

De Marchi Luca
Relazione di Tirocinio Breve
A. A. 2009/2010

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTA' DI INGEGNERIA
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

Relazione di tirocinio:

STUDIO PER LO SVILUPPO DI UN CIRCUITO DI INTERFACCIA UTENTE PER IL NUOVO BISTURI VESALIUS LEGEND

Relatore: Prof. Daniele Vogrig

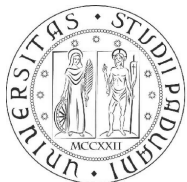
Tutori Aziendali: Ing. Cristian Muraro

Laureando: Luca De Marchi

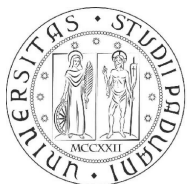
Matricola: 507517

Padova, 28/09/2010

ANNO ACCADEMICO 2009/2010



De Marchi Luca
Relazione di Tirocinio Breve
A. A. 2009/2010



SOMMARIO

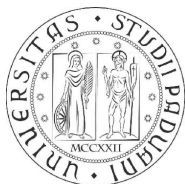
Oggetto della tesi è lo studio e la progettazione di un circuito di interfaccia utente per il nuovo bisturi a radiofrequenza Vesalius Legend.

Lo studio comprende la risoluzione di problematiche legate alla vecchia interfaccia grafica e l'introduzione di innovativi sistemi di interazione tra macchina e utente come sistemi capacitivi e display touch screen.

Tutto questo è l'inizio di un progetto che potrà alla realizzazione di uno dei più avanzati sistemi chirurgici attualmente disponibili.



De Marchi Luca
Relazione di Tirocinio Breve
A. A. 2009/2010



INDICE

1. INTRODUZIONE

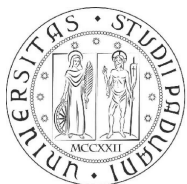
1.1 Breve presentazione del tirocinio	pag. 7
1.2 Finalità dello Stage	pag. 7
1.3 Azienda Ospitante	pag. 8

2. SVILUPPO TECNOLOGICO DELL'APPARECCHIATURA VESALIUS

2.1 Descrizione del prodotto	pag. 9
2.2 Funzionamento scheda display attuale	pag. 10
2.2.1 Potenzimetri 1k Ω + 1k Ω	pag. 11
2.2.2 Tasti a pressione	pag. 12
2.2.3 Display a 7 segmenti	pag. 12
2.2.4 Led di indicazione	pag. 13
2.3 Problemi rilevati e relative soluzioni applicate	pag. 13
2.3.1 Graduale perdita di precisione dei potenziometri	pag. 13
2.3.2 Variazione numeri display derivante dal riscaldamento	pag. 14
2.3.3 Falsi errori di rilevazione	pag. 15

3. PROCESSO DI SVILUPPO SCHEDA DI INTERFACCIA

3.1 Studio e analisi dei requisiti	pag. 17
3.1.1 Requisiti specifici utente	pag. 17
3.1.2 Requisiti per il controllo del sistema	pag. 18
3.1.2.1 Test sulla sensibilità	pag. 20
3.1.2.2 Test sui disturbi	pag. 20



4. PROGETTAZIONE CIRCUITO ELETTRICO

4.1 Flow Chart gestione progettazione	pag. 21
4.2 Parametri e specifiche componenti elettronici	pag. 24
4.2.1 Specifiche Q_touch	pag. 24
4.2.2 Specifiche processore	pag. 27
4.2.2.1 Pin case processore	pag. 29
4.3 Sviluppo circuito elettrico	pag. 30
4.3.1 Pin case componenti	pag. 30
4.3.2 Circuito finito	pag. 32

5. CONCLUSIONI	pag. 33
-----------------------	---------

6. BIBLIOGRAFIA	pag. 35
------------------------	---------

7. SITOGRAFIA	pag. 35
----------------------	---------



1 INTRODUZIONE

1.1 Breve presentazione del tirocinio

Il tirocinio si è svolto presso l'azienda Telea Electronic Engineering di Sandrigo e si è sviluppato per un periodo di dieci settimane, da settembre a dicembre, per una durata complessiva di circa 250 ore lavorative.

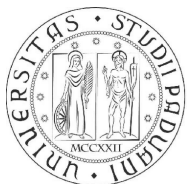
La prima settimana di questa esperienza è stata di ambientamento nell'azienda ospitante, andando a conoscerne l'organizzazione e le varie tipologie di apparecchiature prodotte. Le successive settimane invece hanno visto una partecipazione attiva all'intero del normale processo produttivo aziendale caratterizzato dalla produzione di vari dispositivi di tipo biomedicale, dall'arrivo delle materie prime ed il relativo stoccaggio, alla produzione e collaudo dei semilavorati fino alla produzione dei prodotti finiti con i relativi controlli e collaudi completi. Contemporaneamente a queste attività si è cominciato a considerare un aspetto specifico da approfondire su cui incentrare la relazione finale.

Fra le possibili scelte, il mio interesse si è focalizzato su un progetto in fase di sviluppo che prevedeva lo studio e la creazione di una nuova interfaccia grafica per il nuovo bisturi Vesalius.

1.2 Finalità dello stage

Gli obiettivi dello stage consistevano in primo luogo nello studio dal punto di vista teorico dei principi di funzionamento che erano alla base del meccanismo funzionale di ciascuna apparecchiatura prodotta dall'azienda e nell'acquisizione delle capacità operative nella produzione, nella riparazione e collaudo delle varie tipologie di dispositivi elettromedicali prodotti oltre allo sviluppo del progetto affidato.

Il tirocinio è stato sviluppato prevedendo in più fasi, tra loro interdipendenti: ad un primo periodo di studio su come migliorare e stabilizzare l'attuale scheda display, è seguita la valutazione e progettazione di una possibile nuova interfaccia grafica, sino a giungere alla localizzare di componenti da utilizzare, tenendo sempre conto delle specifiche generali di costruzione della macchina.



1.3 Azienda ospitante



Figura 1 Telea Electronic Engineering

Lo stage si è svolto presso un'azienda di Quinto Vicentino, la “Telea Electronic Engineering S.r.l.”, fondata nel 1986, la cui attività principale consiste nella ricerca, progettazione, produzione e vendita di dispositivi elettromedicali.

I principali prodotti realizzati sono i bisturi *Vesalius* e le apparecchiature per medicina estetica e terapia antalgica *Rexon-Age*, dispositivi che si basano sul principio innovativo della risonanza quantica molecolare. I primi la sfruttano ottenendo un taglio “a freddo” (sotto i 50 °C), proprietà che riduce in modo significativo il danno termico laterale e riduce notevolmente la necrosi dei tessuti limitrofi facilitando un più rapido decorso post-operatorio; i secondi sono sistemi di nuova generazione, che attraverso l’impiego della risonanza molecolare a bassa potenza, promuovono la biostimolazione delle cellule con la conseguente rigenerazione del tessuto cutaneo e muscolare.



Figura 2 Logo aziendale



2 SVILUPPO TECNOLOGICO DELLA'APPARECCHIATURA VESALIUS

2.1 Descrizione del prodotto

DESCRIZIONE GENERALE:

Gli studi per la realizzazione del "VESALIUS" sono iniziati nel 1992 dove, in collaborazione con alcune università italiane ed estere (Associazione flebologica Università di Padova, Reparto di Ginecologia Borgo Roma di Verona, Policlinico di Milano reparto O.R.L.), si sono studiati gli effetti biologici dell'alta frequenza.

Fin dall'inizio i risultati sono stati più che positivi: l'altissimo numero di cicli di oscillazione della corrente permetteva di poter tagliare i tessuti con un'incredibile velocità, mai provata nemmeno con i più moderni elettrobisturi. Ad incrementare la validità delle prestazioni dell'alta frequenza (4 MHz) era in particolar modo il basso aumento di temperatura che i tessuti biologici presentavano al passaggio della corrente rispetto ai tradizionali apparati utilizzati.

Il "VESALIUS" utilizza: un manipolo nel quale viene inserito l'elettrodo per il taglio, taglio & coagulazione, coagulazione e folgorazione, ed una piastra neutrale da mettere a contatto con il paziente nel punto più vicino alla zona di intervento. Può essere usato mediante un interruttore a dito o a pedale e presenta capacità operativa sia in uscita monopolare che bipolare.

