



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA “UNIVPM”

---

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica

**UNO SGUARDO SUL MONDO DEL LAVORO  
ATTRAVERSO GLI OCCHI DI UN INGEGNERE  
BIOMEDICO UNIVPM**

-----

**(A look over the world through the eyes of an Univpm Biomedical  
Engineer)**

Relatore: Prof.ssa Laura Burattini

Tesi di Laurea di: Alice Mencarini

Correlatore: Enrico Baldelli

Anno Accademico 2022/2023

## Ringraziamenti

*"I am who I am today because of the choices I made yesterday."*

— Eleanor Roosevelt, First Lady of the U.S.

*A voi Famiglia, che siete sempre stati al mio fianco per sostenermi in ogni momento, in ogni mia scelta.*

*A voi Compagni, con cui ho condiviso l'investimento più grande della mia vita.*

*A voi Colleghi, che mi avete insegnato i valori della condivisione e del sostegno reciproco per il raggiungimento di un obiettivo comune.*

# ABSTRACT

Tale tesi valorizza l'importanza del binomio Università-Lavoro in termini di conoscenze e applicazioni pratiche, dunque lo sviluppo di competenze.

L'esperienza di tirocinio presso C.B.M. Consulenza Biomedicale S.r.l è stata molto ricca e formativa. Mi ha dato l'opportunità di applicare le conoscenze teoriche acquisite durante il percorso di studi triennale in Ingegneria Biomedica, presso l'Università Politecnica delle Marche.

Le attività che sono state svolte durante il tirocinio includono la manutenzione e la riparazione di apparecchiature biomediche, l'analisi tecnico-circuitale dei componenti, la progettazione di impianti di rilevamento delle scintille e la proposta di preventivi per riparazioni e vendite. È stata anche fornita assistenza da remoto a ospedali e cliniche veterinarie e consulenza a diverse aziende per l'implementazione di programmi specifici per macchinari per la riabilitazione dei pazienti.

Si evidenzia come i corsi triennali siano stati fondamentali per affrontare le attività lavorative durante il tirocinio: Bioingegneria nella comprensione dei segnali elettrocardiografici e Metodi statistici nell'analisi dei dati, mentre Elementi di Elettronica è risultato rilevante nel corretto utilizzo delle componenti elettriche.

Biomeccanica del movimento è stata necessaria nell'approccio con i macchinari per la riabilitazione dei pazienti ed Economia per ciò che compete la gestione dell'amministrazione aziendale.

Per quanto riguarda Strumentazione Biomedica, è stata basilare per una corretta progettazione di schemi elettrici, nel rispetto delle norme di sicurezza, garantendone la massima funzionalità.

Fisiologia è stata utile per il corretto posizionamento dei dispositivi medici sul paziente, coerentemente col funzionamento fisiologico umano ed Elettrotecnica

nell'adempimento delle verifiche di sicurezza elettrica e nella progettazione delle centraline antiincendio. L'insegnamento di Termofluidodinamica dei sistemi biologici è risultato determinante alla comprensione dell'utilità e dell'impiego della resistenza termica; Lingue nel rendere possibile la comunicazione e collaborazione anche con

clienti stranieri; Controlli Automatici per il fondamentale compito di controllo e di ottenimento dei valori ideali richiesti in output dai macchinari. Inoltre, le conoscenze apprese dall'insegnamento di Misure Meccaniche, riguardo il processo di taratura e di calibrazione, hanno garantito una prestazione della strumentazione affidabile; Chimica è stata impiegata nella produzione di soluzioni alcoliche per la disinfezione della strumentazione, senza apportare danni ai materiali.

Elementi di Informatica mi ha permesso di offrire assistenza ai clienti da remoto, effettuare aggiornamenti ai sistemi operativi della strumentazione, ed essere in grado di implementare un codice per la programmazione delle macchine per la riabilitazione.

Infine, Fondamenti di Meccanica Teorica ed Applicata è stata determinante per essere competente nella sostituzione di parti meccaniche della strumentazione.

Inoltre, l'importanza dell'esperienza lavorativa ha permesso lo sviluppo di competenze quali il lavoro di squadra, il pensiero critico, il problem solving, l'attenzione alla manutenzione e alla pulizia degli strumenti, nonché il rispetto delle norme di sicurezza CE. Queste competenze saranno utili sia per un eventuale percorso di studi magistrale che per una futura carriera professionale.

In conclusione, ritengo che la preparazione universitaria sia stata molto utile e completa, al contempo ho anche apprezzato l'importanza dell'esperienza aziendale nel mettere in pratica le conoscenze teoriche acquisite.

Dunque, il tirocinio ha contribuito in modo significativo alla mia crescita professionale e alla comprensione del mondo del lavoro nel settore dell'ingegneria biomedica.

# INDICE

INTRODUZIONE .....	VIII
CAPITOLO 1.....	1
SINERGIA TRA COMPETENZE E CONOSCENZE .....	1
CAPITOLO 2.....	3
“BIOINGEGNERIA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	3
Teoria.....	3
Laboratorio .....	3
Applicazione aziendale.....	4
CAPITOLO 3.....	6
“STATISTICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	6
Teoria.....	6
Laboratorio .....	6
Applicazione Aziendale .....	6
CAPITOLO 4.....	8
“ELETTRONICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	8
Teoria.....	8
Applicazione Aziendale .....	8
CAPITOLO 5.....	10
“BIOMECCANICA DEL MOVIMENTO” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	10
Teoria.....	10
Laboratorio .....	10
Applicazione Aziendale .....	10
CAPITOLO 6.....	11
“ECONOMIA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI.....	11
Teoria.....	11
Applicazione Aziendale .....	11
CAPITOLO 7.....	13
“STRUMENTAZIONE BIOMEDICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI.....	13
Teoria.....	13
Applicazione Aziendale .....	13
CAPITOLO 8.....	16
“FISIOLOGIA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	16
Teoria.....	16

Applicazione Aziendale .....	16
CAPITOLO 9.....	17
“ELETTROTECNICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	17
Teoria.....	17
Laboratorio .....	17
Applicazione aziendale.....	18
CAPITOLO 10.....	20
“TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI BIOLOGICI” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI.....	20
Teoria.....	20
Applicazione Aziendale .....	20
CAPITOLO 11 .....	22
“LINGUE” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	22
Teoria.....	22
Laboratorio .....	22
Applicazione Aziendale .....	22
CAPITOLO 12.....	23
“CONTROLLI AUTOMATICI” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	23
Teoria.....	23
Laboratorio .....	23
Applicazione Aziendale .....	24
CAPITOLO 13 .....	26
“MISURE MECCANICHE” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI.....	26
Teoria.....	26
Laboratorio .....	26
Applicazione Aziendale .....	26
CAPITOLO 14.....	28
“CHIMICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	28
Teoria.....	28
Applicazione Aziendale .....	28
CAPITOLO 15 .....	30
“ELEMENTI DI INFORMATICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	30
Teoria.....	30
Laboratorio .....	30
Applicazione Aziendale .....	30
CAPITOLO 16.....	33

“FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI .....	33
Teoria.....	33
Laboratorio .....	33
Applicazione Aziendale .....	33
DISCUSSIONE .....	35
Tabella riassuntiva delle competenze e delle conoscenze di ciascun corso di insegnamento .....	36
CONCLUSIONE.....	40
SITOGRAFIA.....	42
APPENDICE.....	43

# INTRODUZIONE

Il mondo del lavoro appare come un territorio inesplorato, pieno di incertezze e sfide ad uno studente triennale. La maggior parte dei miei compagni di corso sta ancora cercando di capire quale sia la loro vocazione e non hanno ancora un'idea precisa di quale carriera intraprendere. Personalmente, credo che la scelta della carriera sia una delle decisioni più importanti che un individuo possa prendere, poiché influenzerà non solo la sua vita professionale, ma anche quella personale.

Il mondo del lavoro può essere visto come una giungla competitiva dove “solo i più forti sopravvivono”. Tuttavia, ho imparato che l'importante è avere una buona preparazione, una forte motivazione e dedizione. Oltre a ciò, è fondamentale saper sfruttare tutte le opportunità che si presentano, come stage e tirocini.

Inoltre, il settore lavorativo sta cambiando rapidamente a causa della digitalizzazione e globalizzazione. È importante restare al passo con i tempi ed avere una mentalità aperta e flessibile. La capacità di adattarsi al cambiamento è una delle competenze richieste dalle aziende.

In conclusione, l'ambito lavorativo può sembrare imprevedibile e sconosciuto, ma con la giusta preparazione, motivazione e mentalità, si possono affrontare tutte le sfide che si presentano e raggiungere grandi obiettivi.

Lo scopo di questa tesi è quello di trasmettere l'importanza della valorizzazione dello studio, poiché con basi solide si può fare e arrivare ovunque, affrontando con sicurezza quel che percepiamo tanto distante da noi: il mondo del lavoro. Anche se in parte ciò che studiamo ci sembra astratto e non comprendiamo fino in fondo il perché e quale motivo ci sia per studiarlo, è bene farlo, inizialmente fine a sé stesso (apparentemente), chi si metterà in gioco nel mondo del lavoro (aziendale e non) ne vedrà l'impatto essenziale.

Il tirocinio ha evidenziato la mia solida preparazione, avendo la possibilità di rivedere gran parte degli argomenti affrontati durante i corsi, applicati, ed è questo uno studio a 360°: di tipo teorico, ben approfondito, seguito dall'applicazione pratica, per assimilarlo a pieno.



Il mio percorso di studi triennale presso l'Università Politecnica delle Marche (UNIVPM), nel Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DII), Ingegneria Biomedica, si è articolato in 22 corsi che mirano a preparare lo studente per diverse carriere nel settore sanitario, informatico medico, per la produzione e commercializzazione di apparecchiature biomedicali, ed industria farmaceutica.

Ho avuto l'opportunità di svolgere il tirocinio presso C.B.M. Consulenza Biomedicale S.r.l, un'azienda a Chiaravalle con sede a Lucrezia, specializzata in consulenza, manutenzione e progettazione di apparecchiature biomediche. Le attività vengono svolte sia in sede che presso le strutture ospedaliere, cliniche veterinarie, poliambulatori pubblici e privati.

