



# Istituto Statale Superiore “Ernesto Balducci”

Via Aretina, 78/a – 50065 Pontassieve (FI) tel. 055/8316806 fax 055/8316809

[www.istitutobalducci.it](http://www.istitutobalducci.it) - mail [presidenza@istitutobalducci.it](mailto:presidenza@istitutobalducci.it)

Codice fiscale n. 94052770487

Codice ministeriale FIIS00800G

## PROGRAMMA SVOLTO

a.s. 2022/23

Docenti: Simone Lazzerini – Corrado Barbin

Materie: ELETTRONICA, SENSORI E ROBOTICA – EDUCAZIONE CIVICA

Classe: 3BTT

Testo in adozione: Cuniberti, E&E a colori, DEA Scuola

### **MODULO 1 – FONDAMENTI, SISTEMA BINARIO E PORTE LOGICHE**

Le basi dell'elettronica. L'elettrone e le sue proprietà. Il legame metallico e i conduttori. Il circuito elettrico elementare. Tensione e corrente. La legge di Ohm e il collegamento in serie/parallelo dei resistori. Potenza, energia effetto Joule.

Il segnale elettrico e l'informazione. Segnali analogici e digitali. Necessità di convertire l'informazione da un ambito all'altro.

Onda quadra, parametri, periodo. Onda PWM, tempi, livelli, Duty Cycle, valor medio. Esempi applicativi.

Il BIT, significato e rappresentazione. Il BIT come realtà fisica (circuito elettronico). Livello basso e livello alto di tensione. Transizioni ideali e reali, tempi di salita/discesa.

I componenti elettrici e i componenti elettronici. La miniaturizzazione nelle tecnologie elettroniche, vantaggi. Elettronica discreta ed integrata.

I sistemi informatici come elaboratori di informazioni digitali. I segnali elettrici analogici e digitali, caratteristiche, esempi. Introduzione al diodo PN, caduta di tensione, uso del diodo LED per la visualizzazione dello stato logico.

Le reti combinatorie.

Tabelle della verità delle porte elementari AND, OR, NOT, XOR.

Le porte AND e OR cablate, funzionamento elettrico, ingressi con pull-up e pull-down.

**Laboratorio.** Uso elementare del multimetro, del generatore di funzioni e dell'oscilloscopio. Parametri della sinusoide, ampiezza e frequenza. Misure con l'oscilloscopio. Montaggio e prova di reti combinatorie cablate, pull-up e pull-down, uso del diodo LED. Verifica sperimentale della legge di Ohm con misura volt – amperometrica. Il relé e il suo impiego.

### **MODULO 2 – ALGEBRA BOOLEANA E MAPPE K**

Codici numerici: binario puro e BCD, il codice Gray.

Dall'espressione al circuito combinatorio e viceversa. Leggi dell'algebra booleana, leggi di



# Istituto Statale Superiore “Ernesto Balducci”

Via Aretina, 78/a – 50065 Pontassieve (FI) tel. 055/8316806 fax 055/8316809

[www.istitutobalducci.it](http://www.istitutobalducci.it) - mail [presidenza@istitutobalducci.it](mailto:presidenza@istitutobalducci.it)

Codice fiscale n. 94052770487

Codice ministeriale FIIS00800G

De Morgan.

Reti logiche e individuazione delle espressioni booleane equivalenti, tabelle della verità.

I limiti delle reti combinatorie, ritardi di propagazione, mancanza di memoria.

Sintesi delle funzioni logiche: dalla tavola della verità alla funzione booleana.

Combinazione di AND-OR e di OR-AND. La sintesi con le mappe K, mintermini e maxtermini. La semplificazione sulle mappe K. Convertire una tabella della verità in una mappa K e infine in un circuito elettronico.

Esempi pratici di sintesi di reti fino a 5 ingressi.

**Laboratorio:** Simulazione con Tinkercad e montaggio pratico di circuiti a porte logiche.

Montaggio e prova di reti con porte logiche integrate.

