potenza del 30%, e una volta raggiunti i 36,5 °C non verrà più fornita corrente alla resistenza, lasciandola raffreddare lentamente.

Ciclo di Riscaldamento



Grafico 5. 10 Profilo di riscaldamento.

Andamento della temperatura durante un ciclo di riscaldamento e durante il raffreddamento della resistenza.

Nel primo tratto (fino alla prima linea rossa) il riscaldamento è stato effettuato ad una potenza del 97%, quindi si è passati ad una potenza del 70%, poi del 30% e quindi, nella quarta parte del grafico, viene mostrata la temperatura a resistenza spenta, mentre si raffredda.

Funzioni del motorino per vibrazione

Il motorino per vibrazione viene coinvolto in due diverse funzioni.

Ciascuna delle due funzioni viene attivata a seconda del segnale ricevuto dal bluetooth.

La prima funzione corrisponde al segnale “carezza” inviato dal genitore, e farà attivare il motorino per vibrazione, producendo una serie di 6 pulsazioni piuttosto intense (l’intensità è, ancora una volta, gestita tramite la tecnica PWM).

La seconda funzione corrisponde al segnale “contatto” inviato dal genitore, e farà sì che il motorino per vibrazione produca una vibrazione continua e di intensità lieve (sempre tramite la tecnica PWM).

Funzione controllo batteria

Per controllare il livello di carica della batteria è stata sviluppata una funzione che va a controllare la tensione.

Quando la tensione scende sotto la soglia di 7,5V viene attivato un segnale tramite il led rosso, che lampeggia per 10 secondi per allertare l’utente. Se il segnale viene ignorato e la tensione dovesse superare la seconda soglia imposta (7,4V), viene attivata un’altra segnalazione luminosa, sempre tramite il led rosso, questa volta continua. Quindi la comunicazione bluetooth viene sospesa, e il programma viene messo in pausa e fermato, per impedire il danneggiamento della batteria.

Segnalazione di stato e segnalazione apertura della pagina web

Per segnalare se il device è online, viene inviato un segnale. Un contatore permette di ritardare l’invio ad un intervallo di tempo di ogni 2 secondi, valore adeguato al refresh della pagina Web, che viene effettuato ogni 2 secondi.

Quando la scheda Arduino che gestisce il Web Server riceve il segnale, il device viene segnalato come “online”; al contrario, allo spegnimento del bracciale, il codice non viene più ricevuto, e nella pagina il device viene segnalato come “offline”.



Immagine 5. 47 Pagina web offline e online.

Esempio di come viene visualizzato lo stato online e offline del bambino e del genitore

Viceversa, per verificare se il genitore è online, nella pagina web è presente un pulsante di stato che permette all’utente di inviare due diversi codici via bluetooth, e di segnalare al bambino l’inizio e la fine della comunicazione.

Due diversi segnali, effettuati tramite led RGB vengono attivati sul bracciale quando il tasto viene premuto: per il segnale “online”, il led si accende successivamente verde, blu e rosso per alcune volte, mentre per segnalare che il genitore è “offline”, viene fatto lampeggiare il led blu

5.4.3 Programmazione del Web Server

L’architettura del sistema richiede una interazione remota tra genitore e bambino. Un browser internet è lo strumento più ampiamente utilizzato, conosciuto e anche disponibile in quanto già sviluppato.

La parte fissa del sistema (la scheda Arduino-ethernet + bluetooth) ha, quindi, il compito di realizzare in modo dinamico una pagina web con l’obiettivo di permettere al genitore di:

- monitorare i messaggi e lo stato del bracciale;
- comandare azioni dirette verso il bambino.

Il programma di base per la configurazione del Web Server è stato gentilmente fornito dall’Ing. Flavio Pontiggia.

Il suo programma è stato adattato e modificato, per creare una pagina web ad hoc, e per includere la comunicazione tramite bluetooth.

Il programma viene svolto includendo alcune librerie Arduino e inizializzando le necessarie variabili.

Nella fase di setup si procede all’inizializzazione delle connessioni ethernet e bluetooth, e si procede a svuotare il buffer del bluetooth, per eliminare dati non rilevanti.

Una volta stabilita la connessione ethernet, viene creata la pagina HTML che servirà da interfaccia per il genitore.

Nella pagina compare lo stato del device: se è online o offline, così che il genitore possa sapere se può o meno iniziare la comunicazione, e possa avere un feedback se il bambino spegnerà il device. Questa segnalazione riceve i messaggi dal programma di “segnalazione di stato” del device, e cambia di conseguenza la scritta di avviso verso il genitore.

La pagina HTML continua con l’impostazione di due tabelle:

- la prima contiene i gesti ricevibili dal bambino: Carezza, Dammi il cinque, Ciao.
Il programma fa sì che, una volta ricevuto il corrispondente codice via bluetooth, la casella contenente il messaggio diventi verde.
La tabella ritornerà, poi, al suo stato iniziale quando il genitore invierà uno dei suoi messaggi per poter così rilevare altri messaggi che potranno pervenire in seguito.
- La seconda tabella contiene le azioni che il genitore può inviare, e sotto a queste è presente un tasto di attivazione. La prima casella segnala lo stato del genitore: “ci sono” e il pulsante sottostante è ON e OFF.

In questo modo il genitore può segnalare al bambino la disponibilità alla comunicazione.

Le altre tre azioni sono: Abbraccio, che corrisponde all’attivazione della resistenza di riscaldamento, Carezza, che corrisponde alle vibrazioni pulsate, e Contatto, che corrisponde alla leggera vibrazione continua.

Nei pulsanti delle azioni sono presenti segnalatori di stato che, seguendo i messaggi ricevuti dal bluetooth, segnalano l’inizio e la fine dell’azione, in modo che il genitore abbia un feedback dell’azione del device.

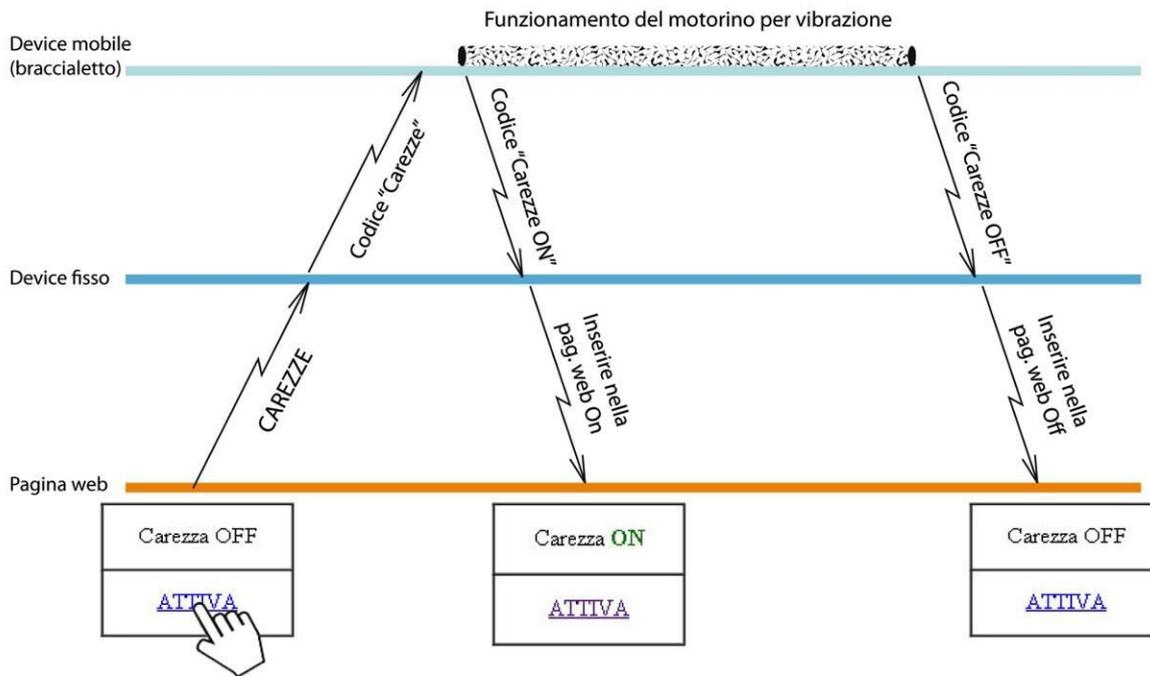


Immagine 5. 48 Esempio di ciclo di scambio dati all'attivazione di un attuatore da parte del genitore.

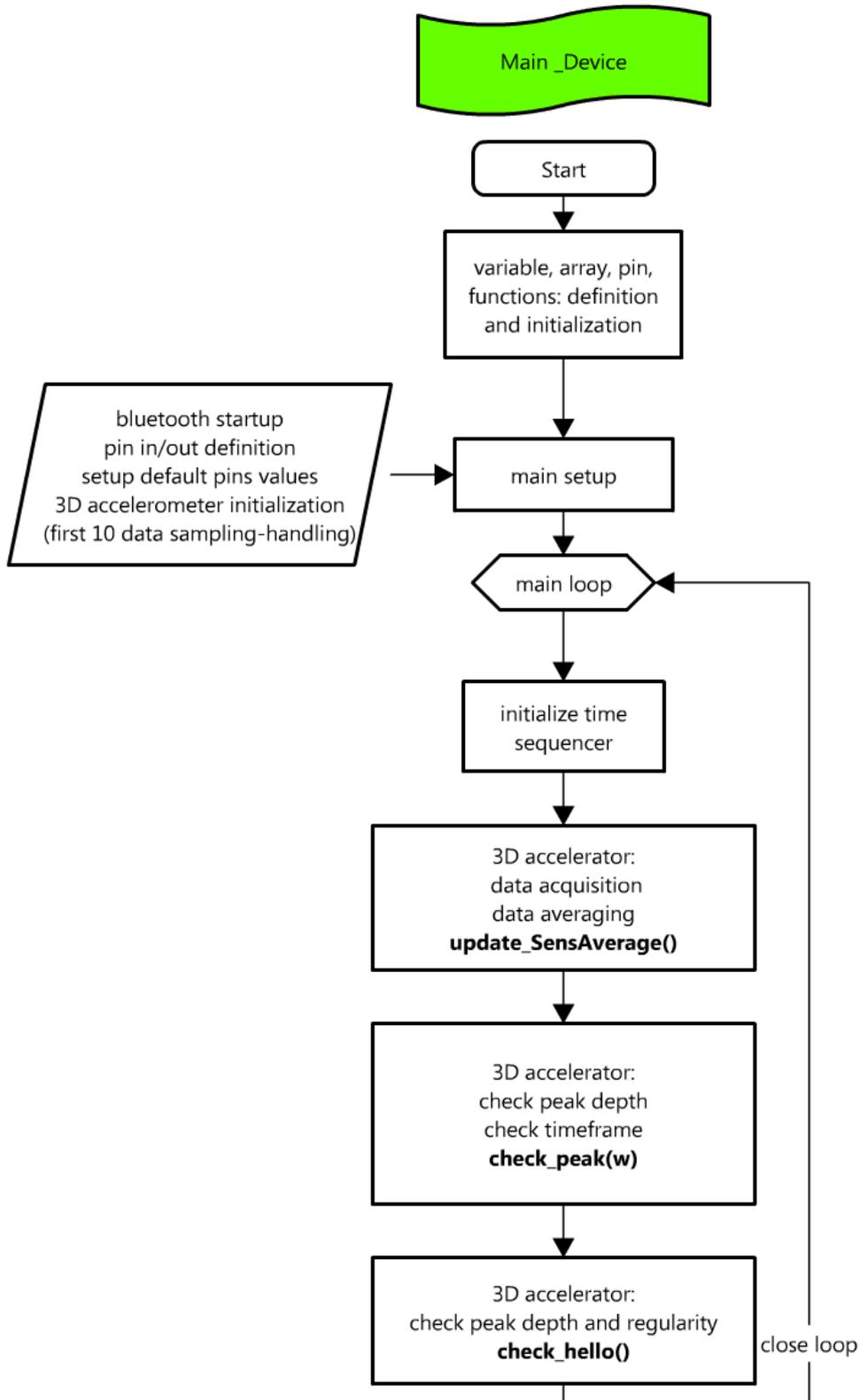
Nell'immagine viene schematizzato come avviene lo scambio di dati dal genitore, passando dal device fisso gestito dalla scheda Arduino Ethernet, al device mobile indossato dal bambino e viceversa.