L'energia sviluppata dal dispositivo, visualizzata sullo schermo dell'oscilloscopio, si presenta come:

- 1) un'onda sinusoidale continua ad alta frequenza nel **taglio**
- 2) un'onda sinusoidale continua ad alta frequenza modulata nel **taglio & coagulo**
- 3) un'onda sinusoidale continua ad alta frequenza modulata nel **coagulo**
- 4) picchi di potenza molto alti nella **folgorazione**

La frequenza fondamentale di lavoro del dispositivo è di 4 MHz ma le potenze in uscita sono notevolmente inferiori a quelle degli elettrobisturi tradizionalmente utilizzati per lo stesso scopo.

La principale diversità tra apparecchi elettrochirurgici tradizionali e il Vesalius è l'effetto biologico prodotto. L'utilizzo di alta frequenza permette un'evaporazione dei liquidi intra ed extra cellulari in maniera esplosiva che tende, evaporando rapidamente, ad asportare il calore prodotto. L'effetto risultante è simile all'elettrobisturi ma con minor formazione di tessuto necrotizzato; questa particolarità è visibile in tutte le funzioni adottate dal dispositivo [1].

2.2 Funzionamento scheda display attuale

L'attuale scheda display viene prodotta da una ditta esterna la quale si occupa di tutte le fasi realizzative, dalla realizzazione del circuito stampato alla saldatura di parte dei componenti. Questo viene fatto in quanto tutti i modelli di bisturi Vesalius utilizzano la stessa scheda display e quindi una scheda base riduce i tempi di produzione e il costo finale del prodotto. Una volta emesso l'ordine di produzione si procede all'inserimento e/o alla rimozione dei componenti elettronici in base al modello di macchina da produrre.

Nel nostro caso prendiamo in esempio il modello di bisturi VESALIUS MC.

Questo modello è il più completo come funzioni e quindi anche il più ricco di componenti per la gestione della scheda display. Vedi figura 3

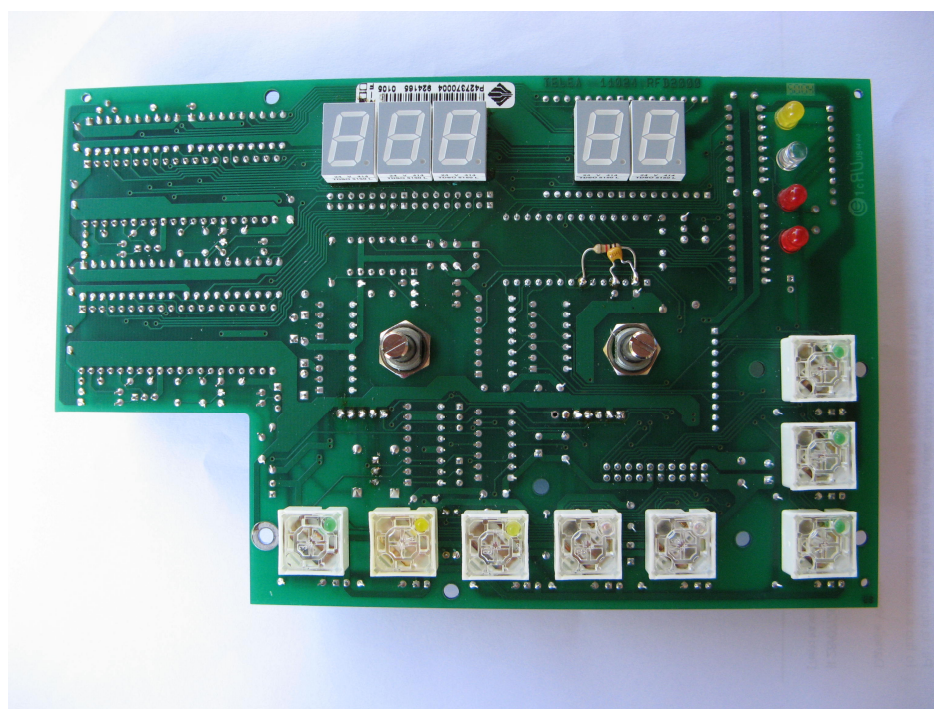


Figura 3 Scheda display vista fronte

La scheda display è il cuore per il controllo del dispositivo. Comprende una serie di tasti a pressione muniti di led per segnalare l'avvenuta pressione della funzione, di cinque display a 7 segmenti che visualizzano la potenza impostata e di due potenziometri per la gestione della potenza di uscita.

Passiamo ad una visione più approfondita dei sistemi di controllo e informazione:

- 2 Potenziometri 1k Ω + 1k Ω
- 8 tasti a pressione con led di segnalazione
- 5 display a 7 segmenti di colore rosso
- 4 led di indicazione

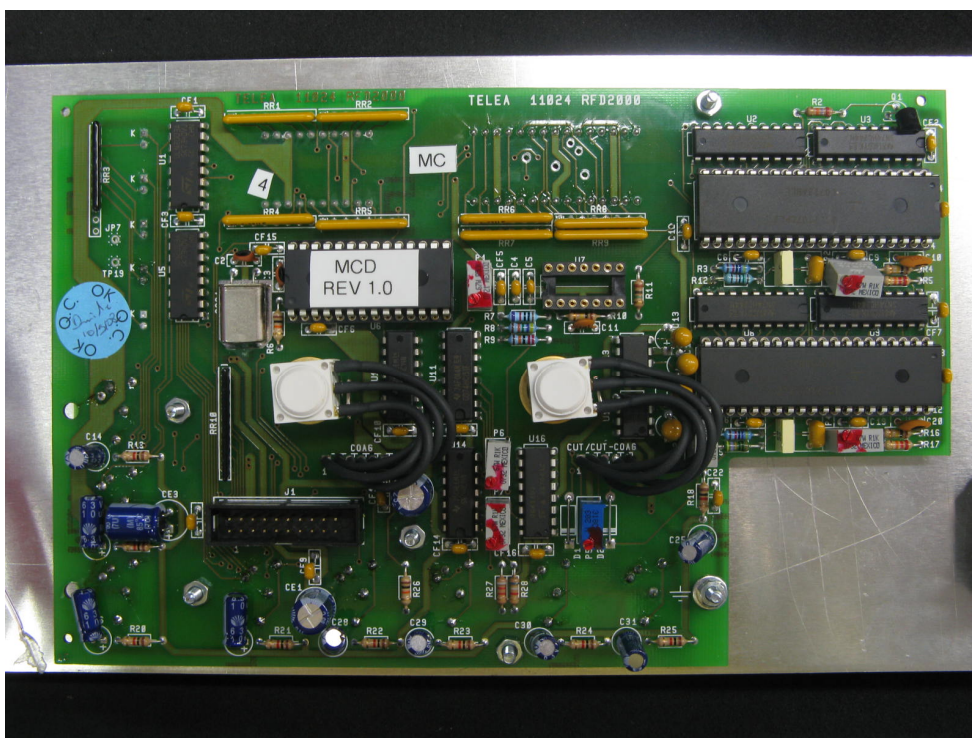


Figura 4 Scheda display vista retro

2.2.1 POTENZIOMETRI 1K Ω + 1K Ω

Potenzimetri usati sono di tipo a film di carbone. I potenziometri a film di carbone sono costituiti da una striscia di resina fenolica, a forma di anello piatto, sulla quale viene depositato uno strato di sospensione di carbone, composto da minutissime particelle di carbone mescolate a resina liquida. Le estremità della resistenza vengono metallizzate con dell'argento per garantire un buon contatto. Sul film di carbone viene collocata un'asticella di bronzo che scorre sulla resistenza e su una pista conduttrice che determina la resistenza variabile in base alla posizione. [7].

2.2.2 TASTI A PRESSIONE

Si utilizzano tasti con carcassa in plastica e contatti argentati.

Ad ogni singola pressione il contatto viene rilevato dal processore che identifica la funzione premuta. Oltre all'informazione sulla funzione premuta il processore fa accendere il led sottostante al tasto.

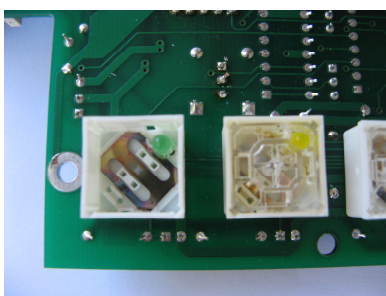


Figura 5 Tasti a pressione

2.2.3 DISPLAY A 7 SEGMENTI

Si utilizzano i classici display a 7 segmenti.