L'azienda è attiva in diversi settori, tra cui assistenza e vendita di strumentazione biomedicale, sviluppo e consulenza software, microcontrollori, .NET, Android e sviluppo e produzione elettronica di schede dedicate per sistemi di rilevazione di scintille negli impianti industriali.

# **CAPITOLO 1**

## **SINERGIA TRA COMPETENZE E CONOSCENZE**

Le attività svolte durante il tirocinio presso l'azienda sono state molteplici e hanno richiesto l'affiancamento da parte di un Ingegnere elettronico (mio tutor) ed altri collaboratori.

Tra le principali attività svolte figurano:

-la manutenzione in locale e in sede (in poliambulatori, distretti sanitari e cliniche fisioterapiche, dove richiesto un intervento immediato per la sostituzione del macchinario o la risoluzione del problema; mentre nell'ufficio e nell'officina per l'eventuale riparazione o sostituzione dei pezzi della strumentazione);

-l'analisi tecnico-circuitale dei componenti (per l'individuazione del difetto e l'eventuale sostituzione);

-la progettazione di impianti di rilevamento delle scintille;

-la proposta di preventivi per le riparazioni e le vendite (in quanto rivenditori e tecnici ufficiali di molteplici case produttrici di strumentazione biomedicale, quali ESAOTE);

-l'assistenza da remoto per ospedali o cliniche veterinarie (accedendo tramite il server ufficiale di riferimento della struttura sanitaria, tramite la licenza del tecnico, o, in alternativa, prendendo il controllo del dispositivo del medico direttamente attraverso l'applicazione "AnyDesk");

-la consulenza presso alcune aziende tra cui la EME (azienda di produzione di elettromedicali per la fisioterapia e la medicina estetica), per l'implementazione di programmi in grado di attivare correttamente i macchinari per la riabilitazione dei pazienti.

La formazione triennale in Ingegneria Biomedica ha assunto un ruolo fondamentale nello svolgimento delle attività di tirocinio. Durante questo, infatti, sono state affrontate problematiche pratiche specifiche che richiedevano una conoscenza teorica pregressa per essere risolte.

In particolare, i corsi di Bioingegneria, Metodi statistici per Bioingegneria, Elementi di Elettronica, Biomeccanica del movimento, Economia dell'impresa, Strumentazione Biomedica, Fisiologia Umana, Elettrotecnica, Termofluidodinamica dei sistemi biologici, Lingue, Controlli Automatici, Misure Meccaniche, Chimica per Bioingegneria, Elementi di Informatica e Fondamenti di Meccanica Teorica ed Applicata, si sono dimostrati fondamentali per svolgere le attività lavorative.

Questi corsi hanno fornito le conoscenze necessarie per affrontare le problematiche pratiche, come il corretto posizionamento degli elettrodi sul paziente, la lettura dei dati automaticamente caricati dal software dei macchinari, il riconoscimento e l'utilizzo corretto delle componenti elettriche e meccaniche, la redazione del bilancio di fine anno ed il rispetto delle norme di sicurezza (CE).

Seguiranno ora i quindici capitoli specifici per ciascun corso, nell'ordine in cui sono stati impiegati nelle attività aziendali.

## **CAPITOLO 2**

# **“BIOINGEGNERIA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Bioingegneria è stato erogato al terzo anno.

### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo i sistemi, i segnali, l'attività elettrica della cellula e la sua costituzione, il modello a conduttanze parallele (basato sul concetto di pompa sodio-potassio), il concetto di potenziale d'azione; il Sistema Cardio-Circolatorio con approfondimento sulla specifica anatomia del cuore, la sua attività elettrica e la cellula cardiaca; il sistema di conduzione dell'impulso nel cuore: l'elettrocardiogramma, la genesi del tracciato elettrocardiografico e le caratteristiche del segnale ECG <sup>[1]</sup>, le tecniche di registrazione di questo e l'analisi automatica del segnale elettrocardiografico; l'anatomia e fisiologia del sistema cardiovascolare e l'emodinamica cardiovascolare; il Sistema Nervoso e la sua anatomia, il neurone, la sua anatomia e attività elettrica; la teoria del cavo, la velocità di conduzione del potenziale d'azione; i controlli cardiovascolari, l'importanza e l'uso della Legge del cuore di Frank-Starling, il Modello di Guyton <sup>[2]</sup>.

### **Laboratorio**

In ambito più informatico e di laboratorio, abbiamo affrontato l'elaborazione dei segnali biomedici (con l'uso della Serie di Fourier <sup>[3]</sup>), lo spettro di un segnale e la trasformata continua di Fourier), il troncamento del segnale, la conversione analogico-digitale (variabilità del ritmo cardiaco per lo studio del sistema nervoso autonomo); abbiamo adoperato Matlab per il caricamento e la visualizzazione di un segnale o di una sua finestra ed il ricampionamento, l'analisi in frequenza, il filtraggio e le applicazioni specifiche del segnale ECG.

## **Applicazione aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nell'attività di manutenzione degli elettrocardiografi: capita spesso che i tracciati ECG dei pazienti risultino patologici o incomprensibili per una lettura e diagnosi da parte dei medici; è stato fondamentale lo studio del sistema cardiovascolare e la sua attività, per comprendere a fondo come dovessero essere acquisiti i tracciati. D'altro canto, senza una approfondita conoscenza dell'ECG, non avrei compreso il significato stesso dei tracciati: sono stata in grado di riconoscere le ampiezze errate ed il periodo di acquisizione errato, derivante dalle impostazioni della strumentazione, provvedendo subito a reimpostarlo in maniera corretta, in modo tale che ci fossero fattori di acquisizione (periodo, frequenza e ampiezza) standardizzati, tali che potessero essere confrontati futuri tracciati dei pazienti con altri, per capire se ci fossero anomalie o meno. Anche nell'interfaccia della strumentazione, è fondamentale che i parametri siano tutti allineati allo standard, nonostante siano apparecchiature prodotte da case madri differenti.

La conoscenza delle onde costituenti il segnale elettrocardiografico è stata utile per la manutenzione dell'holter: ogni qualvolta un paziente termina il suo periodo di acquisizione (24 o 48 ore solitamente), deve essere scaricato il tracciato controllando sia tutto a norma (periodo, frequenza e ampiezza delle onde), è capitato che ci fosse una sovrapposizione delle onde P<sup>[4]</sup> che copriva il tracciato del paziente, questo derivava da un mancato aggiornamento del sistema operativo a cui si è subito provveduto.

Un'altra attività in cui la conoscenza del segnale ECG è risultata fondamentale è stata nell'analisi di tracciati acquisiti presso cliniche veterinarie, in cui alcuni medici hanno per errore sovrapposto alcuni segnali di pazienti diversi (cani, gatti...) ed è stato utile conoscere le differenze dei parametri significativi del segnale tra l'uomo e il cane per capire dove dovessero teoricamente terminare le onde del tracciato per essere in grado quindi di separarli, ripristinando il tracciato originale.

Essendo tecnici ufficiali della casa produttrice Esaote (la cui principale produzione è incentrata nella strumentazione ecografica), per verificare il corretto funzionamento delle sonde ecografiche, è servito sapere dove dovesse essere applicata la sonda in modo tale che il segnale fosse percepito più forte e sapere soprattutto riconoscere se i valori acquisiti fossero a norma o meno, anche la forma del cuore

deve rispettare certe dimensioni e forme, poiché in caso di fori sulla superficie delle sonde, vi potrebbe entrare l'aria, conseguentemente i manipoli <sup>[5]</sup> non sarebbero stati in grado di acquisire un'immagine nitida e definita, non riportando nemmeno le corrette frequenze poiché alcune non sono in grado di sentirle e conseguentemente di registrarle e dunque verrebbero perse.

---

<sup>1</sup>acronimo di ELETTROCARDIOGRAMMA

<sup>2</sup> La legge Frank-Starling afferma che maggiore è il volume di sangue che entra nel ventricolo durante la diastole (volume telediastolico), maggiore è il volume di sangue espulso durante la contrazione sistolica (volume di eiezione) e viceversa. Guyton mette in correlazione la gittata cardiaca e la pressione atriale dx. Tramite una serie di curve dimostra che all'aumentare della pressione atriale dx si ha un aumento del riempimento ventricolare che si traduce con l'aumento della gittata cardiaca.

<sup>3</sup> La serie di Fourier è la rappresentazione di una funzione periodica tramite la combinazione lineare di funzioni sinusoidali (seno e coseno).

<sup>4</sup> rappresenta la diffusione dell'attività elettrica nel miocardio atriale. È una deflessione arrotondata di piccola ampiezza che precede il QRS. L'intervallo PQ (o PR) rappresenta il tempo che intercorre tra la contrazione atriale e la contrazione ventricolare.

<sup>5</sup> sonde ecografiche

## **CAPITOLO 3**

### **“STATISTICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Metodi Statistici per la Bioingegneria è stato erogato al secondo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo la biostatistica, il calcolo combinatorio, la probabilità, le variabili aleatorie e le distribuzioni di probabilità; la Statistica Descrittiva, le Distribuzioni Notevoli, i Test Statistici (attraverso la Formulazione dell'ipotesi, verifica dell'ipotesi), l'uso dei Test tra cui quelli Clinici, la Correlazione e Regressione (sulla covarianza ed il coefficiente di correlazione, la Regressione, il Metodo dei Minimi quadrati); la Progettazione di un Esperimento (sulle componenti del disegno sperimentale, la scelta del campione, l'appaiamento e l'aggiustamento) ed infine cenni di Statistica Avanzata.

#### **Laboratorio**

In ambito più informatico e di laboratorio, abbiamo adoperato dei metodi statistici nella bioingegneria attraverso l'uso di Excel con test clinici, con l'uso della statistica descrittiva, dei test statistici, della correlazione e della regressione.