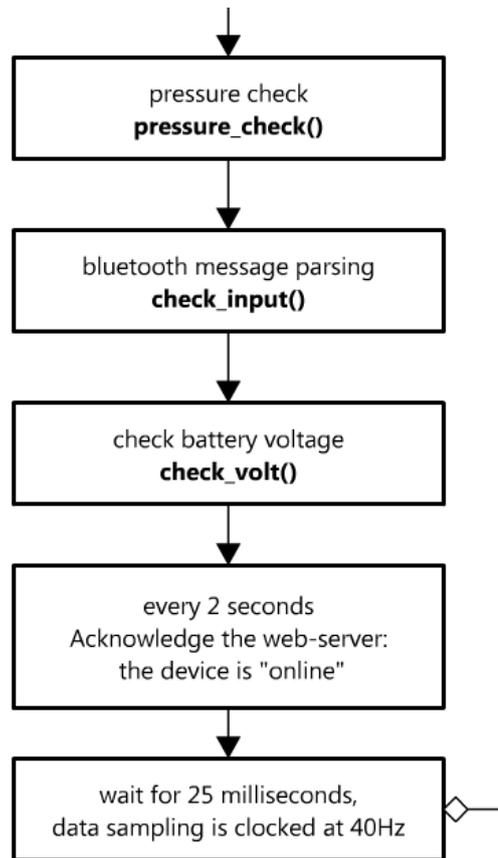
Come esempio è stato scelto il gesto "Carezze", che comanda l'accensione del motorino per vibrazione.

5.4.4 Flow Charts di programmazione

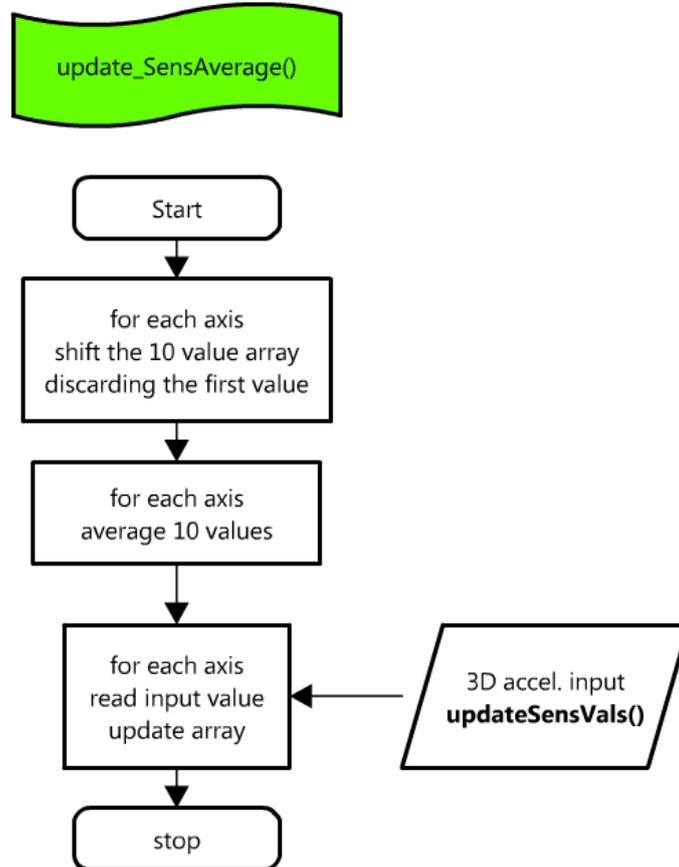
Di seguito sono presenti i flow charts relativi ai 2 programmi principali, e alle funzioni più importanti.

Flow Chart del programma principale, installato sul device

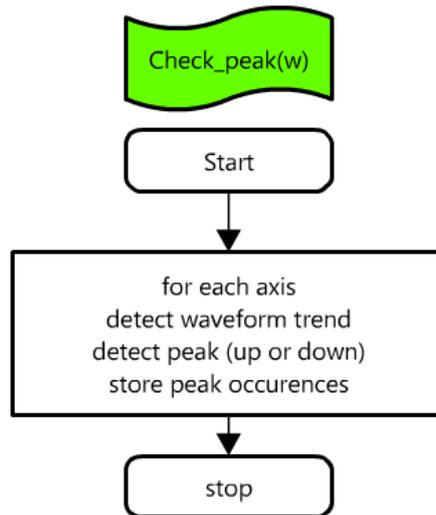




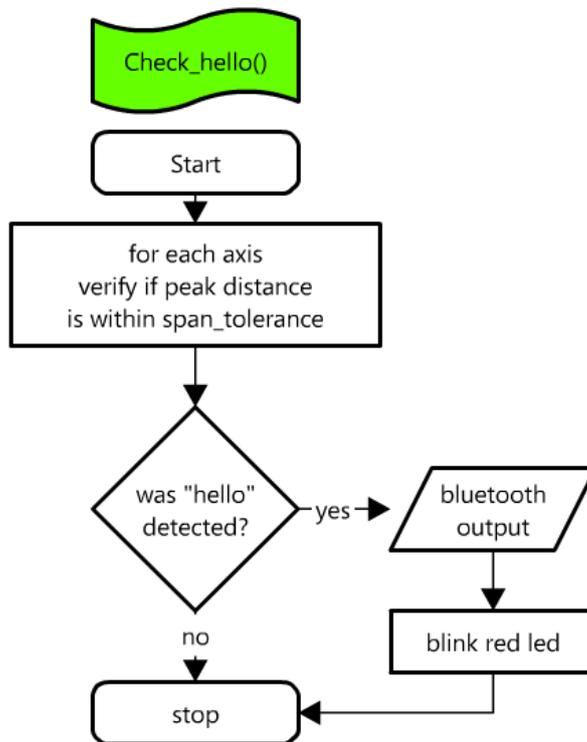
Flow Chart della funzione SensAverage, per l'aquisizione di dati tramite l'accelerometro



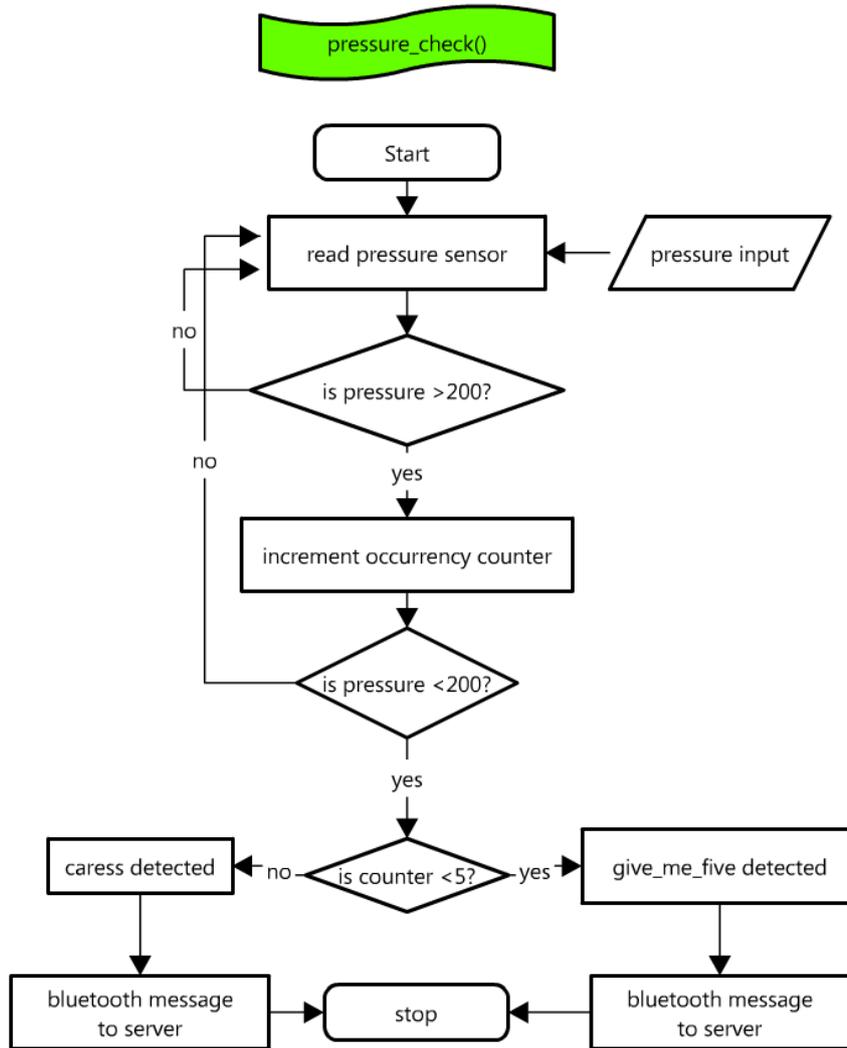
Flow Chart della funzione Check_peak, necessaria per filtrare i dati acquisiti dall'accelerometro



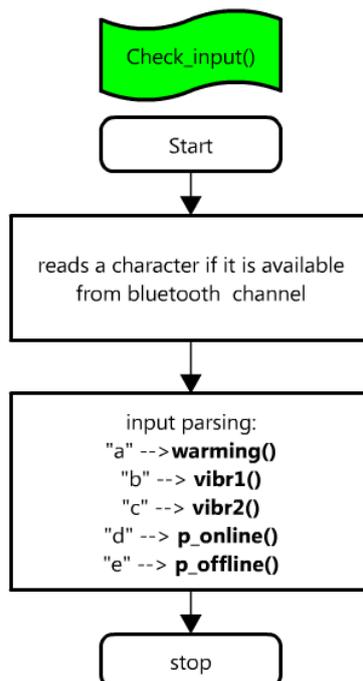
Flow Chart della funzione Check_hello, che riconosce il movimento che il bambino compie facendo "ciao" con la mano



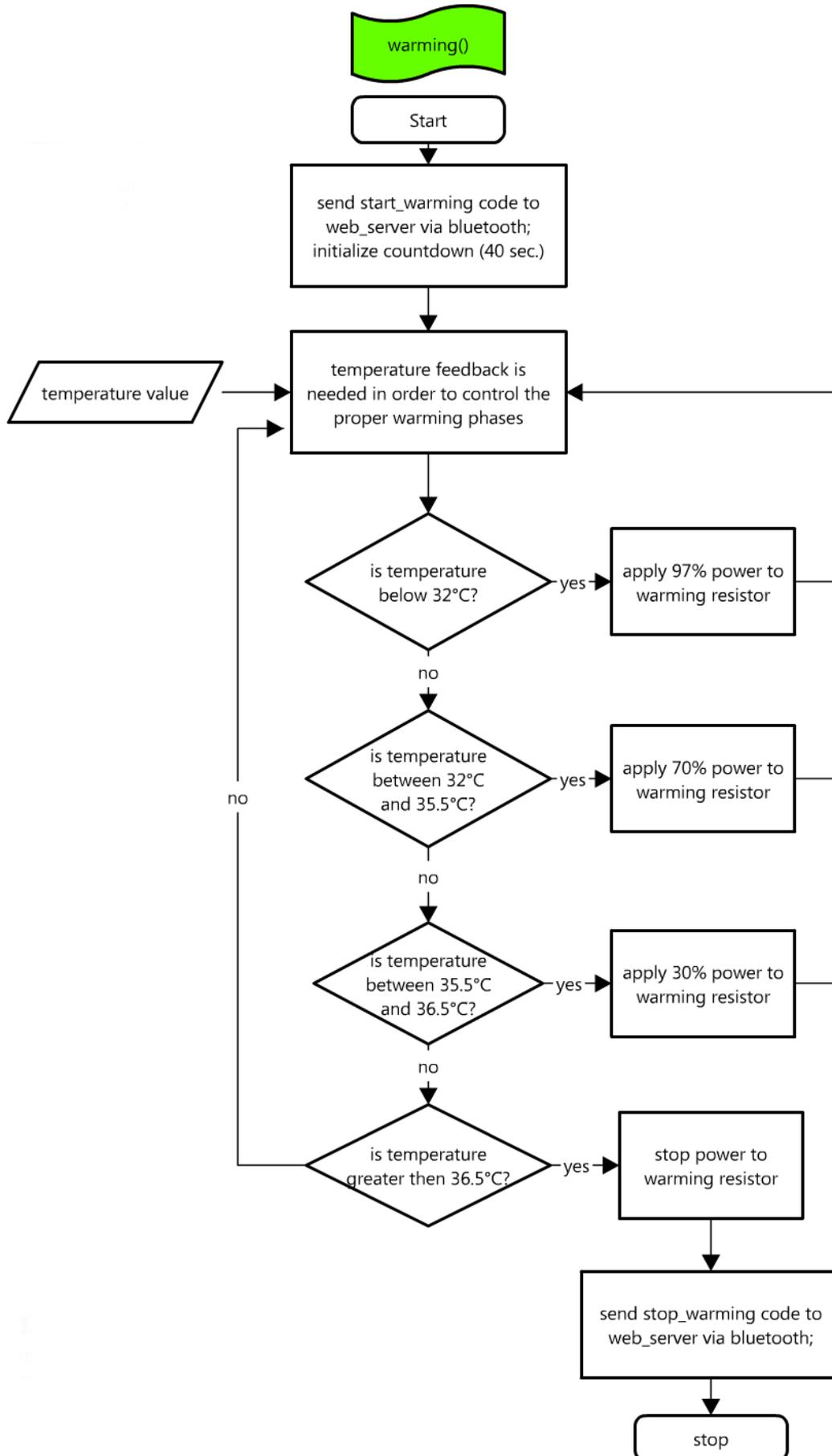
Flow Chart della funzione che riconosce se il bambino carezza o da una "pacca" al bracciale