Il colore rosso identifica la potenza, mentre il colore verde identifica il tempo.

Questi ultimi sono utilizzati nei modelli Vesalius provvisti di Timer per l'erogazione della potenza.

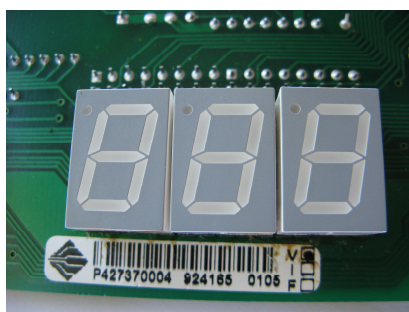
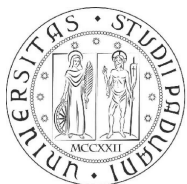


Figura 6 Led sette segmenti



2.2.4 LED DI INDICAZIONE

Sono i classici led ad alta luminosità anodo/catodo.

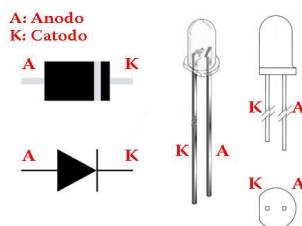


Figura 7 Led indicazione

2.3 Problemi rilevati e relative soluzioni applicate

Un indice da tenere in considerazione per migliorare e rendere più affidabili le macchine sono i rientri per guasto.

Da un'analisi è risultato che i problemi più frequenti sono:

- 2.3.1 GRADUALE PERDITA DI PRECISIONE DEI POTENZIOMETRI

Con il tempo i potenziometri di regolazione del frontale avevano una graduale perdita di precisione e una propensione al disassamento dell'asse di regolazione.

Ecco che si è deciso di individuare un'altra soluzione che fosse adattabile a quella già in uso.

Il vecchio potenziometro aveva come caratteristiche di data sheet:

- Strato resistivo al carbone
- Rotazione asse $270^\circ \pm 10^\circ$
- Potenza max 2W

Una ricerca di mercato ha portato all'individuazione di un potenziometro che rientrasse nelle specifiche dell'attuale circuito.

Tale potenziometro è della linea Vishay, composto da due singoli potenziometri da 1KΩ.

E' di tipo "cermet" cioè formato da una base di ceramica su cui viene fatto depositare uno strato sottile di una miscela di metalli mediante procedimento serigrafico e successivo trattamento termico. Con questa tecnologia si ottengono componenti di formato ridotto, con valori ohmici tra i 10Ω e 1MΩ e potenze fino a 2 W. Sono molto precisi in tutta l'escursione del potenziometro e poco sensibili alle variazioni di temperatura.

La configurazione scelta è quella a doppio elemento in quanto la regolazione della potenza e delle cifre del display viene fatta in modo analogico, cioè utilizzando una resistenza variabile che agendo sui componenti digitali associati crea una variazione di tensione che regola tutto il sistema.

Dallo schema elettrico sotto si nota come i potenziometri vadano ad agire sul convertitore analogico/digitale TC807 che regola la visualizzazione dei numeri e l'altro trimmer sulla potenza POT CUT e POT COAG.

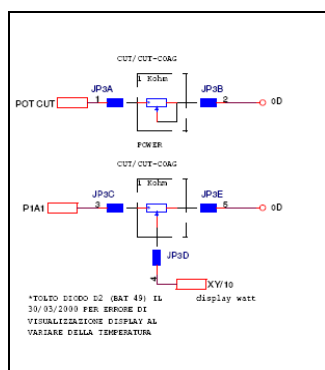


Figura 8 Potenziometro regolazione display CUT

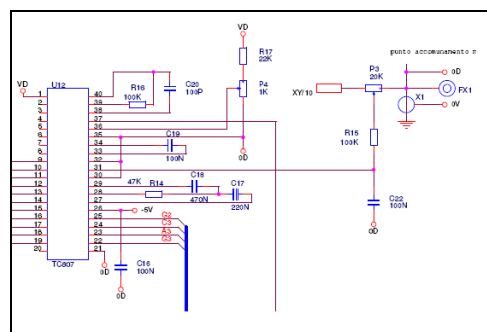


Figura 9 Ingresso segnale regolazione display CUT

• 2.3.2 VARIAZIONE NUMERI DISPLAY DERIVANTE DAL RISCALDAMENTO

L'analisi ha evidenziato come responsabile il convertitore digitale/analogico che gestisce i display. L'aumento della temperatura causato dal normale utilizzo dell'apparecchiatura, portava ad una lettura di tensione sbagliata del convertitore con la conseguente oscillazione dei numeri.

Consultando i data sheet si è individuato lo stesso componente ma concepito per annullare l'effetto termico in questione.

Montando tale prodotto la problematica è diminuita del 60%.

- 2.3.3 FALSI ERRORI DI RILEVAZIONE

Il segnale di fault termico trasmesso dal processore della scheda VES2 al processore della scheda RFD2000 passa attraverso due connettori e una piattina e può essere suscettibile ai disturbi nel caso di uso intensivo del Vesalius in passaggi on-off a vuoto in funzione finger switch (manipolo a dito).

Dopo uno studio del circuito elettrico, si è individuato il punto vulnerabile che provocava il problema.

I disturbi provocati dal bisturi sono a radio frequenza ed andavano ad influenzare la comunicazione del processore della scheda display RFD 2000 in quanto il processore aveva il pin del segnale di Fault non vincolato. Si è applicato un filtro R-C tra l'alimentazione e l'uscita del segnale di FAULT direttamente sul processore in modo di vincolare il segnale e non renderlo più flottante. Vedi figura 7

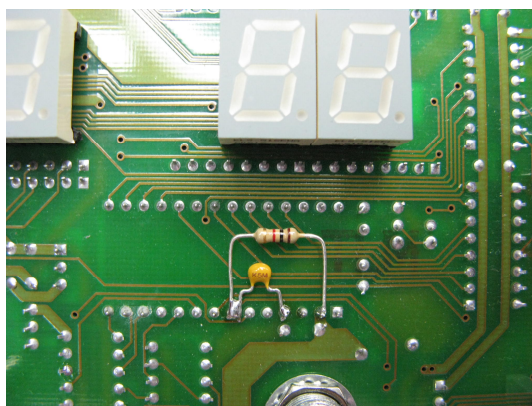
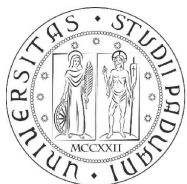


Figura 10 Modifica RFD 2000



Successivamente è stata prodotta una nuova scheda, in modo da implementare la modifica su tutte le macchine già precedentemente prodotte e ridurre così i tempi per l'applicazione della modifica. Vedi figura 11

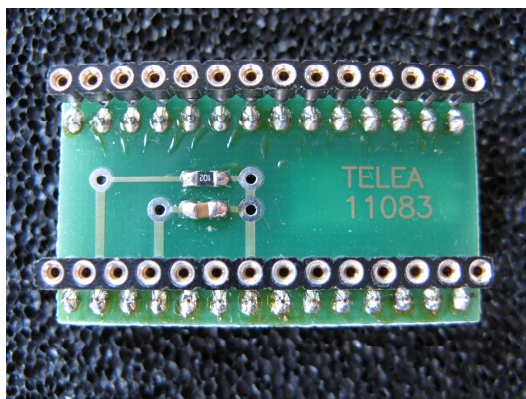
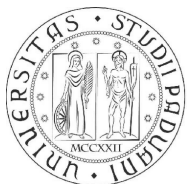


Figura 11 Basetta modifica RFD2000



3 PROCESSO DI SVILUPPO NUOVA SCHEDE INTERFACCIA

3.1 Studio e analisi dei requisiti

3.1.1 REQUISITI SPECIFICI UTENTE

La cosa fondamentale prima di iniziare un progetto è quello di definire delle specifiche da seguire, tenendo conto di vari aspetti.

L'aspetto più importante è il cliente finale o utilizzatore, il quale grazie all'esperienza sul campo può dare consigli utili su come impostare l'interfaccia utente.

E' stata definita una bozza di massima relativa al posizionamento dei tasti, del display e dei connettori del pannello frontale in modo da avere un'idea di come potrà essere l'interfaccia e sono stati definiti i sistemi che si vogliono utilizzare per la gestione e il controllo del bisturi.