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di lettura dell'acquisizione ecografica, in quanto tutti i dati registrati dall'ecografo Esaote (marchio principalmente utilizzato in azienda e rivenduto) vengono automaticamente salvati su tabelle e rappresentati su grafici Excel, che generano poi in output dei [file.xml](#)<sup>[6]</sup> con le misure acquisite e il report dell'analisi, affinché sia già pronto per una lettura e diagnosi da parte del medico. Saper utilizzare questo strumento informatico è stato necessario per essere in grado di scaricare i dati e correggere eventuali tabelle con dati ridondanti e controllare una giusta acquisizione e corretto funzionamento delle sonde ecografiche (in caso i dati acquisiti fossero stati

completamente fuori range sarebbe stato necessario un controllo più approfondito sullo stato dell'apparecchiatura).

Per la formulazione dei preventivi per i clienti, è stato centrale l'uso di Excel col quale sono stati precompilati tutti i cataloghi dei prezzi con annesse la serie corrispondente, l'anno, il modello, ed il prezzo del singolo pezzo sostitutivo delle varie strumentazioni biomedicali (dai bulloni ai monitor, al gel ad ultrasuoni).

---

<sup>6</sup> Extensible Markup Language (XML) consente di definire e archiviare i dati in modo condivisibile. XML supporta lo scambio di informazioni tra sistemi informatici come siti Web, database e applicazioni di terze parti. Le regole predefinite semplificano la trasmissione dei dati come file XML su qualsiasi rete perché il destinatario può utilizzare tali regole per leggere i dati in modo accurato ed efficiente.



## **CAPITOLO 4**

### **“ELETTRONICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Elementi di Elettronica è stato erogato al secondo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo la rappresentazione delle forme d'onda, dei segnali analogici e digitali, nel tempo continuo e nel tempo discreto; richiami di teoria dei circuiti; elementi di reti logiche; i modelli per piccoli e grandi segnali dei dispositivi elettronici fondamentali (diodo, bjt, mosfet); circuiti con diodi (rettificatori); l'amplificatore operazionale; il condizionamento del segnale con operazionale; i convertitori A/D e D/A; le comunicazioni digitali seriali ed i circuiti di pilotaggio.

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono risultate fondamentali nelle attività di manutenzione per ogni dispositivo elettronico: conoscere la funzionalità del singolo componente ed il corretto posizionamento è stato necessario per implementare le mie competenze e concretamente per riparare apparecchiature e sostituire parti difettose o usurate nella maniera più precisa e corretta possibile. In aggiunta, mi è stato insegnato a saldare con lo stagno e riconoscere per forma e colori parti circuitali con cui non avevo mai lavorato.

L'azienda è attualmente rivenditrice di ecografi, elettroencefalografi, elettrocardiogrammi, bracciali pressori, accessori relativi ad apparecchiature elettromedicali. Dunque, ho potuto studiare uno schema elettrico (più precisamente lo schema elettrico dell'elettroencefalografo “VEGA10”) nel quale veniva illustrato ogni circuito facente parte del macchinario ed il collegamento ed il tipo di collegamento di ogni componente, necessari per adempiere a tutte le esigenze di funzionalità del dispositivo. Saper riconoscere il tipo di componente, il verso di collegamento e la

direzione del suo posizionamento, è stato fondamentale per poter intervenire nella riparazione o per la semplice sostituzione in caso fosse passato il periodo limite imposto dalle normative.

Un componente particolare che è stato progettato (nelle sue peculiarità di misura, dimensione e tensione necessaria) dal mio titolare è il relè<sup>[7]</sup>, al fine di implementare le funzionalità del circuito dedicato per la centralina antiincendio. Durante il corso è stato elemento di studio, però concretamente non avevo la competenza necessaria a capirne il meccanismo di collegamento e l'utilità pratica apportata ad un circuito.

Ho dunque potuto apprenderne le funzionalità molteplici tra cui quella di collegamento di un interruttore ad un circuito di ampie dimensioni.

---

<sup>7</sup> componente elettronico in grado di aprire o chiudere un circuito tramite un impulso elettrico: alla base del suo funzionamento, vi è quindi una variazione di corrente. Il relè, infatti, devia il flusso di corrente senza interromperlo, permettendo quindi il fluire della corrente stessa su un altro circuito, potendolo quindi utilizzare per connettere due circuiti con funzionalità differenti e quindi implementando le funzionalità.

## **CAPITOLO 5**

# **“BIOMECCANICA DEL MOVIMENTO” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Biomeccanica del movimento è stato erogato al terzo anno.

### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo i concetti basilari della modellistica del sistema motorio e i principali metodi e tecniche per l'analisi del movimento umano.

In particolare, sono stati affrontati i seguenti argomenti: la caratterizzazione geometrica e temporale di atti motori, la caratterizzazione cinematica di movimenti segmentali ed i modelli dinamici del movimento; le tecniche e gli strumenti di misura di grandezze cinematiche, dinamiche, elettromiografiche ed energetiche.

### **Laboratorio**

Dal punto di vista informatico è stato adoperato Matlab per l'elaborazione di dati e di segnali relativi al sistema motorio (stereofotogrammetria, geometria epipolare, metodi di stima lineari e non-lineari, filtri digitali); la dinamica inversa, i modelli per lo studio e l'interpretazione del controllo motorio ed infine le applicazioni cliniche consolidate dell'analisi della locomozione e della postura.

### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di programmazione delle macchine di riabilitazione, presso l'azienda EME di Pesaro, essendo l'attività di consulenza tra le principali svolte. È stato necessario uno studio dei gradi di libertà che ciascuna macchina deve avere per permettere che tutti i movimenti di cui ha bisogno il paziente siano implementabili e disponibili al fine di una corretta e completa riabilitazione.

## **CAPITOLO 6**

### **“ECONOMIA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Economia dell'impresa è stato erogato al terzo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo l'impresa, nel suo aspetto economico-finanziario della gestione, l'impresa nel sistema economico, le sue forme giuridiche; l'aspetto economico e finanziario della gestione aziendale, il bilancio d'esercizio e l'analisi di quest'ultimo; le decisioni di investimento, riguardanti i concetti di rischio ed incertezza, il costo opportunità del capitale, metodologie e tecniche di valutazione degli investimenti; le dinamiche di mercato e le strategie competitive, i cui concetti di base rientrano nella microeconomia, teoria dei costi, forme di mercato e concorrenza, strategie competitive, economia dell'informazione e delle reti.

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nella comprensione del funzionamento stesso dell'azienda S.r.l in merito alla sua struttura e forma giuridica ed economica, nel tipo di rapporti lavorativi, nelle mansioni di ciascuno e negli obblighi di redazione dei sei documenti facenti parte del bilancio di competenza dell'esercizio corrente.

È stato essenziale questo corso per poter presentare preventivi sulla base della logica di un corretto investimento, valutando tutti i fattori competenti tra cui il capitale a disposizione, l'interesse del bene pluriennale, il tempo richiesto, i costi e ricavi finali, dunque l'utile.

Sovente, strutture medicali, poliambulatori o anche cliniche private, formulano ordini di richiesta di alcune strumentazioni, gel ad ultrasuoni, cavi pazienti...con poco preavviso,

il meccanismo dell'elasticità della domanda è stato fondamentale per la valutazione della risoluzione del problema.

Non essendo l'unica azienda appartenente a questo settore, la conoscenza delle forme di mercato mi ha permesso di capire quali fossero i rapporti e quali dovessero essere i comportamenti da mantenere con gli altri competitors<sup>[8]</sup> e con i clienti.

---

<sup>8</sup> Un competitor è un soggetto, un'azienda o un'organizzazione che opera nel medesimo settore di mercato di una determinata impresa, organizzazione o soggetto e che vende prodotti o servizi simili allo stesso target e utilizzando lo stesso marketing mix.

## **CAPITOLO 7**

### **“STRUMENTAZIONE BIOMEDICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Strumentazione biomedica è stato erogato al terzo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo la struttura e le funzionalità dell'elettrocardiografo e dell'elettroencefalografo; sulle misure di temperatura in ambiente biomedico, la misura della pressione arteriosa; l'utilizzo di strumenti quali l'elettrobisturi, lo stimolatore cardiaco, il defibrillatore.

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di valutazione di compatibilità e rispetto delle normative delle varie strumentazioni, nella ricarica delle batterie e nella verifica dello stato di queste; nell'utilizzo, manutenzione, progettazione di strumentazione biomedica come l'elettroencefalogramma, l'ecografo, l'holter, il pacemaker, l'elettrocardiografo; nell'applicazione di elettrodi e nell'utilizzo di sonde ecografiche per la verifica di un corretto funzionamento di queste.

È stato necessario per il posizionamento del bracciale pressorio (nelle prove sotto sforzo), nella minimizzazione dei disturbi ed interferenze o al contrario nella provocazione di appositi disturbi per la verifica della rilevazione di questi.

Basilare anche per l'utilizzo di gel ad ultrasuoni per il funzionamento delle sonde ed infine nel riconoscimento di allarmi indicatori di un necessario aggiornamento del dispositivo.

Capita spesso che il microfono del bracciale pressorio registri disturbi e che ci siano sovrapposizioni di segnale nel tracciato, questo si verifica perché gli operatori e il paziente stesso non si attengono alle condizioni di acquisizione standard (parlano durante l'esame oppure posizionano il bracciale troppo in basso o troppo in alto rispetto

all'altezza del cuore), a volte capita anche che il cavo di acquisizione si danneggi o che il microfono si scolli e non rilevi bene il segnale.

Ad esempio, per la verifica del funzionamento dei cavi paziente, questi vengono mossi spostati e piegati, per accertare che questo disturbo venga registrato nel tracciato e dunque percepito.

Dal momento che la pelle è strutturata principalmente in tre strati, quello superficiale è considerevole isolante, essendo però quello a contatto con gli elettrodi, per garantire una conduzione e trasduzione della corrente ionica dal corpo al macchinario, in corrente elettrica, deve essere utilizzato del gel ricco di ioni cloro, di cui l'azienda CBM ne è rivenditrice. Ho potuto applicarlo per le verifiche elettriche sulle sonde dell'elettroencefalogramma, per verificarne l'integrità di superficie e la correttezza nell'acquisizione del segnale fisiologico.