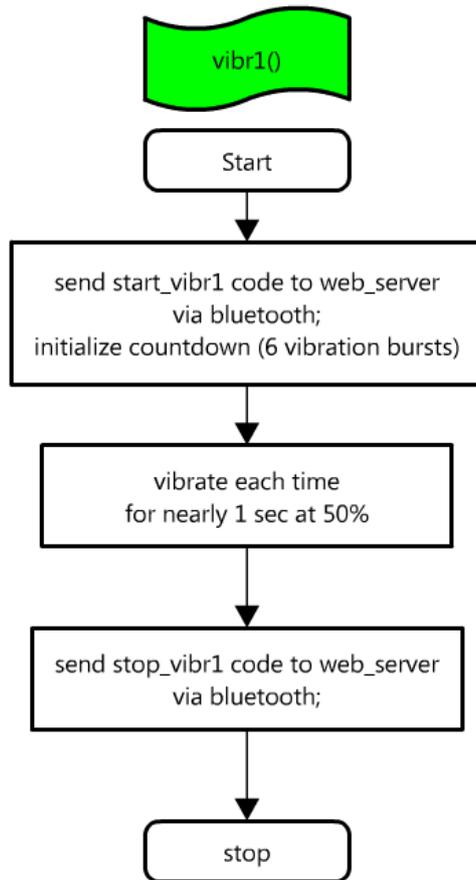
Flow Chart della funzione analizza i dati raccolti ricevuti dal bluetooth e richiama le relative funzioni



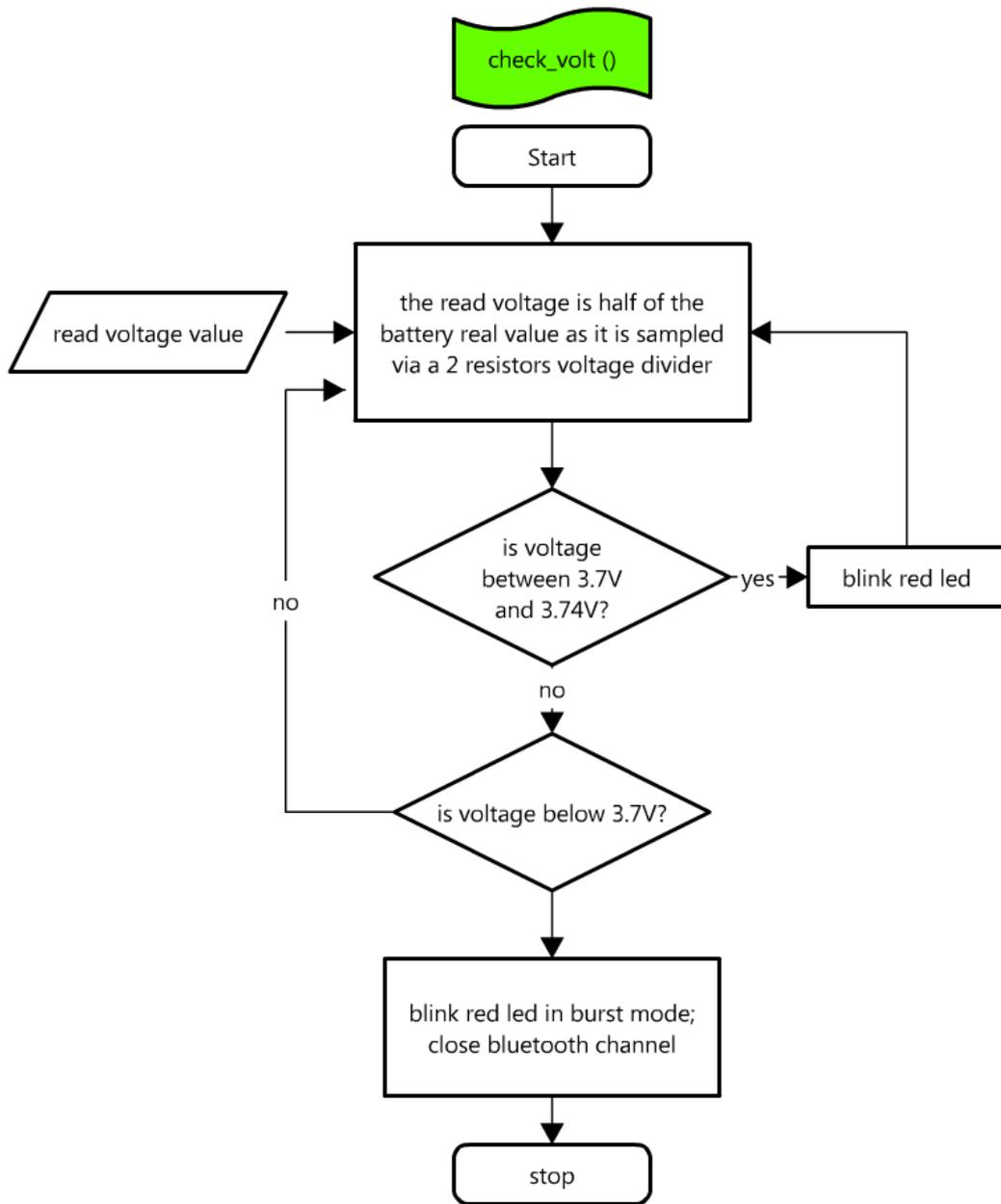
Flow Charte della funzione che gestisce il riscaldamento della resistenza



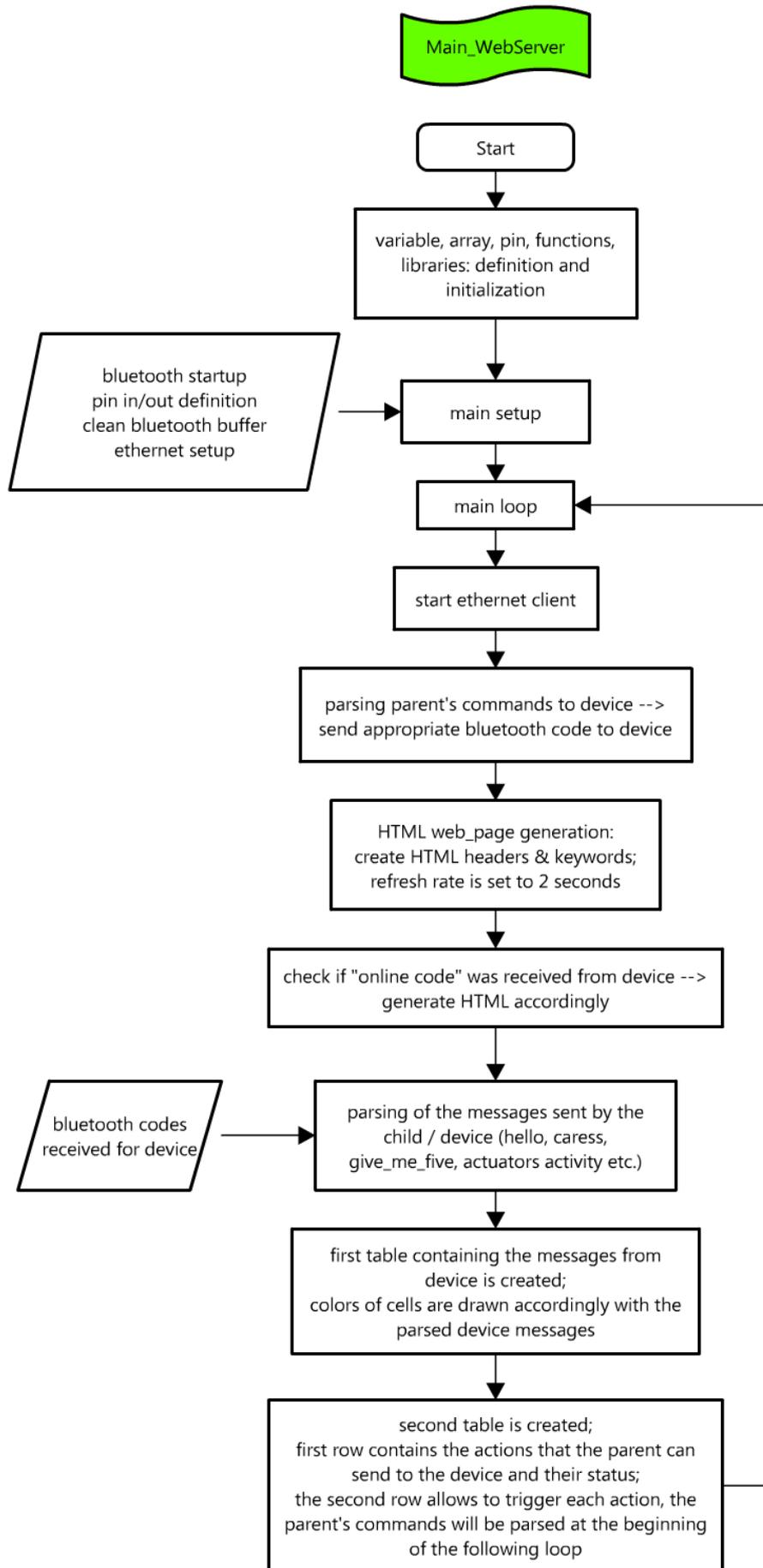
Flow chart della funzione che gestisce il motorino per vibrazione (ne è stata presentata solo 1 perché le funzioni vibra1 e vibra2 sono molto simili)



Flow Chart della funzione che gestisce il controllo dello stato della batteria



Flow Chart del programma principale, installato sull'Arduino che funge da Web Server





6. Test sull'utenza

Con il prototipo realizzato sono stati svolti dei test con l'utenza.

6.1 Il Prototipo

Il prototipo è stato realizzato collegando sensori, attuatori, batteria e modulo bluetooth alla scheda Arduino pro mini, programmandoli come spiegato nel capitolo precedente.

E' stata realizzata una scocca in fibra di vetro, rinforzata in carbonio, per simulare la scocca superiore, che va inserita nella prima tasca della parte tessile del bracciale.

La scheda Arduino, la breadboard, coi componenti elettronici aggiuntivi, la batteria, il bluetooth e l'accelerometro sono stati inseriti nella scocca. Il sensore di pressione e il led RGB sono stati collocati sopra di essa. Di lato, nella parte posteriore della scocca, sono stati incollati l'interruttore, con il led verde che segnala l'accensione, e il connettore per caricare la batteria.

Il motorino per vibrazione e il sistema della resistenza di riscaldamento (heating pad, sensore di temperatura e interruttore termico) sono stati collegati con fili elettrici della lunghezza necessaria a farli arrivare nella seconda tasca del bracciale, e sono stati incollati su una striscia di acetato, che aveva la funzione di mantenere i pezzi insieme, simulando la scocca inferiore.