Si è scelto l'utilizzo di un display touch-screen supportato da un pannello costituito da slide e pulsanti capacitivi, in quanto questo tipo di implementazione permette una maggiore interazione uomo macchina e una più veloce comprensione dei dati da parte dell'utente.

Durante l'utilizzo da parte degli utenti la lettura dello strumento deve essere chiara e soprattutto veloce, perché in caso di emergenza bisogna agire in tempi rapidi sia sulle funzioni che sulla regolazione delle potenza.

SPIEGAZIONE FUNZIONAMENTO FRONTALE

Una bozza di massima è illustrata in figura 12, dove si può notare il display touch screen con sottostanti i connettori monopolare e bipolare.

A lato sono riportati i due moduli di regolazione di potenza, monopolare e bipolare con le funzioni di TAGLIO (cut), COAGULO (coag) e BLEND (cut/coag) regolabile sia da display sia dalle slide capacitive, incrementando o diminuendo la percentuale di taglio o coagulo in base alle esigenze.

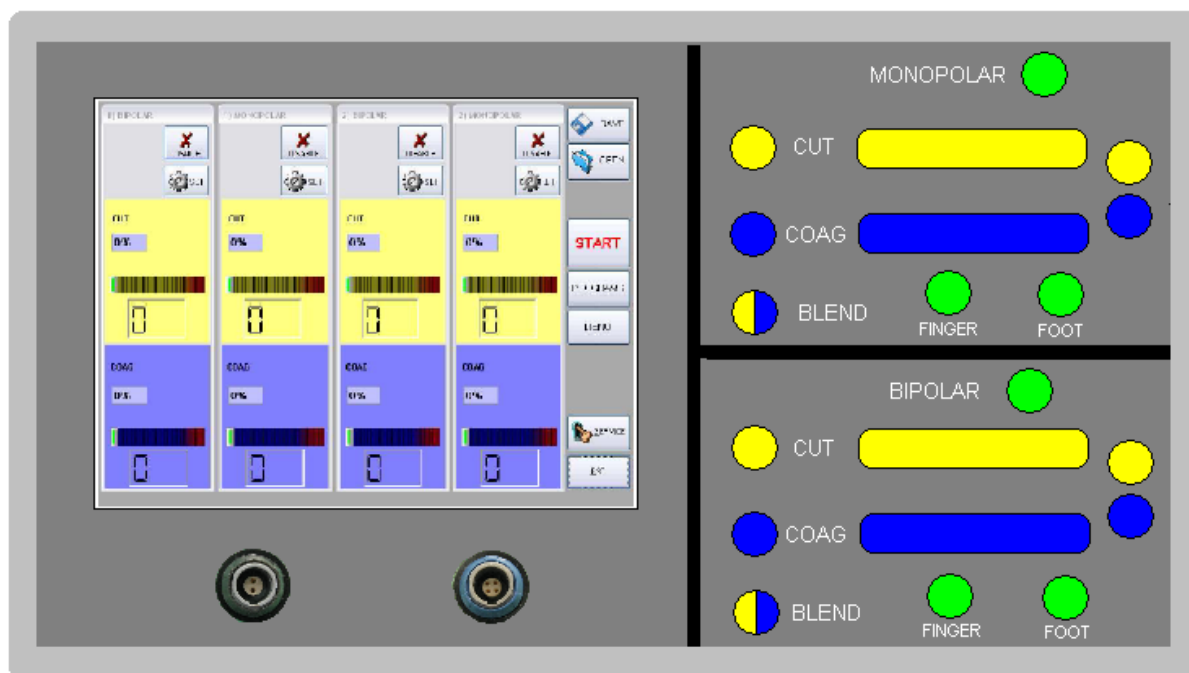


Figura 12 Bozza grafica interfaccia

3.1.2 REQUISITI PER IL CONTROLLO DEL SISTEMA

Lo studio è iniziato con la ricerca in commercio di sistemi alternativi per la gestione e il controllo.

Il cuore di qualsiasi sistema di rilevamento capacitivo è un set di conduttori che interagisce con i campi elettrici. Il tessuto del corpo umano è saturo di elettrodi conduttivi; questi sono coperti da uno strato di pelle, strato che si può assimilare ad un dielettrico. Ed è proprio per la natura conduttiva delle dita che rende possibile il rilevamento tattile.

Nella sua forma più semplice un condensatore è costituito da due superfici parallele separate da un dielettrico. L'energia di questo sistema è maggiormente concentrata tra le superfici. Una quota però fuoriesce nell'area esterna e da origine a delle linee di campo elettrico chiamate " FRINGING FIELDS", cioè campi persi. La sfida sta nel riuscire a progettare un circuito in grado di dirigere questi campi all'interno dell'area di rilevamento tattile accessibile all'utilizzatore.

Posizionando il dito in prossimità dei campi elettrici dispersi ha come effetto quello di aggiungere un'area capacitiva all'intero sistema che viene rilevato dal circuito [2].

In commercio si possono reperire numerose soluzioni, una ricerca ha portato all'individuazione del sistema capacitivo Q-touch della ditta QUANTUM Research Group.

Tale prodotto corrispondeva alle nostre esigenze tecniche e di funzionalità; risultava essere una buona base facilmente implementabile e personalizzabile.

E' stato acquistato quindi un kit di prova per testarne l'effettivo funzionamento e verificare la fattibilità del progetto. Vedi foto 13

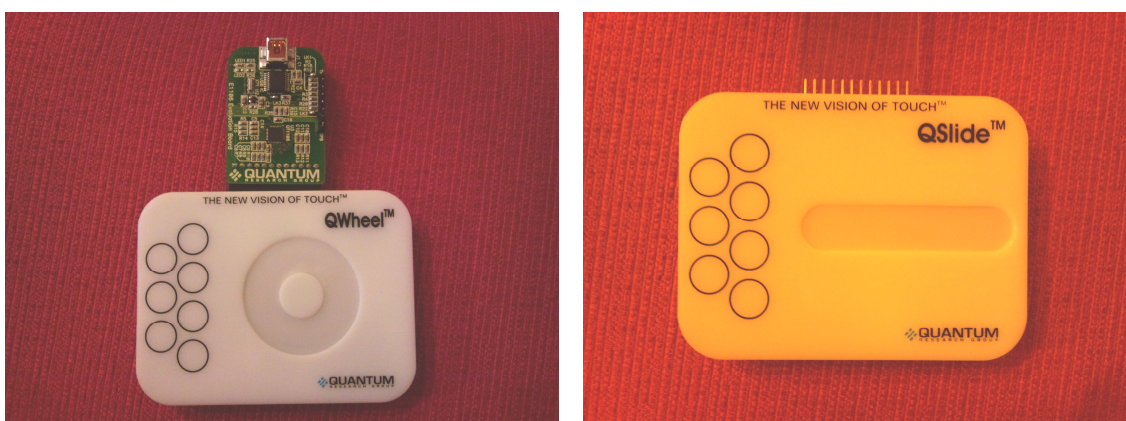


Figura 13 Foto dispositivi acquistati

Sono state eseguite varie prove sul componente utilizzando il software dato in dotazione. Le prove fatte cercano di simulare l'ambiente normale di utilizzo del bisturi per verificare come si comportano i vari componenti alle varie sollecitazioni e capire come e quanto il componente si soggetta a disturbi.



Elenco di test effettuati:

3.1.2.1 Test sulla sensibilità

- Si è posto un film di soluzione salina di vario spessore sulla slide e sui pulsanti capacitivi e si è poi verificata la sensibilità del circuito provando ad impostare vari valori e verificandone l'effettiva pressione tramite il software di visualizzazione.
- Si è verificata l'effettiva pressione dei tasti utilizzando dei guanti in lattice, i quali potrebbero dare false segnalazioni dovute all'interposizione degli stessi con la superficie delle slide o dei tasti e che potrebbe far variare la capacità del circuito.



3.1.2.2 Test sui disturbi:

- Si è utilizzata la scheda nelle vicinanze di un elettrobisturi Vesalius in modalità on-off di potenza, così da verificare la presenza di eventuali disturbi prodotti da parte del bisturi.

Tutti i test hanno dato esito positivo e il progetto ha proseguito il suo sviluppo.