Solitamente la strumentazione diagnostica è munita sia di un pacco batterie ricaricabile per garantire autonomia, sia di una presa di rete, possibilmente con l'alimentazione switching (garantendo, se vi è compatibilità, anche una ricarica delle batterie di ausilio interne), inoltre, se il mantenimento di una batteria al suo pieno stato di carica assicura una vita ottimale, il sovraccarico potrebbe ridurre notevolmente la durata.

È importante dunque verificare sempre lo stato di carica di una batteria: in alcuni dispositivi "cardiomonitor<sup>[9]</sup>" prodotti in Giappone e rivenduti da CBM, sono numerosi i parametri fisiologici mostrati nell'interfaccia (saturazione, frequenza cardiaca, respirazione...) ma riportano anche data e orario che, se risultassero ripristinati o incorretti, rappresenterebbero un segnale di allarme e di necessità di ricarica o sostituzione delle batterie.

Il titolare dell'azienda fu uno dei primi tecnici della multinazionale tedesca Siemens, attiva nei settori delle tecnologie, della mobilità e dei servizi, che opera nei settori dell'industria, dell'energia e della sanità. Nel suo ufficio ha predisposto una serie di pacemaker che rappresentano l'evoluzione temporale dello sviluppo di questi, in termini di case<sup>[10]</sup> (dimensioni, materiali, resistenze), batterie (più o meno grandi) e dimensione ed utilizzo (durata del dispositivo e modelli trigger o automatici<sup>[11]</sup>). Ciò

mi ha permesso di toccare con mano e vedere concretamente quanto studiato, in merito all'evoluzione e alla storia stessa del dispositivo, avendo prova dei difetti riscontrati durante il suo sviluppo e del perché della scelta di alcuni materiali o progettazioni di modelli.

Un'altra attività svolta presso gli ambulatori, è stata la verifica dei tracciati holter e il compito di scaricare i dati per poter acquisire quelli del successivo paziente. È stato necessario verificare l'integrità dei cavi e che le dimensioni in termini di lunghezza materiale e spessore, fossero consone al fine di raccogliere meno disturbi possibili e rilevare il tracciato il più pulito possibile.

Anche per quanto riguarda l'ECG, la maggior parte dei "fuori-servizio" sono stati causati dall'acquisto di un cavo paziente più economico dell'originale ma compatibile, fatto di materiali più rigidi, meno flessibili, con lunghezza superiore a quella ideale o opportuna, comportando così acquisizioni disturbate o non veritiere. Inoltre, come studiato approfonditamente, ci sono delle norme europee e corrispondenti americane sulla disposizione dei cavi ed il collegamento con i giusti elettrodi. Alcuni medici collegando erroneamente i cavi o non collegando il cavo F <sup>[12]</sup> ottengono un tracciato atipico al limite del patologico, richiedendo dunque assistenza e intervento di controllo.

---

<sup>9</sup> Il cardio-monitor rileva e registra le pause respiratorie vere ossia le apnee, i valori alterati della frequenza cardiaca e della frequenza respiratoria

<sup>10</sup> è l'involucro, la custodia che racchiude il circuito e l'elettronica dei dispositivi terapeutici (defibrillatori e pacemaker)

<sup>11</sup> ci sono vari modelli tra cui quelli triggerati: controllati da un software e un sensore che verifica il tracciato ECG per controllare la necessità di un intervento del dispositivo a cui segue, in caso di risposta affermativa, l'invio dell'impulso, adattando la tensione a quella richiesta dal soggetto. D'altro canto, quelli automatici al contrario offrono impulsi ad una frequenza prestabilita e costante, senza adattarsi alla necessità del soggetto.

<sup>12</sup> uno tra i cavi del multiconduttore (cavo paziente), indicatore di un corretto collegamento agli elettrodi e all'alimentazione o meno.



## **CAPITOLO 8**

### **“FISIOLOGIA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Fisiologia Umana è stato erogato al primo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo il concetto di omeostasi e dei sistemi di controllo; l'utilizzo di energia biologica; il rapporto struttura-funzione (sull'organizzazione in compartimenti, le proprietà meccaniche di cellule, tessuti e organi e le interazioni molecolari) ed infine la comunicazione (sul flusso di informazione e sul flusso di massa).

In particolare, questo corso si è occupato degli elementi anatomici seguenti: organi, apparati (sistemi), organismi e popolazione di una specie (fase intermedia tra elementi di interesse della biologia cellulare (tessuti) e dell'ecologia (ecosistemi di diverse specie)).

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali per una corretta applicazione delle parti applicate della strumentazione biomedica (holter pressorio, rilevazione dell'ECG sotto sforzo), avendo acquisito conoscenze in merito alla struttura anatomica e al suo funzionamento, non è stato difficile acquisire competenze logiche sulla scelta della posizione dei macchinari per una migliore e corretta acquisizione dei segnali biologici o per una funzionale riabilitazione del paziente.

## **CAPITOLO 9**

### **“ELETTROTECNICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Elettrotecnica è stato erogato al secondo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo i circuiti a costanti concentrate (leggi di Kirchhoff, con proprietà generali dei componenti e dei circuiti). Elementi a due e più terminali; le relazioni costitutive degli elementi bipolari lineari e permanenti: resistore, condensatore, induttore, generatori indipendenti di tensione e di corrente; le relazioni costitutive degli elementi ideali a due porte, lineari e permanenti (generatori controllati di tensione e di corrente, nullore, induttori mutuamente accoppiati, trasformatore ideale, giratore). È stata affrontata anche l'introduzione alla distribuzione elettrica in bassa tensione; impianti elettrici nelle strutture sanitarie (progettazione dell'impianto elettrico e caratteristiche di questo), collegamenti equipotenziali (sistemi TN e TT), protezione degli impianti, strutture sanitarie, protezione contro i contatti diretti e indiretti nei locali ad uso medico (esami a vista, prove da eseguire prima della messa in funzione e verifiche periodiche) ed infine cenni sulle apparecchiature.

#### **Laboratorio**

Dal punto di vista pratico, abbiamo affrontato il problema dell'analisi di un circuito, l'analisi dei circuiti senza memoria (analisi sulla base delle maglie e dei nodi); la caratterizzazione esterna dei circuiti e i trasformatori circuitali, caratterizzazione di un circuito ad una porta e caratterizzazione di un circuito a due o più porte, connessioni delle reti 2-porte; analisi dei circuiti con memoria; trasformata e anti trasformata di Laplace e la sua applicazione nei circuiti con memoria<sup>[13]</sup>; andamenti tipici delle grandezze impresse nei circuiti con memoria; eccitazione e risposta di un circuito; legame ingresso-uscita nel dominio di Laplace e risposta impulsiva e le sue caratteristiche, il concetto di stabilità di un circuito, il legame con le risposte impulsive e le classificazioni delle funzioni di rete e loro proprietà, i circuiti risonanti in serie e in parallelo, ed infine sistemi trifase.

## **Applicazione aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di manutenzione locale, in particolare nel processo delle verifiche elettriche; nel corretto riconoscimento ed utilizzo del nodo equipotenziale per il collegamento a terra (per evitare dispersione di corrente e tensione dei macchinari); nell'utilizzo delle resistenze in parallelo per la verifica del funzionamento della centralina antiincendio; nella misura dei parametri di tensione di alimentazione degli edifici (secondo norma) durante le verifiche di sicurezza; nel controllo del rispetto delle norme di compatibilità delle componenti non originali della strumentazione medica dei clienti (batterie, cablaggio, schede interne) ed infine nel riconoscere il posizionamento delle singole componenti elettriche (generatori, diodi, resistenze) per risolvere problemi legati ai circuiti e nell'individuazione dei difetti di questi, per una eventuale sostituzione.

Nei locali ad uso medico il rischio è più elevato rispetto agli ambienti normali, sia per le precarie condizioni fisiche del paziente, sia per l'utilizzo intensivo ed invasivo di apparecchiature elettromedicali, sia per possibile fuori servizio di impianti e apparecchiature dai quali dipende la sopravvivenza del paziente.

Per stabilire quali criteri impiantistici seguire, in base alla destinazione d'uso e alla pericolosità, i locali medici sono suddivisi dalla Norma (CEI 64-8/7) in tre gruppi. Nei locali di gruppo 1 e 2<sup>[14]</sup> assume particolare importanza per il paziente il collegamento equipotenziale supplementare. Per lo scopo, in ogni locale di gruppo 1 e di gruppo 2 deve essere installato un nodo equipotenziale al quale devono essere connesse alcune parti che si trovano all'interno della zona paziente (masse e masse estranee, eventuali schermi per la limitazione dei campi elettromagnetici, eventuali griglie conduttrici, eventuale schermo metallico del trasformatore di isolamento)<sup>1</sup>

Un componente elettrico fondamentale durante il processo delle verifiche elettriche è quindi stato il nodo equipotenziale: necessario per il collegamento a terra e la verifica dei parametri di tensione e corrente della strumentazione: le masse sono collegate al nodo equipotenziale tramite i conduttori di protezione (PE) e la loro sezione è stabilita secondo le regole generali.

Nessun limite di resistenza è imposto per i locali del gruppo 1 per i quali l'unica verifica prevista consiste in una prova di continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali (attività svolta ogni qualvolta è stata richiesta verifica elettrica nel locale). Nei locali del gruppo 2 la resistenza tra il nodo equipotenziale e i morsetti di messa a terra delle prese, delle masse estranee e delle masse degli apparecchi fissi non deve invece essere superiore a 0,2 ohm.

---

<sup>13</sup> In analisi funzionale, la trasformata di Laplace (dal nome del matematico francese Pierre Simon Laplace) è una trasformata integrale ovvero nello specifico un operatore funzionale lineare che associa ad una funzione di variabile reale una funzione di variabile complessa. In matematica, la trasformata inversa di Laplace o antitrasformata di Laplace è l'inversa della trasformata di Laplace. Entrambe hanno importanti applicazioni nello studio/analisi dei sistemi dinamici lineari.