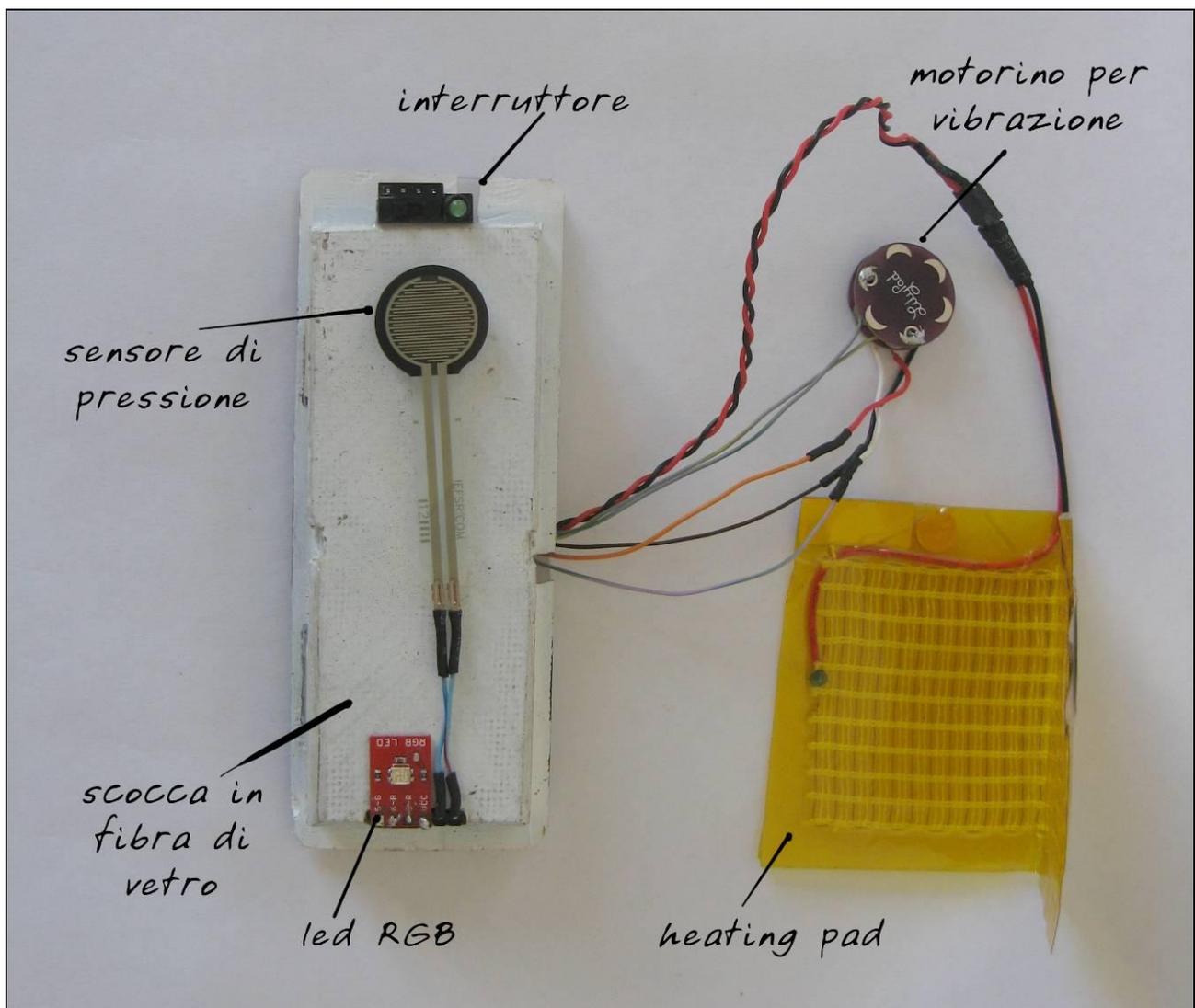


Immagine 6. 1 Fotografia dei componenti hardware e della scocca

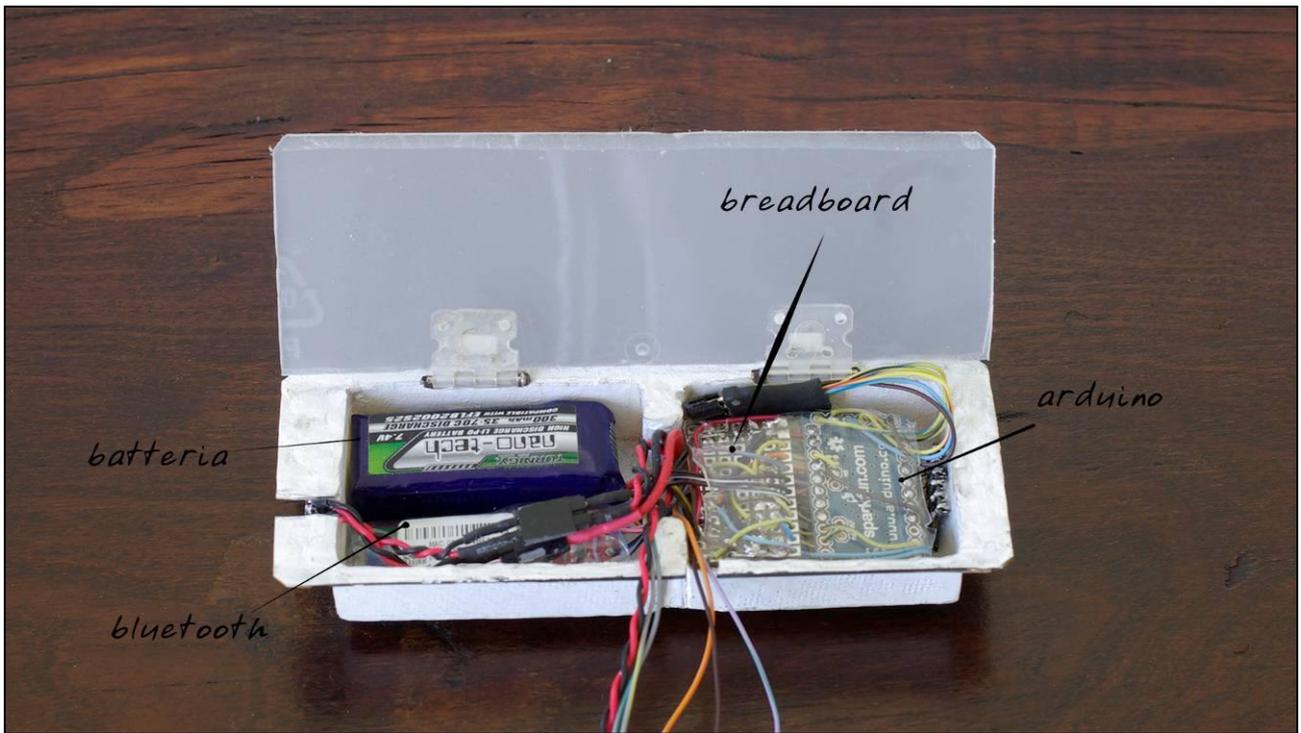


Immagine 6. 2 Fotografia dei componenti
Componenti all'interno della scocca in fibra di vetro

Il bracciale è stato cucito a macchina. E' stato realizzato un foro nella posizione dell'interruttore, e, per segnalare la posizione del sensore di pressione, è stato ricamato un cerchio con un filo di un colore che risaltasse sul tessuto del bracciale, e che formasse un leggero rilievo. E' stato cucito il velcro per chiudere e separare tra di loro le tasche. Ad un'estremità è stato inserito un anello in acciaio, per poter chiudere il bracciale, e sulla superficie del bracciale è stato cucito il velcro la cui funzione è quella di bloccare il bracciale intorno al braccio una volta raggiunto il diametro desiderato.



Immagine 6. 3 Fotografia del prototipo del bracciale in tessuto

Il modulo web server è stato realizzato inserendo i componenti in una scocca venduta da Arduino, riadattata per contenere i componenti utilizzati, ovvero la scheda Arduino ethernet e il Bluetooth. Per testare il prodotto in contesti dove non era disponibile l'accesso alla rete internet, è stato simulato il collegamento, connettendo il modulo web server, tramite un cavo ethernet incrociato, direttamente al pc da cui comunicherà il genitore.

6.1.1 Diagramma di Gantt

Per mostrare l'evoluzione del progetto e della realizzazione del prototipo, nella seguente pagina sarà presentato un diagramma di Gantt che segue i vari passi compiuti.

Questa tabella riporta la schedulazione delle varie fasi:

- Studio sistemistico e di apprendimento del software da utilizzare: l'apprendimento relativo alle caratteristiche dei componenti hardware e all'acquisizione delle capacità di programmazione necessarie.
- Test e caratterizzazione sensori: lo studio del funzionamento dei sensori e l'elaborazione di formule per l'utilizzo dei dati rilevati.
- Elaborazione numerica dei segnali: la programmazione che permetta alla scheda Arduino di filtrare e elaborare i dati acquisiti, riconoscendo i gesti compiuti dal bambino
- Programmazione e test: programmazione della scheda Arduino Pro Mini e della scheda Arduino Ethernet, e test riguardanti il loro corretto funzionamento.
- Elettronica aggiuntiva: realizzazione dei circuiti necessari al funzionamento di attuatori e sensori.
- Realizzazione componenti del prototipo: realizzazione dei componenti non-hardware necessari alla creazione del prototipo
- Manufatto in tessuto (bracciale): realizzazione del bracciale in tessuto.
- Test con bambini: test del prototipo realizzato con un campione di utenza.
- Analisi per l'evoluzione su scheda singola: ipotesi per l'evoluzione del progetto creando un unico PCB che comprenda la componente hardware dell'insieme superiore (questa fase sarà spiegata in dettaglio nel capitolo 8.2)
- Test da remoto, bidirezionale, interfaccia web: test di funzionamento di ConTatto, utilizzando la connessione internet, tramite PC e smartphone.

In tempi per le fasi più "generali" sono evidenziati in giallo. In verde i tempi corrispondenti alle specifiche funzioni.

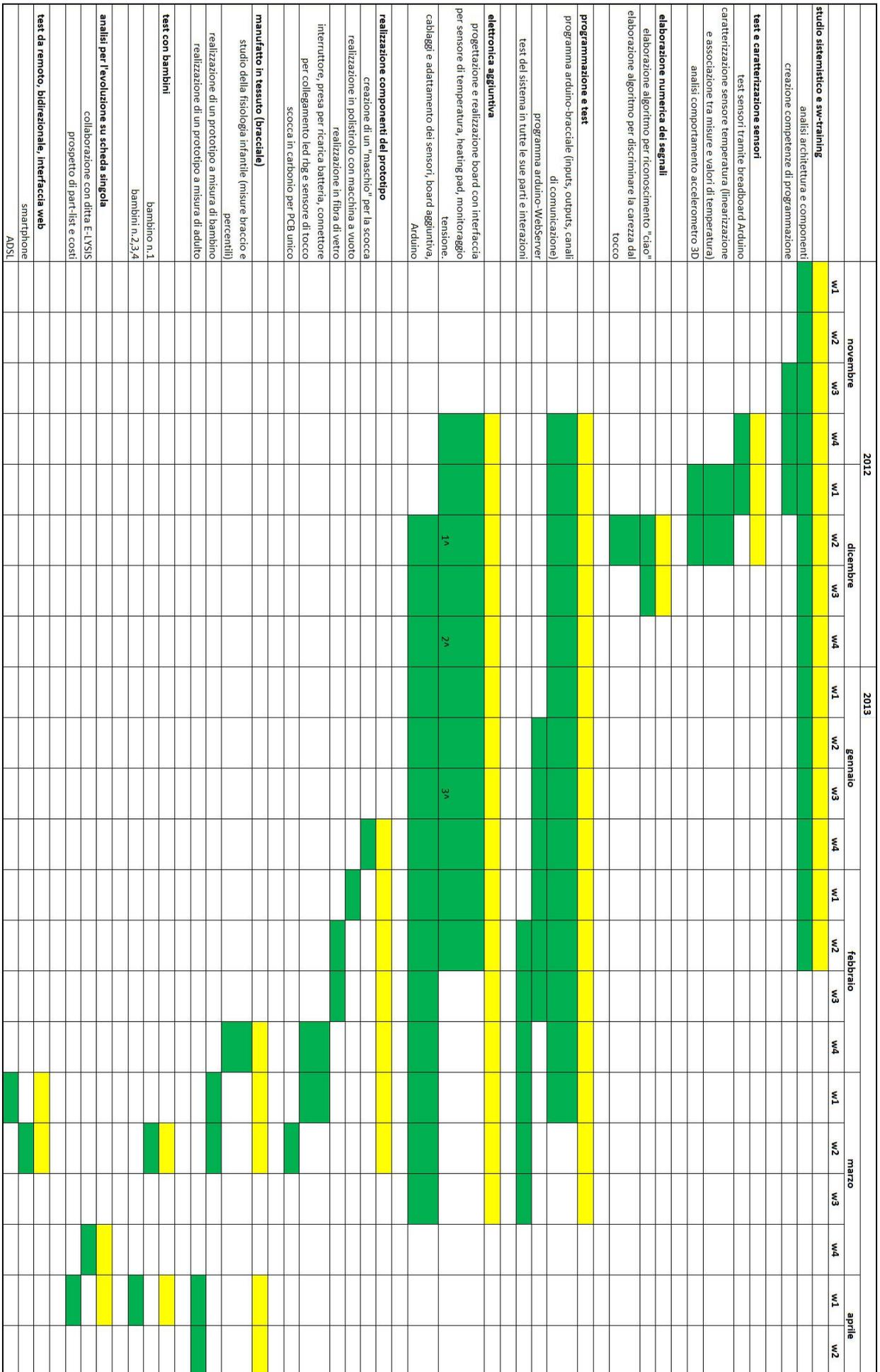


Tabella 6. 1 Diagramma di Gantt del prototipo

In giallo sono rappresentati i tempi corrispondenti a ciascuna fase generale, in verde i tempi corrispondenti alle specifiche funzioni riportate in tabella. Con numeri 1[^], 2[^] e 3[^] viene indicata la realizzazione di 3 diversi modelli di breadboard.

6.2 Test con i bambini

ConTatto è stato testato con:

- una bambina di 8 anni, tester A
- un bambino di 6 anni, tester B
- un bambino di 6 anni, tester C
- un bambino di 5 anni, tester D



Immagine 6. 4 tester A, 8 anni e tester B, 6 anni



Immagine 6. 5 tester C, 6 anni e tester D, 5 anni



Immagine 6. 6 Tester adulto

Il primo utilizzo del bracciale è stato sperimentato fornendo spiegazioni minime prima dell'utilizzo: è stato indicato come capire se il genitore era online o meno, e sono stati elencati i gesti che si potevano compiere sul bracciale. E' stato indicato che il genitore poteva, a sua volta, inviare delle azioni, ma senza spiegare quali fossero e cosa rappresentassero.

Successivamente, sono state fornite spiegazioni più esaustive, durante l'utilizzo, identificando insieme le sensazioni ricevute dal genitore.