4 PROGETTAZIONE CIRCUITO ELETTRICO

4.1 Flow Chart gestione interfaccia

Per la progettazione di un circuito l'importante è capire come deve funzionare, cioè bisogna creare dei percorsi logici atti a spiegare in modo semplice e intuitivo il comportamento del circuito elettrico sviluppato; mostrando le possibili scelte e le relative conseguenze sul circuito, come l'accensione dei led e la selezione delle funzioni.

Tutto ciò viene eseguito con la stesura di un Flow chart.

Il primo passaggio nello schema è quello di azzerare il sistema dai valori precedenti e settare le impostazioni di default.

Successivamente si abilitano i processori dei sistemi capacitivi per essere pronti alla ricezione.

Se viene rilevata la pressione di un tasto si passa alla fase di decisione, se si è premuto il pulsante di settaggio monopolare il circuito accende il led per identificare che il dato è stato acquisito e passa alla ricezione del valore immesso sulla slide capacitiva accendo i led in base al valore impostato. Si passa poi al secondo blocco del flow chart BLOCCO TASTI M (monopolare) vedi figura 15. Nel caso in cui non si sia premuto il tasto di settaggio monopolare, rimane come scelta il tasto di settaggio bipolare che comporta le stesse decisioni viste sopra per la parte monopolare.

Passiamo ora alla descrizione del secondo blocco cioè la parte BLOCCO TASTI MONOPOLARE/BIPOLARE descritta in figura 15.

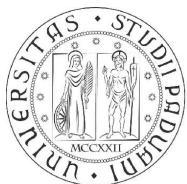
Qui si possono individuare tutti i percorsi e le scelte possibili per la selezione delle funzioni possibili della macchina.

Se si è premuto il pulsante della funzione CUT (taglio) le scelte sono l'utilizzo di un FOOT SWITCH (pedale) o FINGER SWITCH (manipolo a dito) per l'erogazione della potenza; entrambe portano alla accensione del led identificativo.

Gli stessi percorsi sono attuati del caso sia selezionata la funzione di COAG (coagulo).

Nel caso non siano premuti i tasti di selezione FOOT o FINGER switch entro 15 secondi dalla selezione delle funzioni di CUT o COAG il programma torna al punto di SET.

Di seguito è possibile seguire i vari percorsi descritti.



FLOW CHART GENERALE

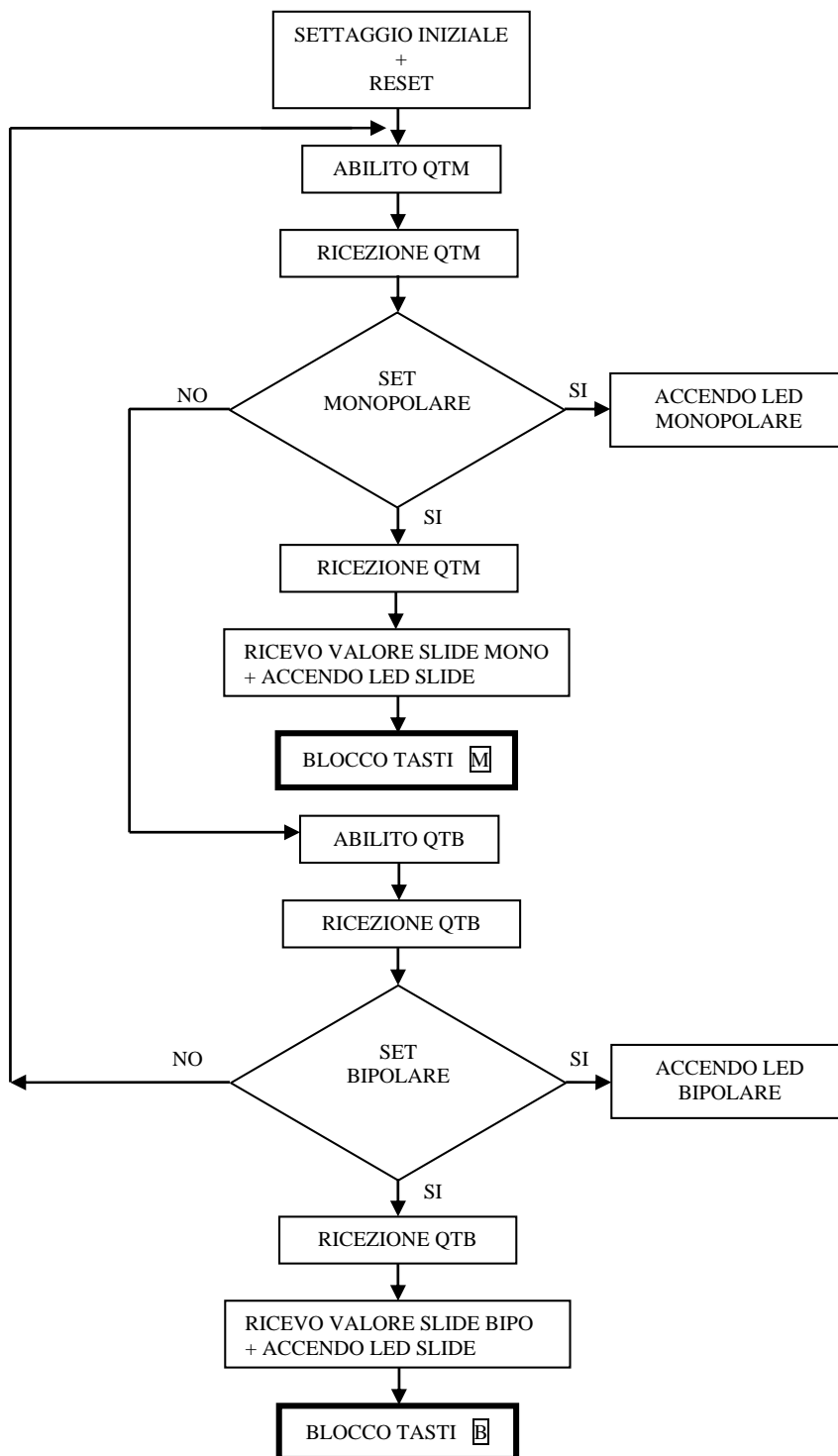
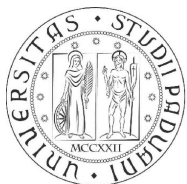


Figura 14



FLOW CHART BLOCCO TASTI MOPOLARE / BIPOLORE

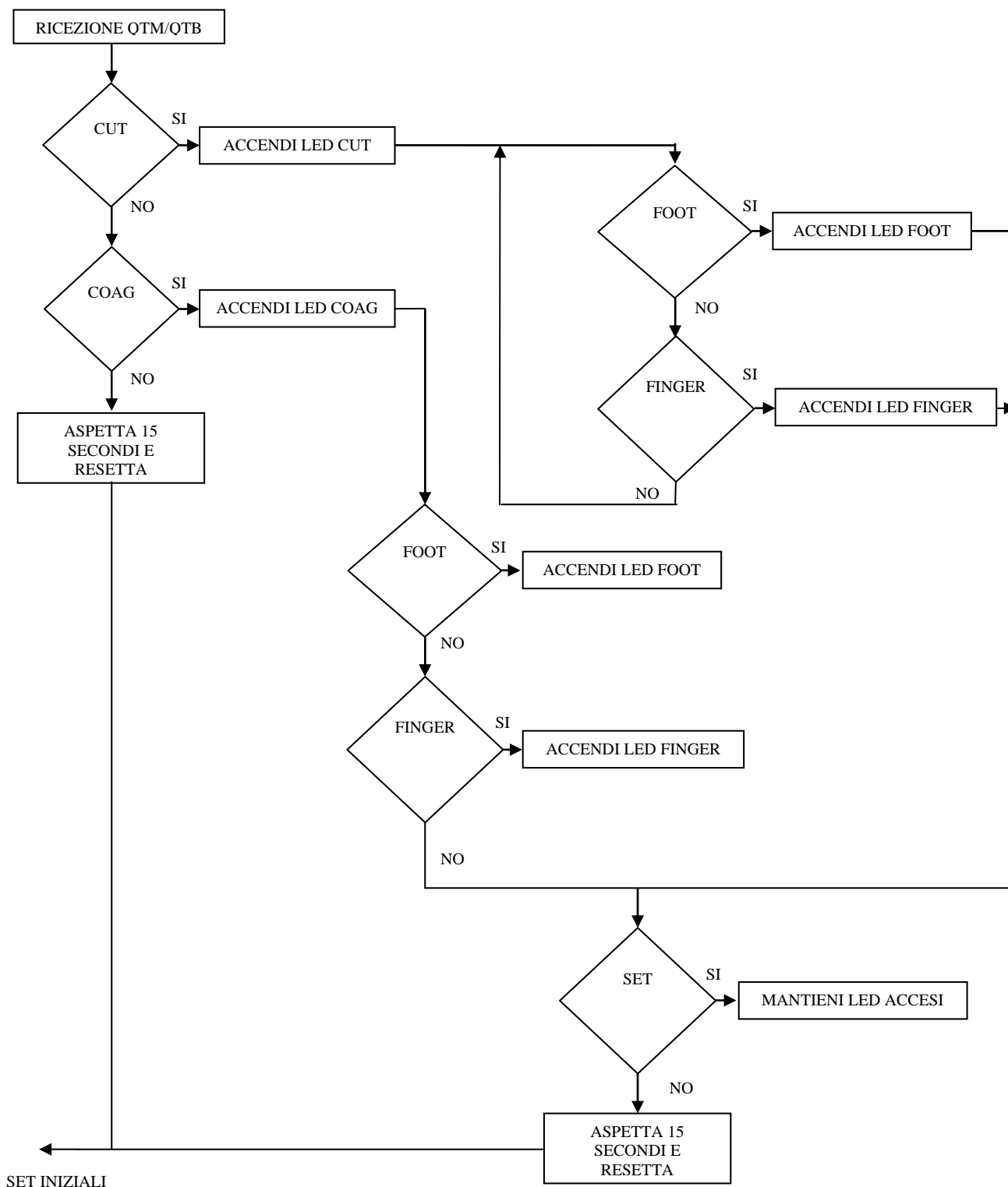
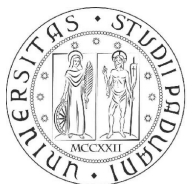