<sup>14</sup> gruppo 1 sono locali nei quali le parti applicate possono essere utilizzate esternamente oppure in modo invasivo in qualsiasi parte del corpo ad esclusione della zona cardiaca; gruppo 2 sono locali nei quali le parti applicate possono essere utilizzate anche per interventi intracardiaci e per operazioni chirurgiche dove esiste il pericolo di microshock o dove la mancanza dell'alimentazione elettrica può comportare pericolo per la vita del paziente.

## **CAPITOLO 10**

# **“TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI BIOLOGICI” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Termofluidodinamica dei sistemi biologici è stato erogato al secondo anno.

### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo la termodinamica dei vapori, il modello del gas ideale ed il modello di sostanza incomprimibile; il principio di conservazione dell'energia dei sistemi con deflusso, l'introduzione alla termofluidodinamica vera e propria tramite lo studio di fluidi newtoniani e non; elementi di cinematica dei fluidi; flusso naturale e forzato, laminare e turbolento, esterno ed interno; il concetto di strato limite; le equazioni di conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia per un fluido; la trasmissione del calore per conduzione con utile analogia elettrica con il modello resistivo; equazione generale della conduzione termica, la convezione termica, l'irraggiamento termico e l'introduzione alla termografia infrarossa; lo scambio termico in tessuti biologici attraverso lo studio dei modelli di Pennes e di Wulf<sup>[15]</sup>; le thermal waves; gli aspetti termici generali della criochirurgia, gli aspetti termofluidodinamici della trasmissione di virus per via aerea, i meccanismi combinati di scambio termico, la trasmittanza di pareti e condotti, ed infine la conduzione termica in regime variabile nel tempo in sistemi con resistenza interna trascurabile.

### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state alla base dell'attività di utilizzo e applicazione di paste termiche e pad termici sulle schede interne alla strumentazione per proteggerle da eventuale riscaldamento circuitale e conseguente danneggiamento: il pad termico serve ad evitare che si

verifichino problemi di usura nei componenti interni dei prodotti elettronici o che questi ultimi si rompano a causa delle elevate temperature presenti nella scheda a circuito stampato.

Per ciò che riguarda l'aspetto della manutenzione in azienda, si è osservato che in media, si dovrebbero sostituire i pad termici della RAM ogni cinque anni. Tuttavia, il principio che si osserva è quello di notare le prestazioni termiche e cambiare i pad di conseguenza.

Mentre per quanto riguarda la pasta termica, non è necessario sostituirla appena acquistato il dispositivo, ma dopo qualche anno di utilizzo perché tende a seccarsi rendendo più difficoltoso lo scambio termico con il conseguente innalzamento delle temperature.

---

<sup>15</sup> Nel modello di Pennes si ipotizza che il calore netto trasferito dal sangue al tessuto è semplicemente proporzionale alla differenza di temperatura tra il sangue arterioso che entra nel tessuto e il sangue venoso che lascia il tessuto stesso. Il modello di Wulff migliora le approssimazioni effettuate da Pennes.

# **CAPITOLO 11**

## **“LINGUE” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Lingue è stato erogato al secondo anno.

### **Teoria**

Mi ha fornito conoscenze e approfondimenti linguistici riguardo i vocaboli e la grammatica.

### **Laboratorio**

Per ciò che riguarda le attività di laboratorio, queste sono state erogate attraverso le attività di “listening” (ascolto), “reading” (lettura) e “writing” (scrittura-composizione), con continue interazioni e dialoghi per incentivare anche lo “speaking<sup>[16]</sup>”.

### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state utili nelle attività di stesura e controllo della correttezza dei manuali d'uso delle centraline antiincendio: essendo vendute a livello internazionale, i manuali devono essere tradotti anche nella lingua madre del cliente per evitare qualsiasi tipo di errore d'uso o di incomprensione da parte del cliente che potrebbe manifestarsi in gravi danni industriali per un mancato funzionamento dell'allarme o per una mancata attivazione del meccanismo antiincendio. Ho quindi provveduto alla scrittura e controllo delle istruzioni dei manuali (principalmente in inglese, francese e spagnolo).

---

<sup>16</sup> attività di produzione orale

## **CAPITOLO 12**

### **“CONTROLLI AUTOMATICI” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Controlli Automatici è stato erogato al secondo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo elementi di analisi e sintesi dei sistemi a tempo continuo e la definizione di questo; il calcolo della risposta forzata e della risposta libera dei sistemi a tempo continuo regolari, stazionari e lineari; l'impiego delle trasformate di Laplace nel calcolo della risposta, la sua decomposizione in modi naturali ed il concetto di stabilità; la definizioni e condizioni relative alle risposte (permanenti, transitorie ed armoniche del sistema); le proprietà strutturali dei sistemi; la sintesi tramite allocazione degli autovalori<sup>[17]</sup> e l'analisi e sintesi nel dominio della frequenza e della variabile di Gauss di “sistemi un ingresso-una uscita” a tempo continuo, i corrispettivi criteri di margini di stabilità ed il comportamento di regime permanente e nel transitorio. Inoltre, è stata analizzata la sintesi per tentativi nel dominio della frequenza e nel dominio della variabile complessa; i regolatori industriali ed il concetto di PID<sup>[18]</sup>.

#### **Laboratorio**

Dal punto di vista operativo sono state svolte esercitazioni di casi pratici con definizione di sistemi nello spazio di stato; calcolo della risposta libera e forzata; valutazione della stabilità interna ed esterna; analisi delle proprietà strutturali in sistemi lineari stazionari; assegnazione degli autovalori con sintesi con reazione dallo stato; studio della stabilità con il criterio di Nyquist; analisi della risposta armonica con Diagrammi di Bode (importante è il concetto di guadagno); risoluzioni di casi con sintesi per tentativi nel dominio della frequenza; diagrammi di Nichols; risoluzioni di casi con sintesi nel dominio di Laplace.



## **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di controllo e ottenimento dei valori dei parametri, sia nell'applicazione per dispositivo mobile e pc, della centralina antiincendio (nell'impostazione del range di valori accettabili), sia nelle varie strumentazioni (elettroencefalografi, elettrocardiografi), coerentemente con quanto richiesto, o adattandolo (come nel caso della progettazione di un relè da parte del titolare, al fine di implementare la funzionalità del circuito e migliorare i parametri ottenuti).

È stato sfruttato il concetto di "margine di stabilità" (in particolare margini di guadagno) che indica le caratteristiche di un sistema controllato, le quali devono essere rispettate per poter prevedere possibili deterioramenti del sistema fisico o perturbazioni dovute a disturbi, per essere certi che, anche in eventuale presenza di questi ultimi, la stabilità del sistema venga comunque rispettata.

Per quanto riguarda il PID, è risultato estremamente utile nel comprendere l'uso di questo, in sistemi termoregolatori e nella programmazione in PLC<sup>[19]</sup>. Il controllo PID fornisce una variazione continua dell'uscita all'interno di un meccanismo di retroazione del circuito di controllo, per controllare con precisione il processo, rimuovendo l'oscillazione e aumentando l'efficienza.

Nella programmazione in PLC come regolatore PID digitale, l'algoritmo del regolatore PID è implementato direttamente nel modulo e l'unica cosa da fare è passargli i parametri. In genere il modulo ha la possibilità di accettare un ingresso analogico<sup>[20]</sup> per la variabile da controllare e fornisce un'uscita analogica per la variabile di controllo. Questi moduli sono molto semplici da utilizzare e permettono tempi di ciclo sul controllo estremamente ridotti (partendo da qualche centinaio di microsecondi) e quindi la possibilità di regolare sistemi con una costante di tempo molto bassa (per esempio gli azionamenti di una macchina utensile richiedono tempi di ciclo  $\leq 1$  millisecondo).<sup>2</sup>

---

<sup>17</sup> Sia  $A$  una matrice quadrata  $n \times n$ . Un vettore  $u \in \mathbb{C}^n$  si dice un autovettore della matrice  $A$  se:  $u \neq 0$  e esiste uno scalare  $\lambda \in \mathbb{C}$  tale che  $Au = \lambda u$ . Uno scalare  $\lambda$  si dice un autovalore di  $A$  se esiste un vettore  $u \in \mathbb{C}^n$  tale che  $u \neq 0$  e  $Au = \lambda u$ .

<sup>18</sup> Il controllo proporzionale-integrale-derivativo, il controllo PID è un sistema in retroazione negativa ampiamente impiegato nei sistemi di controllo automatico. È il sistema di controllo in retroazione di gran lunga più comune nell'industria

<sup>19</sup> Un Controllore Logico Programmabile, o PLC, è un computer rinforzato utilizzato per l'automazione industriale. Questi controller possono automatizzare un processo specifico, una funzione della macchina o persino un'intera linea di produzione.

<sup>20</sup> Gli ingressi analogici possono rilevare un segnale in tensione ( $0 \div 10$  Volt) o in corrente ( $0 \div 20$  mA) che il mini Plc trasforma in forma digitale. Ai morsetti degli ingressi analogici sono collegati i trasduttori di temperatura, di pressione, ecc. che trasducono la grandezza non elettrica in un segnale elettrico

## **CAPITOLO 13**

### **“MISURE MECCANICHE” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Misure Meccaniche è stato erogato al terzo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo il concetto base di misure; i fondamenti di analisi statistica e di incertezza di misura; la caratterizzazione statica di trasduttori (la procedura di taratura), le loro caratteristiche (in particolare dinamiche) e la taratura dinamica di un trasduttore; gli effetti di inserzione degli strumenti di misura; le misure di temperatura; le misure di spostamento, velocità e accelerazione (con corrispettivi strumenti capacitivi, inerziali ed accelerometro piezoelettrico); le misure di deformazione (con approfondimento sugli estensimetri) ed infine le misure di forze e di coppia, di pressione, acustiche, di velocità di flussi fluidi di portata.