In generale i bambini hanno dimostrato di capire facilmente come utilizzare il bracciale, e hanno afferrato immediatamente il concetto di comunicazione con l'adulto che era al computer, e che al momento non potevano vedere.

L'esperienza ha però confermato la necessità di effettuare un primo utilizzo con un adulto che conosca il funzionamento, e spieghi al bambino le associazioni con le sensazioni prodotte dal bracciale e le azioni intese dal genitore. Con spiegazioni semplici e coinvolgenti tutti i bambini si sono dimostrati interessati e partecipi.

I genitori, una volta collegati alla pagina web, hanno capito intuitivamente come utilizzare l'interfaccia, in quanto molto semplice. L'unica avvertenza che è stata necessaria è stato il ricordare ai genitori di segnalare al bambino il momento in cui ci si connette, e il momento in cui ci si disconnette (tramite l'apposito pulsante).

Genitori e bambini, insieme, hanno poi commentato l'esperienza, fornendo anche suggerimenti su possibili miglioramenti.

6.2.1 Considerazioni specifiche

Segnalazioni Led

Di fondamentale importanza sono state le segnalazioni Led per il riconoscimento dei gesti compiuti sul bracciale: una volta spiegato ai bambini le corrispondenze (luce verde = dammi il cinque, luce blu = carezza, luce rossa = ciao), i bambini, senza che li si invitasse a farlo, hanno iniziato a controllare le segnalazioni, per vedere che il gesto fosse stato trasmesso e fosse stato riconosciuto dal device come da loro inteso (soprattutto nel caso di carezza o dammi il cinque).



Immagine 6. 7 Tester B "saluta"

Il gesto "ciao"

La tester A, la più grande, ha capito subito come "salutare" in modo che il gesto venisse riconosciuto dal bracciale.

I bambini più piccoli hanno dovuto "imparare" il gesto, che all'inizio era compiuto in maniera molto rapida e scoordinata (il braccio non compiva un movimento ripetitivo, con una rotazione che facesse perno sul gomito, ma era composto da una singola traslazione diagonale, dall'esterno in alto, verso il bambino e in basso). Una volta mostrato loro come compiere correttamente il gesto ed aver provato due o tre volte, anche i bambini più piccoli

sono riusciti ad acquisire il gesto e a riprodurlo correttamente sia al momento, sia da soli durante prove successive.

Carezza e Dammi il Cinque

La differenza tra i due gesti è stata capita immediatamente da tutti i bambini.

Il tester B, ha mostrato, a volte, alcune difficoltà nel "mirare" il punto indicato. La segnalazione led si è dimostrata nel suo caso particolarmente importante, perché, non vedendo accendere la luce, ha ripetuto il gesto quando questo, compiuto al di fuori dell'area attiva segnalata, non era stato rilevato.

Il bambino più piccolo, il tester D, ha mostrato più interesse nel concetto generale di mandare un messaggio alla mamma, provando a compiere un gesto senza effettuare una scelta specifica, tra carezza e "dammi il cinque" prima di effettuare il gesto. Si è dimostrato più attento alla differenza del messaggio solo dopo alcuni minuti di comunicazione.

Riscaldamento del bracciale

Una volta spiegato che la sensazione di calore percepita era l'abbraccio "caldo" della mamma/papà i bambini hanno saputo riconoscere sensazione e relativa associazione emozionale quando quest'azione è stata ripetuta.



Immagine 6. 8 Tester D sta per mandare un "dammi il 5"

Il tester D si è, però, mostrato perplesso che la sensazione si avvertisse solo nella parte inferiore, e non attorno a tutto il braccio.

Motorino per vibrazione

Mentre la bambina più grande si è dimostrata in grado di comprendere subito la differenza tra le vibrazioni, chiedendo lei stessa quale differenza ci fosse nel messaggio del genitore all'utilizzo di una delle due, i bambini più piccoli hanno descritto la differenza nel segnale solo dopo che gli si

è chiesto se avessero avvertito una differenza.

Inoltre, mentre la tester A ha capito la differenza e compreso il gesto, i bambini sembra non abbiano compreso il concetto di contatto, quando questo è stato descritto come un "tenere per mano".

6.2.2 Consigli degli utenti

Dopo l'esperienza se ne è parlato con i bambini e con i genitori.

Sono emersi diversi aspetti:

Gesto di contatto

La non-comprensione del gesto di contatto, spiegato ai bambini come il tenere per mano, è stato attribuito da una mamma al fatto che nell'età dei bambini più piccoli (5-6 anni), è da lei utilizzato più come una misura pratica, adottata quando si cammina per non far allontanare troppo i bambini e proteggerli. Per un bambino più grande il gesto, persa la sua caratteristica più funzionale, assume un aspetto di conforto, che compensa la diminuzione di gesti come il prendere in braccio/l'abbraccio che diminuiscono col crescere del bambino

Abbraccio

La sensazione di riscaldamento è stata apprezzata, oltre che dai bambini in campo pratico, anche dagli adulti, concettualmente. L'abbraccio è stato anche associato al "prendere in braccio", al coccolare il bambino con un calore non solo pratico, ma anche metaforico, legato ai sentimenti.

Inserimento di un gesto

E' stato chiesto l'inserimento di un altro gesto: il bacio. Il gesto era stato preso in considerazione, ma scartato per motivi di praticità: non poteva essere percepito con sensori legati al campo tattile e del movimento, e non poteva essere riprodotto da un dispositivo che rendesse sensazioni principalmente tattili.

In seguito alla richiesta si potrebbe, però, pensare, in uno sviluppo riguardante le estensioni delle capacità di ConTatto, di inserirlo, facendo ricorso a sensori di suono per il riconoscimento del gesto da parte del bambino, e alla riproduzione di un suono, per la trasmissione del gesto da bambino a genitore.

Training a genitori e bambini

Dopo aver parlato con genitori e bambini è stato ritenuto opportuno prevedere un breve training di spiegazione del prodotto e di strategie di utilizzo con i genitori.

In seguito il genitore dovrà insegnare l'utilizzo al bambino e provare con lui l'oggetto. Nella realizzazione del concept questo ruolo era stato assegnato al personale ospedaliero, ma dopo aver svolto i test con l'utenza, si può affermare che è preferibile che il ruolo di insegnante sia affidato al genitore con cui il bambino poi comunicherà, e, se non fosse disponibile questi, con l'altro genitore, che conosce il bambino meglio del personale medico, e ha con lui un rapporto di fiducia.

I vantaggi che a spiegare il funzionamento dell'oggetto al bambino sia il genitore che poi sarà il comunicatore sono quelli:

- il bambino associa più facilmente il gesto al genitore che glielo ha spiegato (questo si è verificato durante i test, facendo ripetere le mie spiegazioni ai bambini da una mamma, il bambino ha poi ripetuto alcune delle parole usate dalla mamma durante l'uso del device, associandole alle sensazioni provate)
- la spiegazione viene effettuata da una persona che conosce il bambino, e può fare riferimento a esperienze o preferenze del bambino stesso, aggiungendo profondità e personalizzazione all'esperienza.



7. Conclusioni

ConTatto ha dimostrato la possibilità di instaurare con successo una comunicazione emozionale bambino-genitore a distanza, utilizzando il senso del tatto.

Ha riportato pareri positivi dall'utenza, che ha apprezzato la possibilità di poter usufruire di una comunicazione diversa da quella comunemente utilizzata, che esprimesse emozioni tramite gesti.

Questo progetto, inoltre, porta un contributo nella continua ricerca di strumenti per sviluppare un sistema di accoglienza e ambientazione che aiuti i bambini durante il periodo di degenza in un contesto di partenza non rassicurante. Fornisce, infatti, un metodo per mantenere un contatto con un genitore, che altrimenti sarebbe escluso dal processo di conforto e rassicurazione del bambino, indicato come metodo terapeutico da diverse ricerche (Robertson 1958, Platt 1959, Filippazzi 2004 et al.)

7.1 Analisi tramite il senso del tatto

Il concentrarsi principalmente su un unico senso ha permesso di studiare le reazioni dell'utenza con specificità, concentrandosi sull'effetto delle sensazioni tattili e sulla percezione legate a quel campo, eliminando distrazioni su altri sensi.

Considerando che parte dell'utenza è composta da bambini con capacità di concentrazione limitate, è stato opportuno condurre una sperimentazione concentrata sul senso scelto.

In questo modo è stato possibile ottenere risultati che non fossero invalidati dalla percezione di altre componenti, che influenzassero le reazioni e la valutazione del bambino.

7.2 Test svolti nello scenario prefigurato

Per ottenere risultati ancora più precisi e reali rispetto allo scenario selezionato, sarebbe opportuno condurre una serie di test più ampi, con un campione di utenza più varia, che comprenda tutta la fascia d'età d'utenza, e proveniente dal contesto scelto: un ospedale pediatrico.

In questo modo si potrebbe avere reazioni che prendano in considerazione lo stato emozionale del bambino, diverso in un contesto domestico e protetto, rispetto a quello sviluppato in un ambiente stressante e in cui la presenza e il contatto con il genitore si dimostrano più necessari.

I risultati a livello emozionale sarebbero più veritieri, perché verrebbero raccolti in un contesto in cui esiste davvero una lontananza fisica e di media-lunga durata col genitore, mentre, nei test descritti in precedenza, il bambino, essendo separato dal genitore per pochi minuti, non percepiva un senso di "mancanza" e il conseguente desiderio di un contatto.

Inoltre, il contesto per cui il device è stato progettato aiuterebbe a verificare due aspetti che nei test svolti in un ambiente domestico hanno presentato alcune problematiche:

- Al genitore doveva essere ricordato di segnalare al bambino il momento del collegamento e il momento in cui interrompeva la comunicazione. Bisogna verificare se questo dipenda dal fatto che il genitore al momento del test era nelle vicinanze del bambino e sapeva quando questo si sarebbe collegato. In un contesto in cui ci fosse effettivamente una lontananza fisica, e il genitore potesse sapere solo l'ora approssimativa del collegamento, sarebbe portato a cercare una segnalazione che confermasse al bambino il suo stato di connessione.

Il training previsto per i genitori potrebbe, comunque, risolvere il problema, qualora questo si ripresentasse anche nei test svolti nel contesto corretto.

- I bambini più piccoli non sembravano riconosce la sensazione di contatto con il genitore come un gesto affettivo, ma probabilmente lo individuavano come un gesto semplicemente funzionale (es. tenersi per mano per attraversare la strada). E' necessario verificare se, in un contesto dove questa "funzionalità" viene eliminata, il gesto possa acquistare una caratteristica di conforto, come nel caso riscontrato nei test con la tester più grande.

7.3 Ampliamento della gamma dei gesti

I test eseguiti hanno fornito anche consigli e spunti per l'ampliamento delle funzionalità di ConTatto. Aggiungendo una componente di riconoscimento e di riproduzione dei suoni si potrebbe ampliare la gamma di gesti riconosciuti e riprodotti, e si potrebbero potenziare le segnalazioni di funzionamento, ora sostenute solo dal led RGB e da un led verde che segnala l'accensione. Un elemento che riproduca suoni potrebbe assistere nella segnalazione di stato online e offline del genitore, e nelle indicazioni di esaurimento della batteria. In questo modo si potenzierebbe il device, portando le possibilità di comunicazione ad un livello multisensoriale.

7.4 Evoluzione dell'architettura di sistema

Il progetto ConTatto prevede un possibile sviluppo dell'architettura basata su uno smartphone Android (collegato al bracciale in bluetooth) che realizzi la funzione di "bridge" tra bambino e console di comando per il genitore (sostituendo quello che ora è il modulo web server).

In questo modo si semplificherebbe ulteriormente il sistema, ricorrendo ad un componente standard, largamente disponibile, per il quale occorre solo creare un'applicazione.

7.5 Sviluppi in altri scenari

Nel loro articolo "*The Science of interpersonal touch*", 2010 Gallace e Spencer sottolineano la crescente importanza della creazione di strumenti che permettano una comunicazione tattile tra persone tra loro lontane.

Il successo evidenziato dai test nella realizzazione di una comunicazione emozionale tramite ConTatto porta a ipotizzare possibili sviluppi di una comunicazione emozionale simile anche in altri campi.

Con la stessa tecnologia e un'architettura di sistema simile è possibile realizzare strumenti che permettano di portare la comunicazione emozionale verso un altro tipo di utenza e in contesti diversi, adattando i gesti, la forma, e le funzionalità dell'oggetto a nuovi scenari.

La piattaforma "Arduino" è open source e permette, quindi, la rielaborazione dei dispositivi utilizzati, integrando nuovi elementi che potrebbero facilitare e migliorare il design di strumenti per la comunicazione tattile ed emozionale a distanza.



8. Sviluppi futuri

Sono state analizzate due soluzioni per un possibile sviluppo di ConTatto, allo scopo di migliorare il prodotto, rendendo i componenti hardware più piccoli e sottili.

Questo permetterebbe di:

- realizzare un bracciale meno ingombrante;
- semplificarne una possibile produzione industriale.