Figura 15



4.2 Parametri e specifiche componenti elettronici

Una volta definito il comportamento del circuito è importante tenere conto delle specifiche dei vari componenti.

Queste possono determinare una certa posizione del componente nel circuito o una certa dimensione delle connessioni che vanno tenute in considerazione per non creare problemi come disturbi o capacità parassite.

4.2.1 Specifiche Q_touch [3]

Sono elencate una serie di specifiche da tenere in considerazione per lo sviluppo del circuito.

Spessore pannello

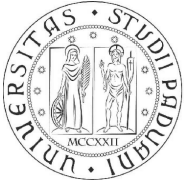
- Epsilon determina la resistenza al campo elettrico
- Un ϵ alto aumenta la propagazione del campo elettrico
- 5mm di spessore pannello con $\epsilon=8$ è circa uguale a 2.5mm spesso con $\epsilon=4$
- La forma dell'elettrodo deve essere almeno 4 volte più grande dello spessore del pannello

Dimensione elettrodi

- Generalmente è meglio siano 2-3mm più grandi del simbolo grafico
- Elettrodi grandi = in percentuale meno disturbi
- Gli elettrodi quando non sono in acquisizione sono messi a massa
- Per i problemi di sensibilità si agisce su Cs

Formazione campo

- Per ridurre il campo elettrico si può fare un' anello di massa intorno agli elettrodi (3-5 mm), ricordando che se viene fatto vicino ai tasti, la capacità di carico Cx aumenta e la sensibilità diminuisce
- Questo effetto può essere compensato incrementando Cs che porta però ad una diminuzione dell' SNR e un aumento del consumo di potenza



Problemi Waterfilm

- I water film causano errata lettura dovuta alla variazione della capacità derivata dalla ionizzazione dell'acqua per esempio
- Qtouch compensa con un segnale interno di riferimento per movimenti lenti, per movimenti veloci non riesce a compensare e il movimento del dito viene ignorato
- WIPEDOWN DETECTOR serve ad eliminare il problema dei movimenti ignorati. Utilizzo del AKS (Adjacent key suppression)

Disposizione componenti

- Componenti passivi posti vicini al pin SNS del cip
- Rsns posto vicino al chip
- Rsns serve anche a ridurre gli accoppiamenti capacitivi in RF (radio frequenza) tra le piste
- Piste corte per ridurre carichi capacitivi

Floating metal

- Toccare i bordi o vicino al floating point può causare ' false key detection'
- Floating Metal può essere connesso a AC o DC del circuito di massa tramite un filo diretto o tramite un condensatore da 47nF

Bilanciamento sensibilità tasti

- Il deficit della sensibilità dei tasti può essere corretta tramite Cs ponendo in parallelo altre capacità

QT Chips multipli

- L'utilizzo di più cip nelle vicinanze può provocare errori di generazione input, la soluzione adottabile è tenere i cip distanti tra loro o mettere a massa i loro segnali o sincronizzare tra loro i vari chip

Led nei tasti

- I led cambiano la loro impedenza al variare del loro stato (p-n giunzione non lineare) ed essendo vicini a Cx rendono instabile lo switched
- Una soluzione è quella di by-passare tutti gli interruttori dei led con una capacità (10nF) a massa, molto lontana dai tasti

Fig. 11 - LED bypassing to prevent key interference
LEDs near a key (or its traces) whose terminals can float like this open collector driver require a bypass capacitor from the floating node to ground to swamp the effects of variable cross capacitance. The bypass capacitor (Cswamp) does not have to be near the LED to be effective.

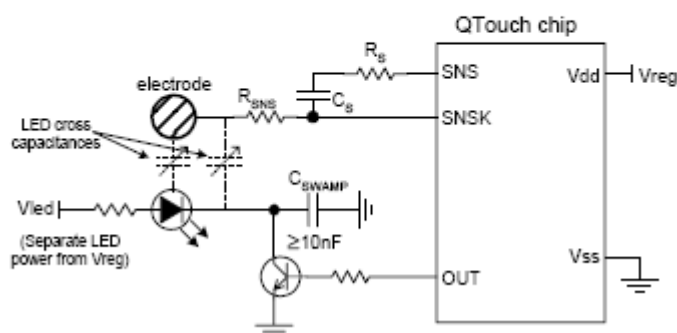


Figura 16 Circuito led per tasti

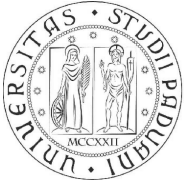
EMC

- L'influenza di campi esterni sugli elettrodi riduce la resistenza R_{sns} e la capacità C_s. C_s e R_{sns} formano un naturale filtro passa-basso per i campi esterni e la frequenza di rol-off risulta:

$$f_R = \frac{1}{2\pi R_{sns} C_s}$$

Per esempio con C_s=22nF e R_{sns}=10K ohs, la frequenza di rolloff risulta 723Hz.

Questa frequenza è molto più bassa delle comuni sorgenti di rumore esterno tranne per le frequenza delle linee di potenza. R_{sns} e C_s devono essere entrambe poste molto vicino al corpo del cip così che le piste tra esse e il chip non formino un'antenna a frequenza molto alta



Pulizia scheda

- I residui fluidi e altre contaminazioni possono causare seri problemi alla scheda; un repentino riscaldamento o raffreddamento del PCB causano false rilevazioni o perdita di sensibilità

4.2.2 Specifiche processore

La scelta del processore da utilizzare è iniziata con il definire le specifiche necessarie per la gestione dell'interfaccia.

È stato stilato un elenco di caratteristiche minime per il processore:

- Microcontrollore
 - Semplice da programmare
- Chip piccolo senza oscillatore interno
 - Già presente su scheda di controllo scheda madre
- Seriale interna UART
 - Per la trasmissione dei dati tramite USB
- Interfaccia SPI
 - Porta seriale periferica per la comunicazione tra microcontrollore e altri circuiti
- Minimo 2 interrupt
 - Per la gestione delle eccezioni e allarmi
- Cicalino
- Minimo 8kbits memoria
 - Utilizzati per il programma



- Controllo display
 - Capacità di gestione display touch

La ricerca del processore con queste specifiche è stata eseguita utilizzando i motori di ricerca dei vari siti di componenti elettronici, dai quali è stata estratta una lista di microcontrollori, rispondenti alle caratteristiche definite.

E' iniziata quindi una prima fase di scrematura, nella quale si sono scartati i processori troppo costosi e con troppe specifiche non necessarie al progetto.

La seconda fase ha individuato il processore che fosse prodotto in larga scala, in modo da poter essere reperibile anche in futuro e non fosse obsoleto in tempi brevi.