#### **Laboratorio**

Dal punto di vista operativo sono state fatte delle acquisizioni e la taratura degli strumenti per comprenderne a pieno il meccanismo, e per avere la dimostrazione di come un minimo spostamento o disturbo avrebbe potuto sfasare la misura.

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività dell'utilizzo del multimetro tester digitale per mezzo del quale, durante la fase di progettazione o manutenzione dei dispositivi, si effettua la verifica dei parametri, confrontando i valori con quelli standard o desiderati.

Spesso gli elettrocardiogrammi riportavano problemi di touch screen<sup>[21]</sup> per una mancata calibrazione o taratura dello strumento che portava ad avere difficoltà nell'utilizzo e nella percezione del segnale di input immesso dall'operatore.

Infine, è stata fondamentale la conoscenza del funzionamento dell'elettrovalvola per la verifica di funzionamento della centralina antiincendio: questa viene connessa al circuito della centralina nella quale vengono collegate due resistenze in parallelo come input (una volta settati i parametri dell'allarme nell'applicazione) di scintilla per vedere se all'invio del segnale (la tensione prodotta) l'elettrovalvola lo avrebbe percepito aprendo la sua membrana e rilasciando l'acqua (nel caso specifico delle centraline antiincendio), ossia il segnale in output.

Il concetto di taratura è alla base di ogni progettazione e manutenzione di strumenti, in particolare diventa una istruzione di controllo del programma in PLC per l'avvio delle macchine dedicate alla riabilitazione dei pazienti.

Buona parte del corso è stata impiegata nello studio dei sensori termici: oltre ad una approfondita analisi circuitale e tecnica del componente. In azienda abbiamo progettato dei rilevatori di scintilla programmando un sistema operativo apposito, mediante l'uso di sensori termici, per il funzionamento efficiente della centralina antiincendio.

---

<sup>21</sup> Monitor realizzato in modo da essere sensibile nei diversi punti e che consenta di trasmettere, toccando il punto interessato, dei comandi a un dispositivo digitale.

## **CAPITOLO 14**

### **“CHIMICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Chimica per Bioingegneria è stato erogato al primo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo la struttura atomica della materia, i tipi di legami chimici, gli stati di aggregazione della materia (Solido, Liquido e Gassoso); il concetto di equilibrio chimico, la termodinamica chimica e le reazioni chimiche senza trasferimento di elettroni (acidi-basi); le soluzioni tampone ed infine la cinetica chimica e catalisi enzimatica.

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di disinfezione della strumentazione con l'uso dell'alcool isopropilico, chiamato anche isopropanolo, è un alcool liquido incolore e infiammabile, è uno dei composti organici più comuni della famiglia degli alcolici. L'alcool isopropilico è stato il primo alcol sintetico commerciale il cui uso principale è la produzione di acetone, ampiamente utilizzato come solvente mentre nel settore ospedaliero e farmaceutico viene utilizzato come sgrassante e disinfettante per superfici delicate.

Altra attività molto importante svolta durante la manutenzione della strumentazione, è stata quella del controllo dello stato delle batterie: la carica e la scarica sono processi che avvengono sempre all'interno di una batteria, in ogni momento. La soluzione elettrolitica contiene ioni carichi (di solfato e idrogeno), quando un utilizzatore elettrico<sup>[22]</sup> viene posto tra i terminali della batteria l'acido solforico si scompone. Gli ioni di solfato risultanti viaggiano verso le piastre negative e reagiscono con la materia attiva delle piastre, perdendo la loro carica negativa tramite ionizzazione. Tale processo provoca la scarica della batteria o la produzione di energia elettrica.

Il processo di scarica, continua finché la batteria risulta scarica, e non rimane ulteriore energia chimica.<sup>3</sup>

È importante l'aspetto di autoscarica della batteria: un processo continuo, che si verifica anche se la batteria non è collegata a nulla. Il tasso di autoscarica dipende dalla temperatura ambientale e dal tipo di batteria che deve essere verificato secondo norma per evitare danneggiamenti ai dispositivi e al personale che ne fa uso.

Il titolare dell'azienda è stato uno dei primi tecnici della casa produttrice Siemens. Mi ha mostrato ed istruito riguardo alcuni reperti di Tubi Radiogeni a raggi X, il cui principio di funzionamento era stato affrontato durante il corso (un fascio di elettroni ad elevata energia, prodotto da un catodo, viene "sparato" contro gli "atomi bersaglio" di una placca metallica (anodo)).<sup>4</sup>

---

<sup>22</sup> In elettrotecnica un apparecchio utilizzatore, comunemente chiamato utilizzatore o carico, è un componente elettrico che trasforma l'energia elettrica in un'altra forma di energia. Per il suo funzionamento necessita quindi di un'alimentazione elettrica e un conseguente assorbimento di potenza.

## **CAPITOLO 15**

### **“ELEMENTI DI INFORMATICA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Elementi di Informatica è stato erogato al primo anno.

#### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo i principali concetti dell'informatica, il protagonista dell'evoluzione informatica (l'elaboratore elettronico) ed i sistemi operativi; la rappresentazione e codifica dell'informazione in un calcolatore e la programmazione pratica (con l'ausilio di strumenti necessari, quali compilatori, editor, IDE<sup>[23]</sup>).

Fondamentali sono stati gli approfondimenti sugli elementi di programmazione, sul linguaggio di programmazione C<sup>[24]</sup>, i tipi di memorie ed infine la struttura fisica di ROM-RAM<sup>[25]</sup> -Hard disk-Schede Video.

#### **Laboratorio**

In ambito più informatico e di laboratorio, abbiamo imparato a definire, modellare e risolvere un problema attraverso un programma, a conoscere gli strumenti “logici” (istruzioni di controllo, condizionali, iterative, ricorsive), gli algoritmi ed il linguaggio di programmazione (C).

#### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di aggiornamento dei sistemi operativi, in particolare negli Holter: spesso dopo qualche anno di utilizzo, iniziano a manifestarsi errori di sovrapposizione delle onde P che sono un disturbo il quale impedisce la lettura corretta del tracciato del paziente e conseguentemente quello di una diagnosi medica. È sufficiente effettuare un aggiornamento del sistema operativo (disponendo ovviamente della licenza) per risolverlo.

Durante le verifiche elettriche presso qualsiasi struttura ospedaliera o fisioterapica, è necessario salvare i dati rilevati e le misure che possano comprovare che sia tutto a norma. Per poterlo fare si utilizzano chiavette USB, da cui poi devono essere scaricati i dati, questo velocizza enormemente il processo di verifica e offre più spazio per memorizzare molte più analisi di diversi macchinari rispetto ad altri tester che per ciascuno strumento stampano immediatamente i dati, non avendo la possibilità di salvarli su memorie.

Per quanto riguarda l'attività di consulenza per lo sviluppo di un software, a seguito di un incontro col cliente che indica i requisiti di cui necessita il software per la realizzazione del sistema, si procede con un'analisi di fattibilità.

Abbiamo utilizzato il PLC come ambiente di sviluppo dato che nella CPU [26] dei PLC possono essere eseguiti due programmi distinti (comodo se il macchinario dedito alla riabilitazione deve garantire più funzionalità). Inoltre, il PLC si adatta ad una serie di compiti di automazione (fondamentali dunque nei processi industriali).

Il PLC conserva la logica e la struttura del linguaggio C, quindi non è stato difficile “entrare” nel meccanismo di programmazione.

Infine, un'altra attività svolta presso CBM, è stata lo sviluppo di un'applicazione informatica software su commessa per conto di terzi (aziende, fabbriche, strutture pubbliche) seguendo il progetto: dall'analisi alla progettazione, alla realizzazione e al testing, permettendo all'azienda di avere a disposizione un software completo che sia in grado di rilevare l'innescarsi di un incendio partendo da una scintilla, avviando in risposta l'esecuzione di un meccanismo di rilascio di acqua e l'attivazione di una sirena come segnale di allarme (ci sono più versioni a seconda della richiesta del cliente).

Grazie alla conoscenza dell'applicazione anydesk[27], abbiamo potuto garantire assistenza immediata da remoto a medici ed operatori che necessitavano di fare diagnosi sui tracciati che non erano in grado di visualizzare o che avevano erroneamente cancellato o sovrapposto, o per problematiche legate ad aggiornamenti di sistemi



operativi, di possibile risoluzione solo con la licenza per determinate apparecchiature biomedicali.

---

<sup>23</sup> Un IDE (Integrated Development Environment, ovvero ambiente di sviluppo integrato) è una suite software che racchiude in un'unica interfaccia utente grafica i principali strumenti di sviluppo per codificare software.

<sup>24</sup> C è un linguaggio di programmazione generico: sviluppato tra il 1969 e il 1973 da Dennis Ritchie per l'uso con il sistema operativo UNIX, è cresciuto fino a diventare uno dei linguaggi di programmazione più diffusi al mondo.

<sup>25</sup> RAM, acronimo di Random Access Memory, e ROM, che invece sta per Read-Only Memory, sono entrambe presenti nel computer. La RAM è una memoria volatile che archivia temporaneamente i file su cui si sta lavorando. La ROM è una memoria non volatile che archivia in maniera permanente le istruzioni del computer.

<sup>26</sup> È il cuore operativo di qualsiasi computer, che sia un PC o un laptop/tablet o anche uno smartphone. CPU è un acronimo che sta per central processing unit, cioè unità centrale di elaborazione. “Processore” o “microprocessore”, sono altri modi di definire la CPU. È la parte di un computer che coordina l'attività delle altre unità di elaborazione, schede audio e video, schede di rete e così via.

<sup>27</sup> Applicazione realizzata per l'accesso da remoto particolarmente efficiente per lavorare stabilmente su un calcolatore a distanza.

## **CAPITOLO 16**

# **“FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA” E LE SUE APPLICAZIONI AZIENDALI**

L'insegnamento di Fondamenti di meccanica teorica e applicata è stato erogato al secondo anno.

### **Teoria**

Mi ha fornito molteplici conoscenze riguardo i principi che stanno alla base del funzionamento dei sistemi meccanici e biomeccanici, con particolare riguardo ai problemi di cinematica, statica e dinamica dei corpi rigidi.