8.1 Soluzione con componenti da 3.3V

Una soluzione possibile, con i mezzi ora disponibili, è l'utilizzo di componentistica hardware che funzioni a 3,3V.

I vantaggi di una configurazione a 3,3 V sarebbero:

- Utilizzo di una batteria da 3,7 V, più sottile della batteria da 7,4 necessaria per i componenti funzionanti a 5V. Questo permetterebbe di ridurre le dimensioni della scocca superiore del bracciale.
- Inserimento di un componente esistente solo con alimentazione da 3,3V, il LiPo charger, che permette di ricaricare la batteria LiPo da 3,7 V tramite un connettore mini-USB. Questo consentirebbe di ricaricare la batteria tramite presa USB, invece che essere costretti ad utilizzare un apposito carica-batteria.

8.2 Soluzione con PCB dedicato

La soluzione ottimale sarebbe quella di produrre 2 PCB (Printed Circuit Board) dedicati, che comprendano tutti i dispositivi ora utilizzati separatamente.

Un PCB conterrà i componenti che vanno posti nella parte superiore del braccialetto, e uno conterrà i componenti che vanno posti nella tasca inferiore.

I vantaggi di questa soluzione sarebbero:

- dimensioni inferiori rispetto al prototipo attuale;
- possibilità di caricare la batteria tramite presa USB;
- assemblaggio del bracciale molto più semplice: le schede PCB andrebbero solo inserite nel bracciale e collegate tra loro tramite flat cable, evitando tutte le saldature e il montaggio dei vari componenti nelle scocche. Con questa soluzione sarebbe possibile una vera produzione industriale, ora ostacolata dagli alti costi di assemblaggio.

8.2.1 PCB superiore

Il PCB superiore dovrebbe integrare:

- Arduino pro mini 3,3V
- Caricabatteria da USB
- Bluetooth SMI-RF gold
- Breadbord con 1 operazionale 358, 1 transistor darlington, 6 resistori
- Accelerometro 3D + resistori
- Led RGB (area posteriore PCB)
- Sensore pressione (area posteriore PCB)

- Connettore 7 poli per resistenza riscaldamento(2) + sensore temperatura(3) + motorino eccentrico (2)
- Connettore batteria 3,7 volt
- Interruttore + led (in testata PCB)
- Connettore mini USB, per ricarica batteria (in testata PCB)

L'area stimata per un PCB con queste caratteristiche è di circa 28 cm².

Questo consentirebbe una riduzione dell'area della scocca superiore.

Inoltre consentirebbe una notevole diminuzione dello spessore perché, in questo modo, si arriverebbe a circa 8 mm (metà dello spessore attuale), comprendendo PCB, batteria e una scocca di supporto.

E' stato realizzato un modello 3D, per fornire un esempio di come potrebbe essere l'insieme finale delle componenti superiori.

Le dimensioni sono di: 92 x 40 x 8 mm (contro 100 x 40 x 16 mm delle dimensioni attuali).

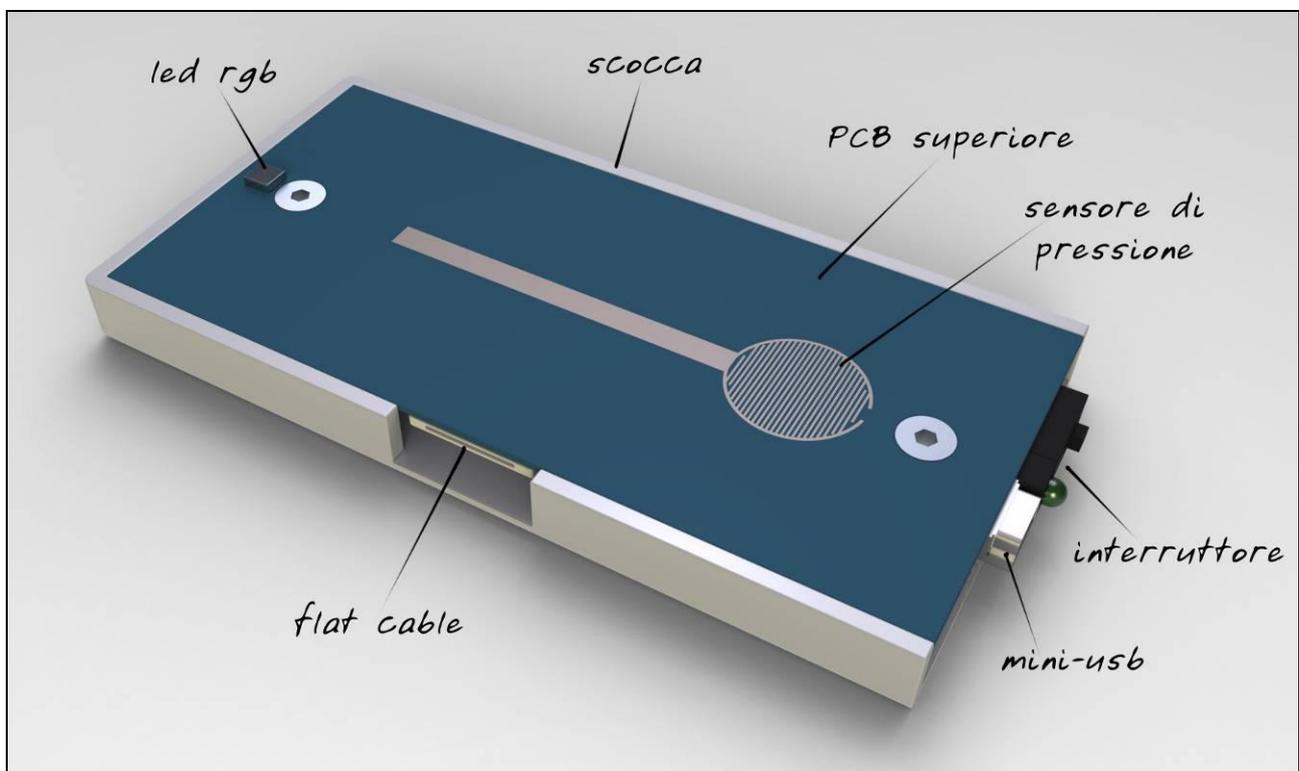


Immagine 8. 1 Scocca superiore.

Quest'immagine mostra come potrebbe essere l'insieme superiore, comprendendo una scocca di supporto, il PCB e la batteria (posizionata tra la scheda PCB e la scocca).

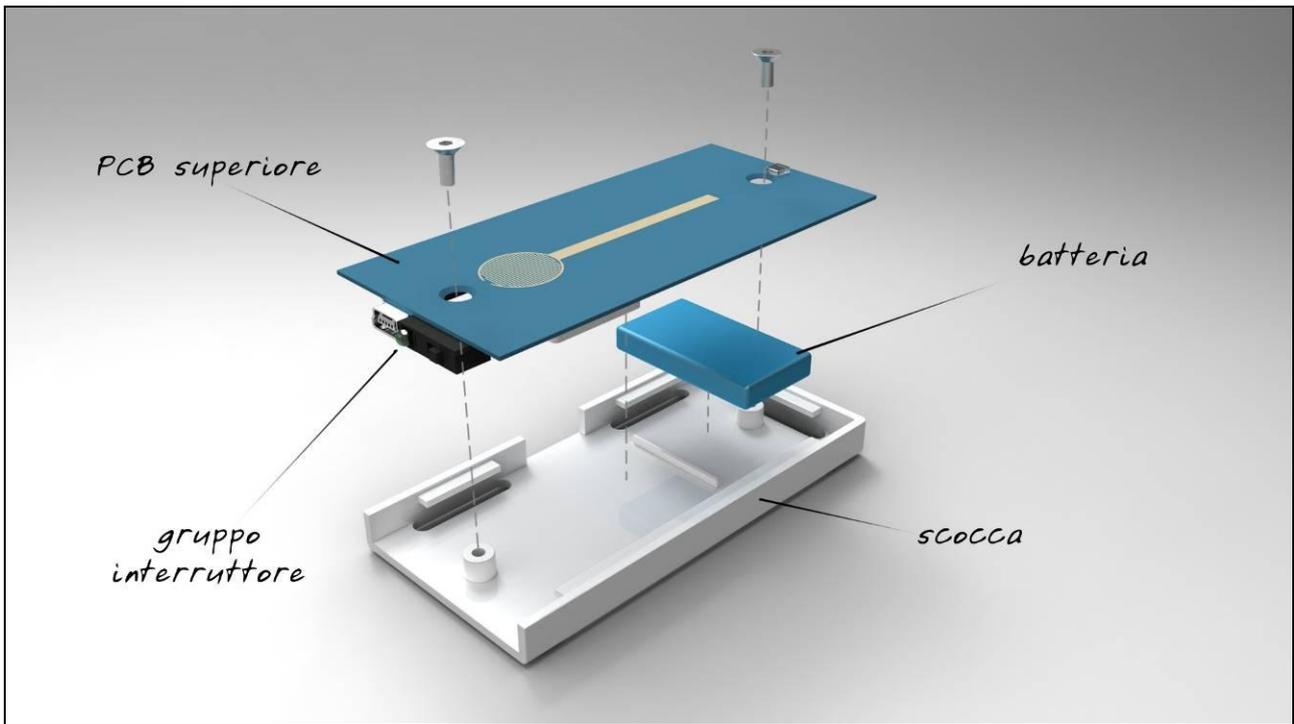


Immagine 8. 2 Esploso dei componenti superiori.

L'esploso mostra i componenti della scocca che andrebbe inserita nella tasca superiore. Si può vedere come la batteria verrebbe posizionata: in un alloggiamento della scocca, sotto un'area vuota del PCB, appositamente progettata.

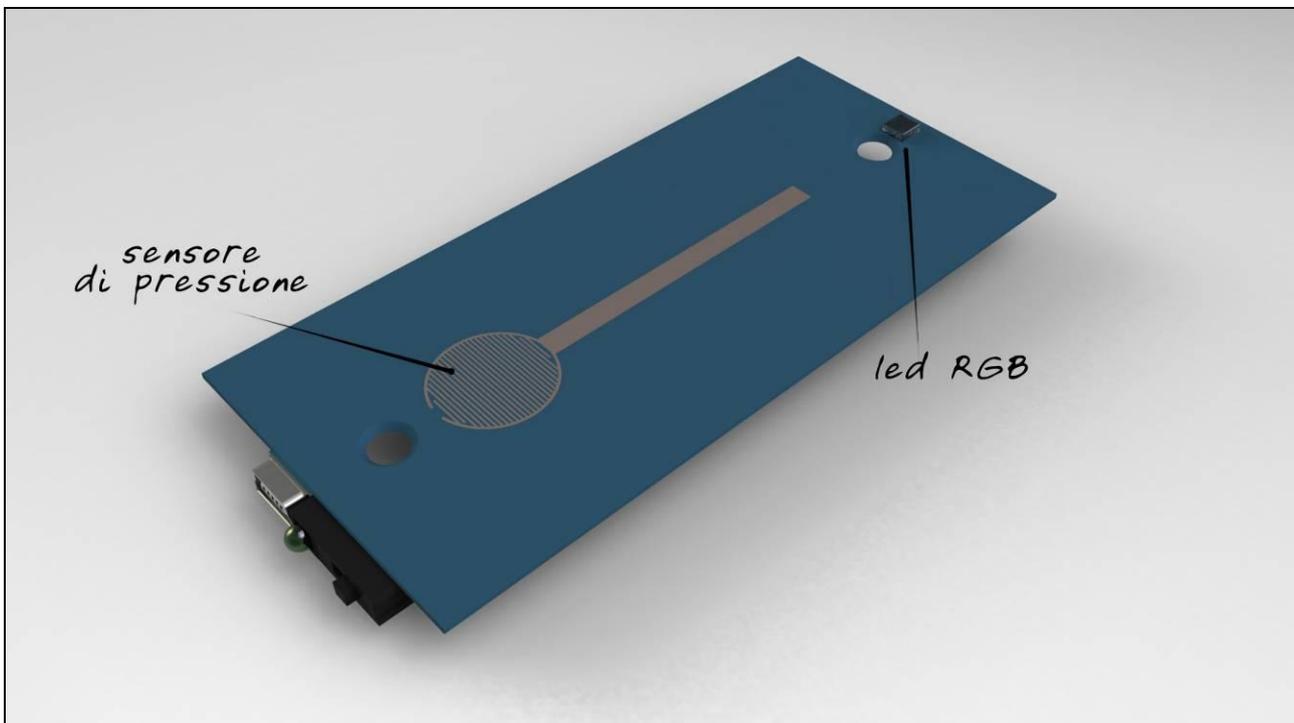


Immagine 8. 3 PCB superiore.

In questa immagine è presentata la faccia del PCB che verrà posta verso l'alto. Nella parte superiore sono installati solo due componenti: il sensore di pressione e il led RGB. Il resto della superficie è liscia, per non ostacolare il bambino nel gesto della carezza.