Terza e ultima fase è stata la scelta del processore definitivo: **PIC 16F946**

SPECIFICHE TECNICHE DATA SHEET PIC 16F946 [4]

High-Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn:
 - All single-cycle instructions except branches
- Operating speed:
 - DC – 20 MHz oscillator/clock input
 - DC – 200 ns instruction cycle
- Program Memory Read (PMR) capability
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes

Special Microcontroller Features:

- Precision Internal Oscillator:
 - Factory calibrated to $\pm 1\%$, typical
 - Software selectable frequency range of 8 MHz to 125 kHz
 - Software tunable
 - Two-Speed Start-up mode
 - External Oscillator fail detect for critical applications
 - Clock mode switching during operation for power savings
- Software selectable 31 kHz internal oscillator
- Power-Saving Sleep mode
- Wide operating voltage range (2.0V-5.5V)
- Industrial and Extended temperature range
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Reset (BOR) with software control option
- Enhanced Low-Current Watchdog Timer (WDT) with on-chip oscillator (software selectable nominal 268 seconds with full prescaler) with software enable
- Multiplexed Master Clear with pull-up/input pin
- Programmable code protection
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
 - 100,000 write Flash endurance
 - 1,000,000 write EEPROM endurance
 - Flash/Data EEPROM retention: > 40 years

Low-Power Features:

- Standby Current:
 - <100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
 - 11 μA @ 32 kHz, 2.0V, typical
 - 220 μA @ 4 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
 - 1 μA @ 2.0V, typical

Peripheral Features:

- Liquid Crystal Display module:
 - Up to 60/96/168 pixel drive capability on 28/40/64-pin devices, respectively
 - Four commons
- Up to 24/35/53 I/O pins and 1 input-only pin:
 - High-current source/sink for direct LED drive
 - Interrupt-on-change pin
 - Individually programmable weak pull-ups
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Analog comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (CVREF) module (% of V_{DD})
 - Comparator inputs and outputs externally accessible
- A/D Converter:
 - 10-bit resolution and up to 8 channels
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Enhanced Timer1:
 - 16-bit timer/counter with prescaler
 - External Timer1 Gate (count enable)
 - Option to use OSC1 and OSC2 as Timer1 oscillator if INTOSCIO or LP mode is selected
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (AUSART)
- Up to 2 Capture, Compare, PWM modules:
 - 16-bit Capture, max. resolution 12.5 ns
 - 16-bit Compare, max. resolution 200 ns
 - 10-bit PWM, max. frequency 20 kHz
- Synchronous Serial Port (SSP) with I²C™

4.2.2.1 PIN CASE PIC 16F946 [4]

La figura sottostante mostra il pin case del processore dato dal data sheet del costruttore. Grazie a questo si è potuto costruire tramite il programma Lab View un nuovo pin case, in modo da porre i vari piedini con i relativi nomi in base alle nostre esigenze di progetto. In questo modo la funzionalità del processore non cambia ma si è reso più ordinato e leggibile il circuito finale.

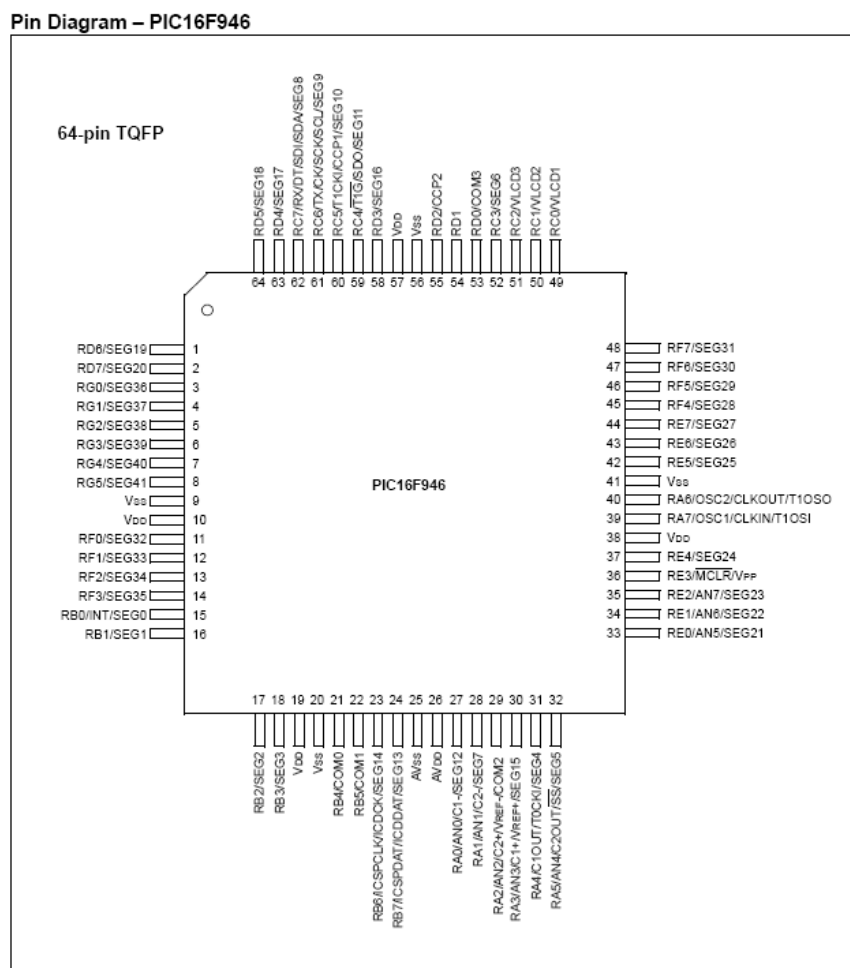


Figura 17 Pin case processore PIC 16F946



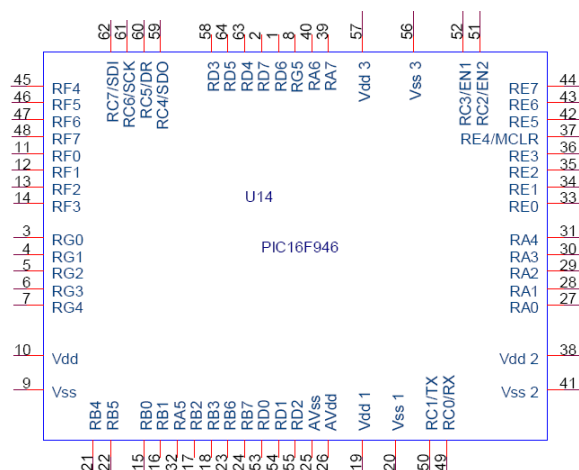
4.3 Sviluppo circuito elettrico

Nella produzione di uno schema elettronico è fondamentale l'ordine tra componenti in modo da avere una lettura chiara di tutte le connessioni. Starà poi al masterista riuscire a creare le connessioni sul circuito stampato, rispettando tutti parametri tra le piste.

Ecco perché si è cercato di dare una simmetria allo schema elettrico in questione.

Come prima cosa si è passati alla creazione dei case dei QT1106, i processori che gestiscono e rilevano i dati della parte capacitiva e a quello del processore PIC 16F946 in quando nel programma non erano presenti questi pin case di configurazione.

Riferimento figura 18 e 19



4.3.1 Figura 18 Pin case PIC 16F946

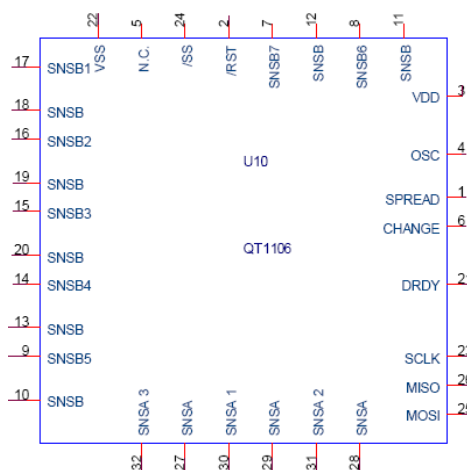


Figura 19 Pin case QT1106

In seguito si è passati alla stesura del circuito elettrico dei tasti e slide capacitivi, tenendo sempre in considerazione i consigli del costruttore, sino alla realizzazione di tutti i blocchi del sistema.