### **Laboratorio**

Dal punto di vista pratico, abbiamo avuto la possibilità di sviluppare una tesi di approfondimento su uno degli argomenti trattati, avendo materiale di supporto e la possibilità di adoperare varie piattaforme (labview, matlab, power point).

### **Applicazione Aziendale**

Per quanto concerne l'applicazione di queste conoscenze nel mondo aziendale, sono state fondamentali nelle attività di sostituzione e manutenzione delle parti meccaniche di ogni strumentazione: dal case dei monitor<sup>[28]</sup> degli elettrocardiografi, alle pedane per alzare o abbassare a seconda dell'esigenza i lettini fisioterapici (dovendo calcolare un'opportuna resistenza proporzionata alla forza applicata, il peso del paziente), al motore. Quest'ultimo in particolare, a seguito di un malfunzionamento, ha causato un importante attrito in una macchina per la riabilitazione del ginocchio impedendone di adempiere alla sua funzionalità.

In generale, i principi di dinamica e cinematica sono stati alla base della comprensione del funzionamento di ciascuna strumentazione e del loro settaggio, dunque fondamentali per rilevare la possibile causa del problema, dato l'effetto (conseguenza) manifestato.

---

<sup>28</sup> Case (termine mutuato dall'inglese computer case), cabinet o chassis (anche telaio), in informatica indica il contenitore dentro cui sono montati i componenti principali di un computer.

## DISCUSSIONE

In conclusione, ritengo che la mia preparazione universitaria, acquisita nel corso di questo triennio, sia stata molto utile e completa. D'altro canto, si è rivelata necessaria anche l'esperienza aziendale in un rapporto di reciproca sinergia con le conoscenze teoriche.

Innanzitutto, l'esperienza lavorativa mi ha permesso di sviluppare nuove competenze che saranno utili sia in un eventuale percorso magistrale che in una carriera lavorativa. Inoltre, ho imparato l'importanza di ascoltare e lavorare in team (collaborando e contribuendo, ognuno con le proprie conoscenze ed esperienze, si raggiunge prima una soluzione al problema), di affidarsi all'intuizione (a volte fare una rapida analisi anche solo superficiale del problema, potrebbe risolverlo immediatamente), di risolvere i problemi con un approccio di tipo causa-effetto (Problem Solving), e di mantenere in ottimo stato (anche igienico) la strumentazione e la componentistica interna (a volte è sufficiente eliminare lo sporco o mantenere in ottimo stato il cablaggio del macchinario per evitare malfunzionamenti). Poi, ho imparato l'importanza delle norme della Comunità Europea (CE) e il loro perché (come nel caso in cui le batterie di alcuni strumenti non rispettino l'ampereaggio richiesto o se non sono originali: queste potrebbero surriscaldarsi e danneggiare il macchinario, o al contrario non caricarlo mai a pieno non sfruttandone la massima capacità), l'individuazione della posizione e della morfologia reale delle componenti elettriche, la saldatura con lo stagno di queste su un circuito e l'efficacia dell'aggiornamento di un sistema operativo (spesso per difetti di sistema sviluppatosi e riscontratosi dopo anni, la casa madre produttrice del sistema, crea dei software con versioni più aggiornate che eliminano il problema).

In ultima analisi, questa conoscenza diretta, acquisita con l'osservazione e la pratica (grazie al binomio Università-Azienda), mi ha permesso di crescere personalmente e di maturare la consapevolezza dell'importanza della collaborazione e dell'ascolto.

Pertanto, consiglio a tutti gli studenti triennali di prendere l'iniziativa di vivere un'esperienza lavorativa aziendale per approfondire i propri studi e capire se si vuole proseguire con un percorso di specializzazione o restare nel mondo del lavoro.

## **Tabella riassuntiva delle competenze e delle conoscenze di ciascun corso di insegnamento**

Si riporta schematicamente in Tabella l'elenco dei corsi di Ingegneria Biomedica, gli argomenti trattati ritrovati utili in azienda e le relative applicazioni aziendali emerse da questo lavoro di tirocinio-tesi.

<b>CORSO (I ANNO)</b>	<b>ARGOMENTI TRATTATI NEL CORSO</b>	<b>APPLICAZIONI AZIENDALI</b>
ELEMENTI DI INFORMATICA	Linguaggio C, Memorie (USB-Hard disk-ROM- RAM), Scheda Madre	Aggiornamenti dei sistemi operativi per gli Holter, programmazione in PLC delle macchine per la riabilitazione, assistenza da remoto ai medici; utilizzo delle chiavette USB per salvare le verifiche elettriche delle strumentazioni
CHIMICA PER BIOINGEGNERIA	Funzionamento delle pile e delle batterie, alcool isopropilico per la pulizia della strumentazione biomedicale, funzionamento dei raggi x	Ricarica delle batterie, uso dell'alcool isopropilico per disinfezione della strumentazione, tubo radiogeno
FISIOLOGIA UMANA	L'anatomia e funzionalità del corpo umano	Conoscenza del funzionamento fisiologico umano per una corretta applicazione della strumentazione biomedicale

<b>CORSO (II ANNO)</b>	<b>ARGOMENTI TRATTATI NEL CORSO</b>	<b>APPLICAZIONI AZIENDALI</b>
METODI STATISTICI PER BIOINGEGNERIA	Utilizzo di Excel	Letture e correzione dei dati dei pazienti nelle diagnosi, automaticamente prodotte dagli ecografi
ELEMENTI DI ELETTRONICA	Componenti e dispositivi elettrici con relativi impieghi circuitali (generatori, connettori, diodi, resistenze, relè)	Saldatura delle componenti elettriche, progettazione dei circuiti e schede madri, manutenzione di strumentazione biomedicale, relè
ELETTROTECNICA	Circuiti elettrici, le norme di sicurezza per l'alimentazione dei macchinari, la funzionalità delle resistenze, la funzione e posizione dei connettori, nodo equipotenziale	Utilizzo delle resistenze per la verifica del funzionamento della centralina antiincendio, controllo della corretta tensione degli edifici per le verifiche di sicurezza (con procedimento e collegamento a massa). Verifica delle norme e della compatibilità delle componenti originali
TERMOFLUIDODINAMICA DEI SISTEMI BIOLOGICI	Concetto di Resistenza Termica	Utilizzo e applicazione di paste termiche e pad termici sulle schede interne alla strumentazione per proteggerle da eventuale riscaldamento e conseguente danneggiamento
ELEMENTI DI CONTROLLI AUTOMATICI	Concetto di PID, sistemi di controllo ed i guadagni raggiungibili	Controllo di valori e ottenimento di questi, coerente con quanto richiesto o adattamento dei valori in caso contrario
FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA	Concetti di dinamica e di cinematica, dell'attrito e funzionamento di un motore	Sostituzione di parti meccaniche (case, pedaline dei lettini, motore)

CORSO (III ANNO)	ARGOMENTI TRATTATI NEL CORSO	APPLICAZIONI AZIENDALI
BIOINGEGNERIA	Segnale elettrocardiografico in ogni suo aspetto (ampiezza, correttezza, significato, onde che lo costituiscono), le tecniche di registrazione di questo e l'analisi automatica del segnale ECG	Letture e rilevazione dei tracciati ECG per diagnosi del problema relativo all'elettrocardiogramma, utilizzo di questo in vari modelli
BIOMECCANICA DEL MOVIMENTO	Calcolo dei gradi di libertà di un corpo/macchinario	Verifica della corretta movimentazione delle macchine per la riabilitazione dei pazienti
MISURE MECCANICHE	Taratura degli strumenti di precisione, sensori termici	Utilizzo del multimetro e del tester per la determinazione della precisione, calibrazione degli strumenti e utilizzo dell'elettrovalvola, e dei sensori termici
ECONOMIA DELL'IMPRESA	Redazione del Bilancio a fine esercizio, concetto di utile, economia di mercato (competitors)	Redazione del bilancio, registrazione e rilevazione, delle operazioni aziendali (contabilità) e formulazione di preventivi per i clienti
STRUMENTAZIONE BIOMEDICA	Comprensione dei segnali elettrocardiografici, elettroencefalografici ed ecografici, il loro schema elettrico, le norme da osservare per la loro progettazione, per la sicurezza, cosa sono gli elettrodi e le sonde ed il corretto posizionamento di questi sul paziente e le diverse standardizzazioni usate, le morfologie dei segnali ed i rischi che i macchinari possono comportare al paziente e all'esecutore, uso del gel ad ultrasuoni e l'uso di sonde ecografiche.	Utilizzo, manutenzione, progettazione di strumentazioni quali: elettroencefalogramma, ecografo, holter, pacemaker, elettrocardiogramma. Applicazione di elettrodi e utilizzo di sonde per la corretta verifica di funzionamento di queste. Posizionamento migliore del bracciale pressorio, minimizzazione dei disturbi o interferenze o al contrario appositi disturbi per la verifica della rilevazione di questi. Utilizzo di gel per il funzionamento delle sonde (principio di funzionamento); riconoscimento degli allarmi

		(sostituzione delle pile), gel ad ultrasuoni.
LINGUE	Vocaboli ed esercitazioni linguistiche	Traduzione dei manuali per la distribuzione delle centraline antiincendio a livello internazionale (clienti in Spagna, Francia)



# CONCLUSIONE

Riepilogando, l'insegnamento di Bioingegneria ha permesso di riconoscere la corretta ampiezza del segnale elettrocardiografico, il riconoscimento di onde P (in sovrapposizione, fonte di disturbo in alcune strumentazioni), il significato stesso del segnale e la lettura di questo per un fine diagnostico.

I metodi statistici per Bioingegneria sono stati utili per l'analisi dei dati forniti dai macchinari (tramite l'utilizzo di Excel) e la lettura di questi, automaticamente caricati dai macchinari per la scrittura di una diagnosi, mentre Elementi di Elettronica ha permesso di utilizzare correttamente il diodo e le altre componentistiche elettriche quali relè e generatori, riconoscendone il giusto posizionamento per un corretto funzionamento dei circuiti.