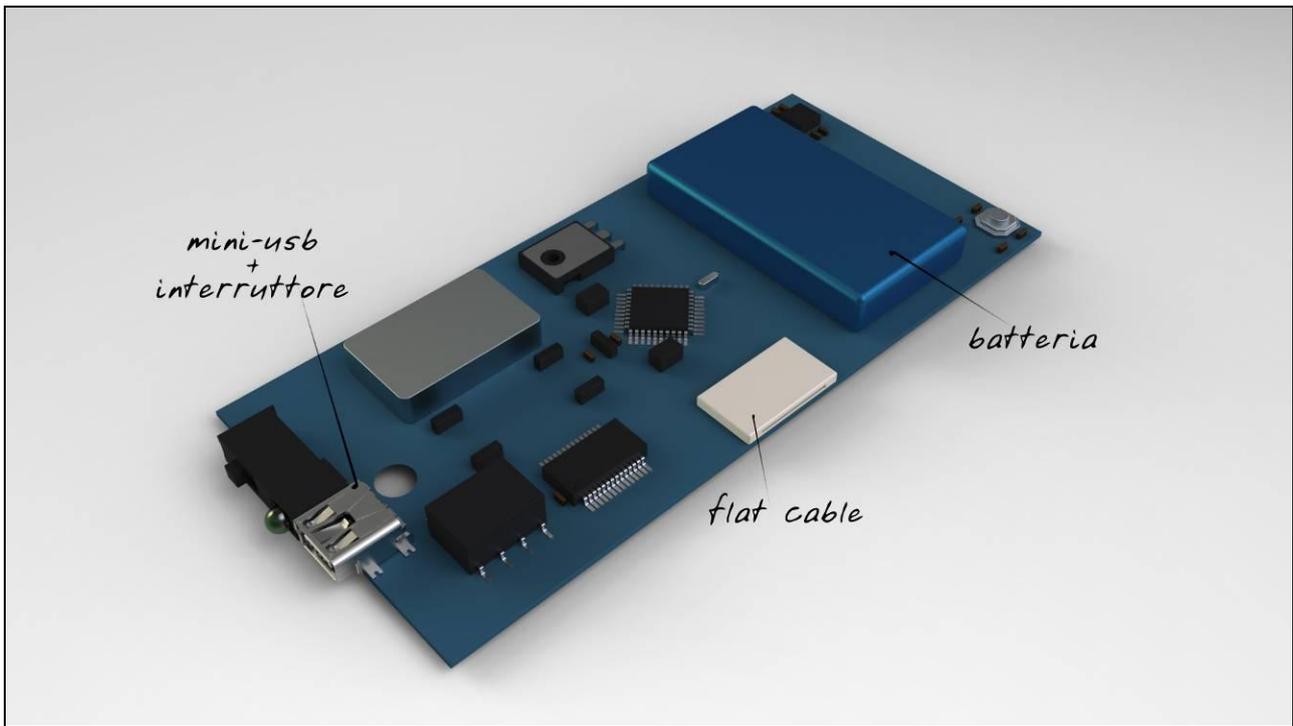


Immagine 8. 4 PCB superiore.

In questa immagine viene presentata la faccia del PCB che sarà rivolta verso il basso. Su di essa sono presenti i componenti necessari, uno spazio per l'alloggiamento della batteria (che qui è solo appoggiata), un connettore per flat cable, che consentirà di collegare il PCB inferiore.

L'interruttore e la presa mini-usb sono montati orizzontalmente in fondo alla scheda. Un taglio nella parte posteriore del tessuto permetterà di accedere a questi dispositivi.

8.2.2 PCB inferiore

Il PCB inferiore dovrebbe integrare:

- resistenza di potenza da 10Ω, che svolgerebbe la funzione della resistenza di riscaldamento integrata nella scheda;
- sensore di temperatura;
- interruttore termico;
- motorino per vibrazione.

Le dimensioni di questa scheda dipendono dall'area che si desidera venga occupata dalla resistenza. Per mediare tra una scheda piccola, più facile da inserire nel bracciale, e un'area di riscaldamento adeguata, il PCB inferiore potrebbe essere circa: 70 x 25 x 3 mm.

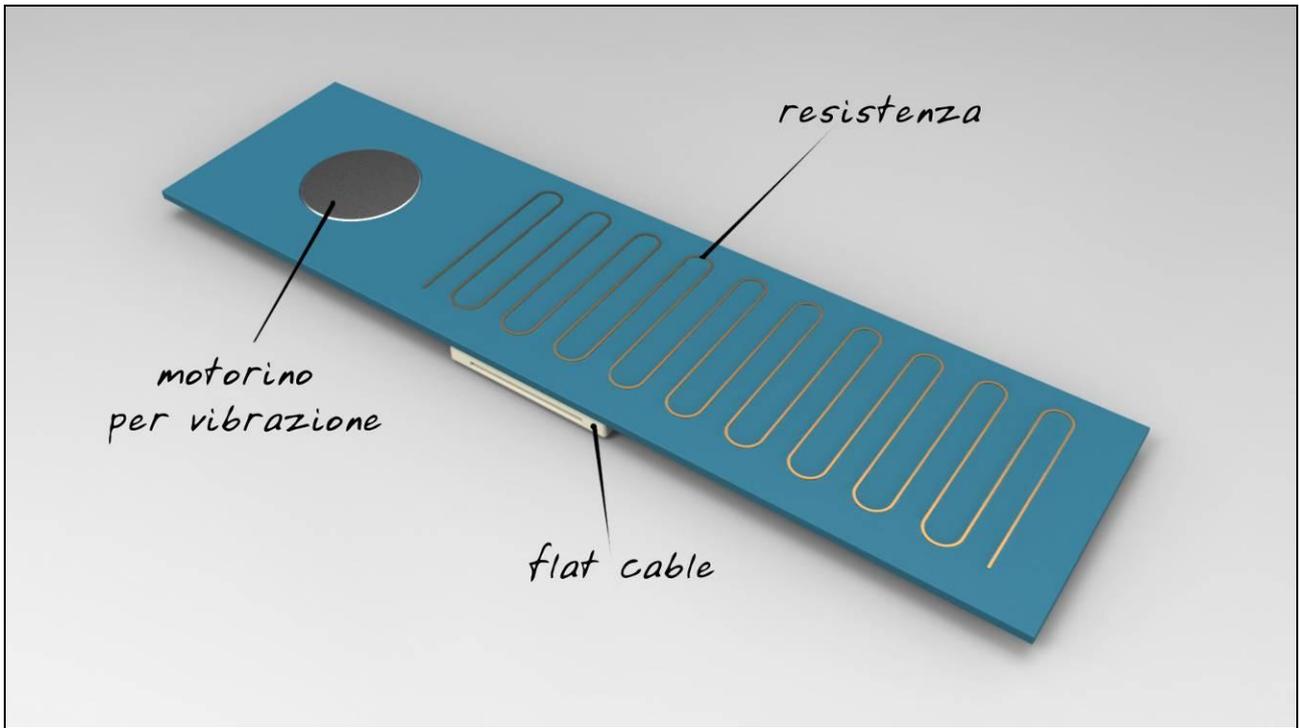


Immagine 8. 5 Ipotesi di PCB inferiore.

In questa immagine si vede la faccia del PCB che va posta verso la parte interna del polso. Da questo lato saranno presenti gli attuatori (la resistenza di riscaldamento e il motorino per vibrazione) che creeranno i gesti inviati dal genitore

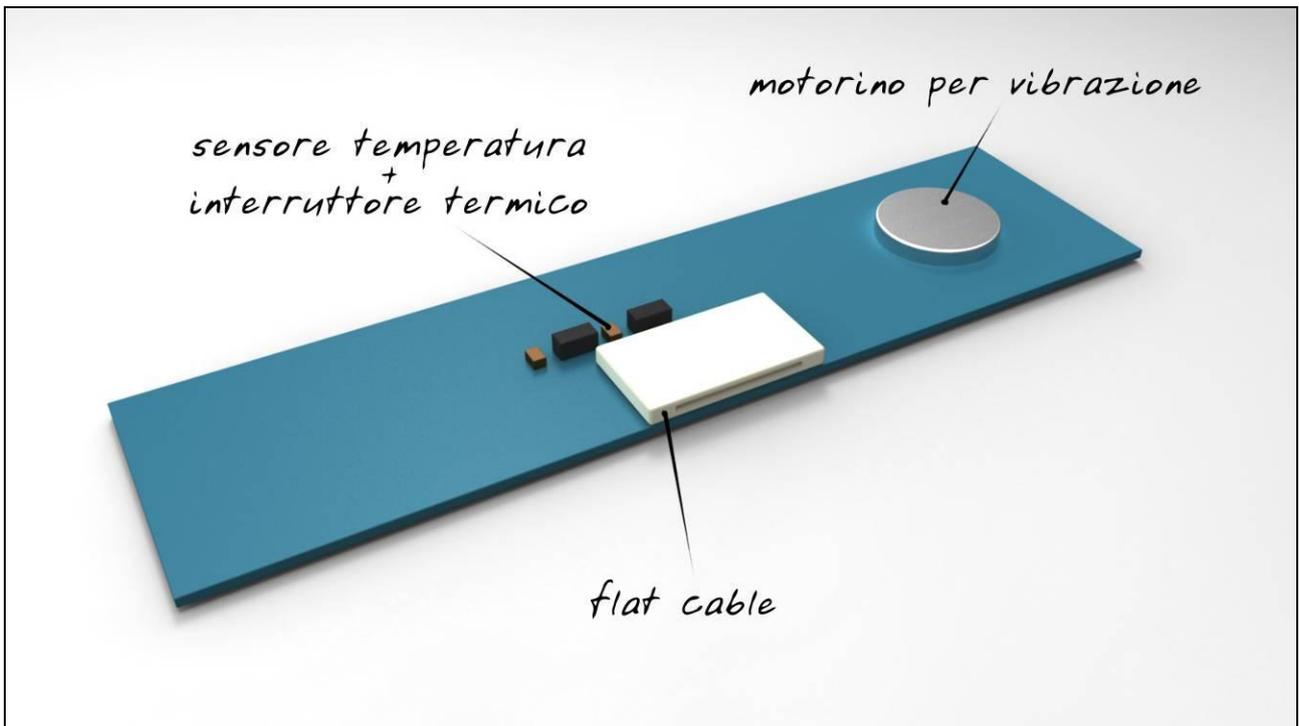


Immagine 8. 6 Ipotesi di PCB inferiore.

In quest'immagine si vede il retro del PCB (rispetto all'immagine 8.5). Si possono vedere il sensore di temperatura e l'interruttore termico, con i componenti necessari, l'attacco per l'inserimento del flat cable, che permette di collegare questo PCB con quello superiore, che presenta l'unità di elaborazione. Inoltre si vede lo spessore del motorino per vibrazione, che spoggerà lievemente verso l'esterno del bracciale, per non dare fastidio al bambino, che si troverà così una superficie liscia contro il polso.

8.2.3 PCB in Rigid Flex

Un'ulteriore possibilità di sviluppo potrebbe essere quella di sostituire il PCB inferiore con un PCB in Rigid Flex.

Un PCB Rigid Flex è un PCB fatto in kapton e può essere flessibile e multistrato.

Con questa soluzione si eviterebbe l'utilizzo dei connettori e del flat cable: dal PCB superiore si collegherebbe direttamente il PCB Rigid Flex (senza l'utilizzo del connettore flat cable), che avrebbe una forma tale da consentirgli di allungarsi fino alla tasca del bracciale.

Il PCB in Rigid Flex permette anche l'inserimento di una resistenza, per cui possiede tutte le caratteristiche necessarie al progetto.

Il vantaggio di questa soluzione sarebbe:

- ottenere spessori ancora minori: il PCB in Rigid Flex è inferiore al millimetro, e inoltre permetterebbe la rimozione dei flat cable.
- avere un componente unico, invece che due diverse schede da collegare. Questo comporterebbe minori costi di assemblaggio.
- grazie alla diminuzione dei componenti singoli e all'eliminazione dei connettori flat cable, si otterrebbe un miglioramento dell'MTBF (Mean Time Before Failure), con conseguente aumento dell'affidabilità.

Lo svantaggio è che il costo di un PCB in Rigid Flex è circa quattro volte il costo di un PCB tradizionale. Questa soluzione sarebbe quindi accettabile solo in un contesto di volumi di produzione, che tramite i risparmi in costi di assemblaggio, coprissero o almeno limitassero l'aumento di spesa per il PCB in Rigid Flex.

8.2.4 Bilancio energetico

Per verificare quale tipo di batteria sia adeguata ad alimentare il dispositivo dopo l'integrazione, è stato fatto un bilancio energetico, utilizzando i dati raccolti durante l'esperimento sulla durata della batteria (vedi sezione **5.2.5 Batteria**).

Il grafico 8.1 mostra l'andamento della tensione durante un normale funzionamento.