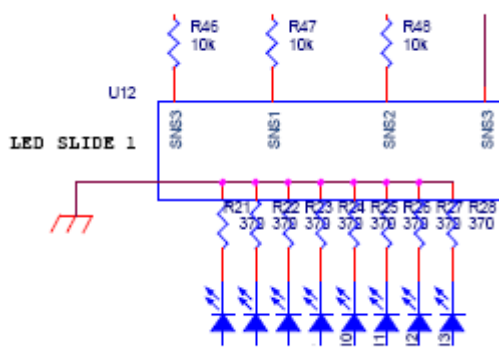


Figura 20 Pin case PIC 16F946

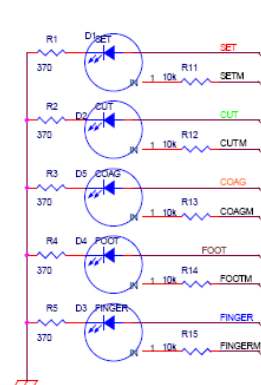


Figura 21 Pin case PIC 16F946

Si sono poi posizionati come primi componenti il processore PIC 16F946 e i due QT1106, per dare portanza al circuito, e successivamente i blocchi delle slide e dei pulsanti capacitivi.

Alla fine dello sviluppo del circuito si è notata inoltre la possibilità di inserire anche una porta RS232, si è quindi introdotto nel circuito un componente aggiuntivo il MAX232 per poter interfacciare il circuito con una seriale ad un PC.

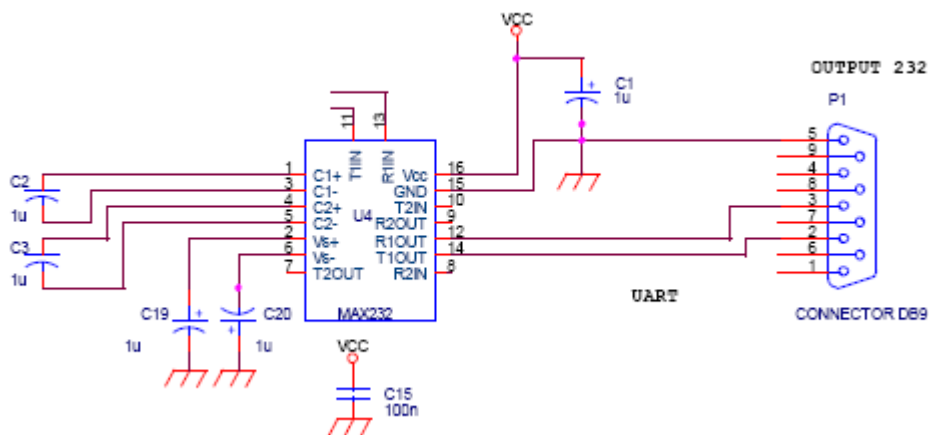
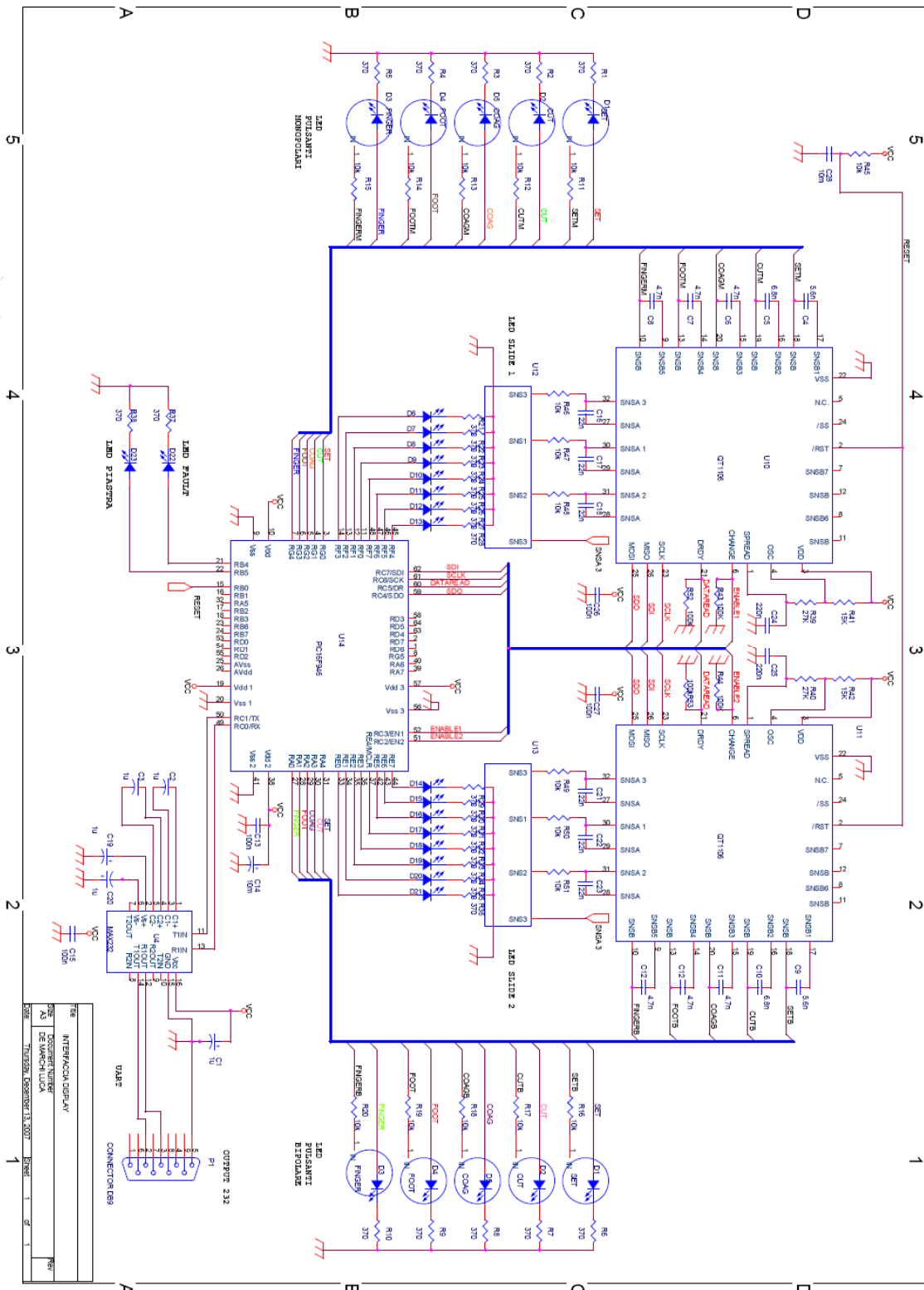


Figura 22 Circuito gestione seriale RS232

Il circuito finito è mostrato in figura 23.



4.3.2 Figura 23 Schema circuito elettrico



5 CONCLUSIONI

In conclusione posso dire che svolgere il tirocinio in quest'azienda mi ha messo di fronte ad una realtà di lavoro molto stimolante.

Il mio apporto all'interno di questo progetto è stato secondario ma l'esperienza sicuramente soddisfacente; ho appreso come si evolve l'intero flusso produttivo di un prodotto ed ho collaborato attivamente allo sviluppo di un progetto di ricerca.

Il tirocinio mi ha dato la possibilità di acquisire competenze specifiche, anche manuali, nella lavorazione e nell'assemblaggio di componenti elettronici, nel collaudo e utilizzo di strumenti specifici oltre alla possibilità di lavorare in gruppo.

Il progetto è tuttora in fase di sviluppo, si stanno effettuando studi e test sulle altre parti che compongono il bisturi, come il display touch screen, il componente di potenza Power Mos e il Driver per la gestione di quest'ultimo. Non si ha ancora una data precisa dell'uscita di questo innovativo sistema elettro-medicale perché in questo campo i tempi di realizzazione e studio sono abbastanza lunghi.



6 BIBLIOGRAFIA

- [1]. Telea Electronic Engineering, fascicolo tecnico, “Descrizione del prodotto”
- [2]. Mark Lee, Senior Application Engineer, Cypress Semiconductor Corp, “The Art of Capacitive Touch Sensing”
- [3]. Data sheet, “Parametri costruttivi q- touch”, Quantum Research Group
- [4]. Data sheet, PIC 16F946

7 SITOGRAFIA

- [1]. Rimbatti Riccardo, “Potenziometri” <http://www.circuitielettronici.it/Potenziometri.htm>