Biomeccanica del movimento ha permesso il calcolo dei gradi di libertà dei macchinari al fine di ottenere la massima funzionalità possibile per la riabilitazione dei pazienti.

Economia dell'impresa ha permesso di compilare il bilancio di fine anno e di gestire il tempo per la redazione di questo a fine esercizio, la comprensione del concetto di utile e la formulazione di preventivi, per una corretta gestione del tempo, considerando i parametri del trinomio "distanza-clienti-disponibilità" ed infine la microeconomia di mercato e le relazioni tra i collaboratori. Strumentazione Biomedica è stata utile per la comprensione dei segnali elettrocardiografici, elettroencefalografici ed ecografici, ma anche per la conoscenza del loro schema elettrico, per il rispetto delle norme che devono essere osservate per la progettazione, per la sicurezza (calcolando la tensione tra la presa di terra e la massa), per quanto riguarda gli elettrodi e le sonde ed il corretto posizionamento degli elettrodi sul paziente ed infine per la standardizzazione di questo e l'applicazione del gel ad ultrasuoni per l'uso di sonde ecografiche.

La Fisiologia ha permesso di capire l'anatomia e le sue funzioni specifiche, conseguentemente il perché di certi posizionamenti delle parti applicate dei macchinari, le morfologie dei segnali rilevati ed i rischi che le parti applicate dei macchinari per la riabilitazione possono comportare al paziente e all'esecutore.

Elettrotecnica ha permesso di comprendere la funzionalità delle componenti elettriche quali le resistenze (utilizzate soprattutto in parallelo come verifica del corretto funzionamento delle centraline), la funzione e posizione dei connettori e le norme di

sicurezza da seguire per l'alimentazione dei macchinari ed il corretto impiego del nodo equipotenziale per le verifiche elettriche.

Termofluidodinamica è stata utile per capire il concetto di Resistenza Termica, tradotto nell'utilizzo di paste termiche per evitare la conduzione termica nelle schede madri, interne dei calcolatori.

Le lingue sono state utili per la traduzione dei manuali dei macchinari progettati e rivenduti a livello internazionale.

Controlli Automatici sono stati fondamentali per la comprensione del concetto di PID e dei sistemi di controllo, per i guadagni che si devono e vogliono ottenere.

Misure meccaniche ha permesso di tarare gli strumenti con precisione (utilizzando per le verifiche il multimetro ed il tester).

La chimica ha permesso di comprendere il funzionamento delle pile e delle batterie, l'importanza delle giuste polarità ed infine l'importanza dell'uso dell'alcool isopropilico per la pulizia degli strumenti biomedicali.

Elementi di Informatica, ha permesso di utilizzare il linguaggio di programmazione in PLC che conserva la medesima struttura del C, e di salvare i file su chiavette USB per la registrazione delle verifiche di sicurezza effettuate ed infine la struttura fisica di ROM-RAM -Hard disk-Schede Video.

Concludendo, Fondamenti di Meccanica teorica e applicata ha permesso di comprendere i concetti di dinamica e di cinematica, e dell'attrito riscontrato nei macchinari per la riabilitazione del ginocchio, a causa di un malfunzionamento al motore.

In generale, l'esperienza universitaria e quella lavorativa mi hanno permesso di acquisire una serie di competenze e abilità, manuali e non, che mi renderanno una professionista qualificata e pronta ad affrontare le sfide future. Grazie all'esperienza compiuta, ho potuto integrare le conoscenze universitarie con le competenze aziendali acquisite.

In virtù della mia formazione, sono in grado di lavorare in team, risolvere i problemi in modo efficiente, mantenere l'attenzione ai dettagli e rispettare le normative vigenti.

Sono convinta che queste competenze saranno fondamentali per il mio futuro professionale, indipendentemente dal percorso che deciderò di intraprendere.

# SITOGRAFIA

.1

**Norme (pagina 20):**

[http://www.elektro.it/verifica\\_medici equipotenziale/verifica\\_medici equipotenziale\\_01.html](http://www.elektro.it/verifica_medici equipotenziale/verifica_medici equipotenziale_01.html)

.2

**PID nel PLC (pagina 26):**

<https://digilander.libero.it/perascout/Scuola/Argomenti/Regolatori%20PID%20con%20PLC.htm>

.3

**Batterie (pagina 31):**

<https://www.yuasa.it/informazioni/moto-e- powersport/caratteristiche-di-scarica-e-ricarica-delle-batterie/>

.4

**Formazione dei raggi (pagina 31):**

[http://www.federica.unina.it/medicina- veterinaria/radiologia-veterinaria-e-medicina-nucleare/raggi-x-radiografia-radioscopia/#:~:text=Formazione%20dei%20raggi%20X,una%20placca%20metallica%20\(anodo\).](http://www.federica.unina.it/medicina- veterinaria/radiologia-veterinaria-e-medicina-nucleare/raggi-x-radiografia-radioscopia/#:~:text=Formazione%20dei%20raggi%20X,una%20placca%20metallica%20(anodo).)

# APPENDICE

## Regolamento didattico con offerta formativa 2020-2023



UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE

Facoltà  
di Ingegneria

A.A. 2020/2021

### Regolamento Didattico e Organizzazione Didattica

2020/2021

**Classe:** L-8 - Ingegneria dell'Informazione

DM270/2004

**Sede:** Ancona

**CdS:** Ingegneria Biomedica

Offerta Formativa Facoltà Ingegneria <http://www.ingegneria.univpm.it/offerta-formativa-2020>

Programmi degli Insegnamenti <https://guide.univpm.it/guide.php?fac=ingegneria>

Anno: 1						
Tip. DM	Tip. AF	SSD	Ciclo	Insegnamento		CFU
a)	Di Base	ING-INF/05	I	Elementi di Informatica (BIO)		9
a)	Di Base	MAT/03	I	Geometria (BIO)		6
a)	Di Base	MAT/05	I	Analisi Matematica 1 (BIO)		9
a)	Di Base	CHIM/07	II	Chimica per Bioingegneria		9
a)	Di Base	FIS/01	II	Fisica Sperimentale (BIO)		9
a)	Di Base	MAT/05	II	Analisi Matematica 2 (BIO)		9
				<b>1 insegnamento a scelta per un totale di 6 CFU</b>		6
c)	Affini	BIO/09	I	Fisiologia Umana		6
c)	Affini	BIO/16	II	Anatomia Funzionale		6
<b>Anno: 1 - Totale CFU: 57</b>						
Anno: 2 (attivo dall'A.A. 2021/2022)						
Tip. DM	Tip. AF	SSD	Ciclo	Insegnamento	Docente	CFU
b)	Caratterizzante	ING-IND/13		Fondamenti di Meccanica Teorica ed Applicata		9
b)	Caratterizzante	ING-IND/31		Elettrotecnica (BIO)		9
b)	Caratterizzante	ING-INF/02		Fondamenti di Elettromagnetismo (BIO)		9
c)	Affini	ING-IND/10		Termofluidodinamica dei Sistemi Biologici		9
f)	Altre	-		Lingua Straniera		3
b)	Caratterizzante	ING-INF/01		Elementi di Elettronica (BIO)		9
b)	Caratterizzante	ING-INF/04		Elementi di Controlli Automatici (ELE+BIO)		9
b)	Caratterizzante	ING-INF/06		Metodi Statistici per la Bioingegneria		9
<b>Anno: 2 - Totale CFU: 66</b>						
Anno: 3 (attivo dall'A.A. 2022/2023)						
Tip. DM	Tip. AF	SSD	Ciclo	Insegnamento	Docente	CFU
f)	Altre	-		Corso/i a scelta		12
f)	Altre	-		Prova Finale		3
f)	Altre	-		Tirocinio		3
b)	Caratterizzante	ING-INF/06		Bioingegneria		9

Tip. DM	Tip. AF	SSD	Ciclo	Insegnamento	Docente	CFU
b)	Caratterizzante	ING-INF/06		Biomeccanica del Movimento		9
c)	Affini	ING-IND/12		Misure Meccaniche		6
b)	Caratterizzante	ING-INF/06		Informatica Medica		9
1 insegnamento a scelta per un totale di 6 CFU						6
c)	Affini	ICAR/08		Mecanica dei Solidi e della Struttura		6
c)	Affini	ING-IND/22		Biomateriali		6

Anno: 3 - Totale CFU: 57

**Totale CFU 3 anni: 180**

#### Riepilogo Attività Formative

Attività	CFU		CFU
	Min DM	Ordinamento	
a) - Di Base	36	42 - 54	51
b) - Caratterizzanti la Classe	45	69 - 81	81
c) - Affini ed integrative	18	27 - 42	27
f) - Altre attività formative (D.M. 270 art. 10 §5)			12
			Per la conoscenza di almeno una lingua straniera
			Per la Prova Finale
			Tirocini formativi e di orientamento
<b>Totale</b>			<b>180</b>

#### Offerta a scelta libera dello studente (OL) per i corsi a scelta

Approvate in automatico su Piano di Studio ON-LINE ([link a nota di compilazione](#))

SSD	Ciclo	Offerta formativa	Docente	Anno	CFU
BIO/13		Basi Biologiche e Metodi delle Biotecnologie		3	6
CHIM/07		Chimica delle Macromolecole e dei Polimeri		3	6
ING-IND/11		Acustica Applicata ed Illuminotecnica		3	6
ING-IND/12		Strumentazione Biomedica		3	6
ING-IND/22		Biomateriali		3	6
ING-IND/22		Tecnologie delle Materie Plastiche e dei Compositi		3	6
ING-INF/01		Sistemi Elettronici		3	6
ING-INF/03		Comunicazioni Ottiche		3	6
ING-INF/03		Tecnologie per le Telecomunicazioni (INF+BIO)		3	6
ING-INF/03		Teoria dei Segnali		3	6
MAT/05		Metodi Matematici per la Bioingegneria		3	6
MAT/09		Ricerca Operativa		3	6
SECS-P/06		Economia dell'Impresa (BIO+ELE)		3	6