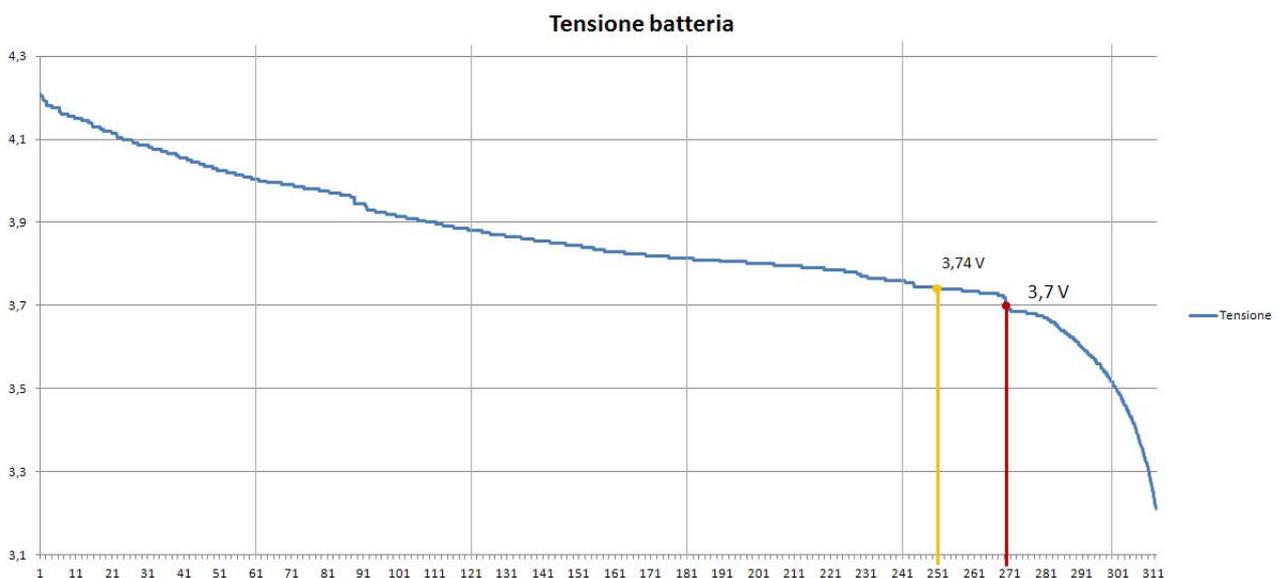


Grafico 8. 1 Andamento della tensione della batteria durante l'utilizzo

Con il programma che arresta il funzionamento del device quando la tensione raggiunge la soglia fissata a 7,4 V si è misurata una durata di 4 ½ h, ed è stato rilevato un consumo di 200 mA, corrispondente a 2/3 della batteria. Considerando un valore medio di tensione di 7,8 V, il consumo è di 1560 mW.

Di questi circa 1/5 di quanto consumato è stato utilizzato per alimentare la resistenza, il led e il motorino per vibrazioni.

I restanti 4/5 sono stati utilizzati per alimentare i componenti funzionanti a 5V (la scheda Arduino, il bluetooth ecc).

Passando da un sistema a 5V ad uno a 3,3V, si avrebbe una riduzione dei consumi delle componenti che prima erano alimentate a 5V, mentre le componenti come la resistenza, il led e il motorino per vibrazione mantengono all'incirca gli stessi consumi.

La riduzione dei consumi è quadratica rispetto alla tensione di alimentazione e in questo caso si riduce di un fattore uguale a 2,3, per cui si avrebbe un consumo dei componenti a 3,3 V pari a 542mW.

Sommando al consumo degli altri componenti si ottiene un consumo di 854 mW, pari a 220mA, considerando una tensione media di 3,9V.

Per mantenere la stessa autonomia è, quindi, necessaria una batteria da 3.7V, 330 mA/h. L'utilizzo di una batteria di capacità inferiore riduce l'autonomia (es. la capacità di 240mA/h porta l'autonomia a 3 h e 20 minuti).

8.2.5 Analisi costi

Avvalendosi della consulenza dell'Ingegnere Carlo Moroni, dell'azienda E-LYSIS, è stata fatta un'analisi dei costi di sviluppo del PCB unico, sia per la produzione di un prototipo, sia per la produzione di un volume di 1000 esemplari.

Nella tabella seguente vedremo:

- i costi per l'acquisto dei componenti che sono stati utilizzati nel prototipo attuale
- i costi per i componenti, lo sviluppo e la manodopera di un prototipo del PCB integrato
- i costi per i componenti, lo sviluppo e la manodopera di un volume di 1000 PCB integrati

COMPONENTI/SVILUPPO/MANODOPERA	COSTO COMPONENTI PER PRIMO PROTOTIPO	PROTOTIPO PCB UNICO	VOLUME DI PRODUZIONE 1000 UNITÀ
heating pad	€ 3	€ 3	€ 2
force sensing resistor	€ 7,10	€ 4	€ 2
accelerometer 3D lilypad	€ 19,70	€ 9	€ 5
temperature sensore lilypad	€ 4,24	€ 2	€ 1
vibe board lilypad	€ 8,70	€ 4	€ 2
Bluetooth - BlueSMiRf Gold	€ 54,90	€ 55	€ 27
arduino pro mini 5v	€ 10,50	€ 3	€ 2
battery 300mAh 7,4V	€ 5,40	€ 5	€ 3
led RGB	€ 7,87	€ 5	€ 3
thermal switch	€ 3,74	€ 2	€ 1
PCB		€ 13	€ 7
montaggio		€ 50	€ 5
test		€ 50	€ 5
TOTALE	125,15	€ 206	€ 63

Tabella 8. 1 Tabella dei costi di produzione per un prototipo e per un volume di produzione di 1000 unità.

In particolare, i costi per la realizzazione del prototipo con PCB integrato dipendono dalle dimensioni e dal fattore di forma di ogni singolo PCB in relazione alle dimensioni del quadrotto (30x30 cm) sul quale va mappato.

Il costo del singolo PCB si ottiene dividendo il costo del quadrotto per il numero di schede che esso può contenere. In prima istanza se la forma è rettangolare e le dimensioni sono quelle preventivate, un calcolo approssimativo si può effettuare dividendo la superficie del quadrotto (900cm²) per la superficie del PCB (28 cm²). Il numero di PCB ottenibili da un quadrotto è quindi di circa 30 unità.

REALIZZAZIONE PROTOTIPO	
PCB quadrotto 30x30 cm 2 layer	€ 400
montaggio	€ 50
test	€ 50

Tabella 8. 2 Tabella dei costi di realizzazione di un prototipo

I costi NRE (Non Recurring Engineering charges), e cioè i costi di avviamento per la realizzazione di 1000 esemplari di PCB integrato, si dividono in:

- sviluppo del master (progettazione del PCB)
- integrazione della logica che effettua un self test del sistema
- programmazione delle macchine per il montaggio e test dell'elettronica

INDUSTRIALIZZAZIONE	
sviluppo master	€ 1.000
Built in Self Test	€ 4.000
Programmazione macchine per montaggio e test elettronica	€ 3.000
TOTALE	€ 8.000

Tabella 8. 3 Costi NRE di industrializzazione

Bibliografia

Articoli

Caria V., Di Sauro R., 2012, *Associazionismo ospedaliero e oncologia pediatrica: un'esperienza sul territorio romano* < www.ceripa.it>

Carlesi T., 2006, *Il bambino ospedalizzato*,
<http://www.asnit.org/index.php?Itemid=39&id=26&option=com_content&task=view>

Cipollina R., *Adolescenza*, < <http://www.iltuopsicologo.it/Presentazione.asp>>

Council, C.L., 2006, *Child life services*. *Pediatrics*, 118(4), 1757-1763.

Dancer C., Essick G. K., Fabricant D., Guest S., Jones T., McGlone F., Phillips N., Ragin Y., 2010, *Quantitative assessment of pleasant touch*, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 34 (2010), doi: 10.1016/j.neubiorev.2009.02.003.

Gallace A., Spence C., 2010, *The science of interpersonal touch: An overview*, *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 34 (2010), doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.10.004.

Halm M. A., 2008, *The healing power of the human-animal connection*, *American Journal of Critic Care* Jul;17(4):373-6.

Ishak W. W., Kahloon M., Fakhry H., 2011, *Oxytocin role in enhancing well-being: a literature review*. *Journal of affective disorders*, 130(1), 1-9.

Kristensson-Hallström, I., 1999, *Strategies for feeling secure influence parents' participation in care*. *Journal of clinical nursing*, 8(5), 586-592.

Linge L., 2013, *Joyful and serious intentions in the work of hospital clowns: a meta-analysis based on a 7-year research project conducted in three parts*. *Int J Qual Stud Health Well-being*. 8(0):1-8. doi: 10.3402/qhw.v8i0.18907.

Moore, M., & Russ, S. W., 2006, *Pretend play as a resource for children: implications for pediatricians and health professionals*. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 27(3), 237-248.

Tahhan D. A., 2012, *Touching at depth: The potential of feeling and connection*, *Emotion, Space and Society*, doi:10.1016/j.emospa.2012.03.004.

Uvnäs-Moberg K., 1998, *Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions*, *Psychoneuroendocrinology*, Vol. 23, No. 8, pp. 819–835.

Uvnäs-Moberg, K., Petersson, M., 2005, *Oxytocin, a mediator of anti-stress, well-being, social interaction, growth and healing*. *Z Psychosom Med Psychother*, 51(1), 57-80.

Libri

AA.VV., 1996, *Fisiologia e Biofisica Medica*, Terza edizione, Milano, Poletto Editore.

- AA.VV. 2008, *Materiali per il Design, Introduzione ai materiali e alle loro proprietà*, Prima Edizione, Casa Editrice Ambrosiana.
- Banzi M., 2008, *Getting Started with Arduino*, Second Edition, Sebastopol O'Reilly.
- Camaioni L., 1993, *Manuale di psicologia dello sviluppo*, Terza edizione, Bologna, Il Mulino.
- Chirone E., Tornincasa S., 2006, *Disegno tecnico industriale*, Torino, Il Capitello.
- Dell'Antonio A., 1982, *Bambini che vivono in ospedale*, Milano, Borla editore.
- Filippazzi G., 2004, *Un ospedale a misura di bambino*, Seconda Edizione, Milano, FrancoAngeli.
- Golomb D. H., Owings C. L., Reynolds H. M., Schork M. A., Schneider L. W., Snyder R. G., 1977, *Anthropometry of Infants, Children and Youths to Age 18 for Product Safety Design*, Bethesda, Consumer Product Safety Commission
- Maiocchi M., 2007, *La comunicazione emozionale negli ambienti ospedalieri*, Segrate (MI), Maggioli Editore.
- Margolis M., 2011, *Arduino Cookbook*, Second Edition, O'Reilly.
- Nucchi M., 1995, *Aspetti psicologici del bambino in ospedale*, Sorbona.
- Oxer J., Blemings H., 2009, *Practical Arduino, Cool Projects for Open Source Hardware*, First edition, New York, Apress.

Tesi

- Bishop, K. G., 2008, *From their perspectives: Children and young people's experience of a paediatric hospital environment and its relationship to their feeling of well-being*, PhD, University of Sydney.
Faculty of Architecture, Design and Planning.
- Di Pietro E., 2004-2005, *Un'esperienza di ludoterapia nei reparti pediatrici attraverso il disegno della figura umana*, Tesi di Laurea Triennale, Università degli Studi di Roma la Sapienza, Psicologia, Scienze e Tecniche Psicologiche.
- Ugur S., 2012, *Embodiment of Emotions through Wearable Technology. A practice based design research*, Tesi di Dottorato, Politecnico di Milano, Design.

Linkografia

- <http://arduino.cc/forum>
- <http://cutecircuit.com>
- <http://it.rs-online.com/web>
- <http://it.wikipedia.org>
- <http://tssh2.sourceforge.jp>
- <http://www.akronchildrens.org>

<http://www.antropozoa.it/>
<http://www.arduino.cc>
<http://www.asnit.org>
<http://www.athenaeummusicale.it>
<http://www.cadsoftusa.com>
<http://www.ceripa.it>
<http://www.childrensmercy.org>
<http://www.dupont.com>
<http://www.e-lysis.com/>
<http://www.gaslini.org>
<http://www.georgetownuniversityhospital.org>
<http://www.giannifavilli.it/blog/arduino-controllo-remoto-http>
<http://www.hometrainingtools.com/skin-touch>
<http://www.interlinkelectronics.com>
<http://www.lynxmotion.com>
<http://www.meyer.it>
<http://www.ospedalebambinibrescia.it>
<http://www.ospedaledebambini.it>
<http://www.pcdandf.com>
<http://www.pediatria.it>
<http://www.robot-italy.com/it>
<http://www.rovingnetworks.com>
<http://www.sparkfun.com>
<http://www.tessuti.com>
<http://www.tglobaltechnology.com>
<http://www.treccani.it/vocabolario>
<http://www.urmc.rochester.edu/childrens-hospital>
<http://www.vertici.com>
http://www.youtube.com/watch?v=_1fQxE-TVio
<http://www.youtube.com/watch?v=Qa-G0FvI98U>
<http://www.youtube.com/watch?v=wOntTKfW6O0>