## **MODULO 3 – INTERFACCIAMENTO DEI CIRCUITI DIGITALI**

Il diodo PN, struttura, polarizzazione, curva caratteristica, tensione di soglia, corrente inversa. Il diodo LED, funzionamento, valori tipici di tensione e corrente, evoluzione tecnologica dei LED. Curva caratteristica, retta di carico, punto di lavoro. Il breakdown e i diodi Zener. Realizzazione di circuiti di riferimento di tensione a diodi zener, metodi di progetto.

Il BJT, struttura, terminali, polarizzazione. Funzionamento logico semplificato come porta NOT.

Approfondimenti sul BJT: tensioni e correnti, zone di funzionamento (regione attiva, interdizione, saturazione). Potenza dissipata.

Il BJT in applicazioni lineari, amplificazione della corrente e della tensione.

Il BJT come attuatore logico, vantaggi.

Differenze tra BJT, JFET e MOSFET, principali applicazioni.

Il Relé, funzionamento elementare, caratteristiche principali; il Relé come attuatore logico.

Interfacciamento di reti logiche (tipo Arduino) con carichi di potenza (motori), confronto tra relé e BJT come elemento di interfaccia.

**Laboratorio:** Uso del metodo voltamperometrico per il rilievo della curva caratteristica di un diodo in polarizzazione diretta. Simulazione con Tinkercad, montaggio pratico e analisi delle porte logiche AND, OR, e NOT realizzate attraverso l'utilizzo del BJT in modalità ON/OFF. Controllo di motori DC con Arduino, usando un BJT come interfaccia. Metodo PWM, controllo del Duty-Cycle con Arduino.

## **MODULO 4 – CIRCUITI COMBINATORI INTEGRATI**

Gli Encoder e i Decoder digitali. Encoder 8 in 3, encoder a priorità. Decoder BCD/7 segmenti.

Il Multiplexer e il Demultiplexer. Interfacciamenti seriali/paralleli, gestione dei tempi.

Uso dei BUS per la comunicazione tra unità logiche, le uscite di tipo three state.



# Istituto Statale Superiore “Ernesto Balducci”

Via Aretina, 78/a – 50065 Pontassieve (FI) tel. 055/8316806 fax 055/8316809

[www.istitutobalducci.it](http://www.istitutobalducci.it) - mail [presidenza@istitutobalducci.it](mailto:presidenza@istitutobalducci.it)

Codice fiscale n. 94052770487

Codice ministeriale FIIS00800G

Circuiti combinatori matematici: sommatore (half-adder e full-adder) e ALU.

**Laboratorio:** Simulazione con Multisim e Tinkercad della conversione BCD/7 segmenti con 4511 e display a catodo comune.

## **MODULO 5 – INTRODUZIONE AI CIRCUITI SEQUENZIALI**

Le reti sequenziali, generalità, effetto memoria. Stato del sistema e variabili di stato. La retroazione in elettronica digitale.

Il LATCH, schema, funzionamento. Tabella della verità. Il LATCH con Enable ed il LATCH tipo D.

Reti sequenziali asincrone e sincrone. Il flip-flop SR, struttura e funzionamento.

Il flip-flop D. Il segnale di CLOCK, sincronizzazione EDGE-TRIGGERED. Il FlipFlop JK.

Funzionamento. Il Toggle. Uso come divisore di frequenza. Parametri dinamici: tempi di commutazione e di propagazione.

I registri a scorrimento. Ingressi e uscite seriale e parallelo. Vari tipi. Ingressi asincroni (Preset e Clear). Registri bidirezionali. Registri universali. Conversione seriale/parallelo con i registri.

**Laboratorio:** Simulazione con Multisim e Tinkercad dei latch SR a porte NOR e NAND. Montaggio e realizzazione pratica di un latch SR a porte NOR con Arduino.

## **MODULO 6 – AMPLIFICATORE OPERAZIONALE E CONFIGURAZIONI DI BASE**

L'amplificazione dei segnali nell'elettronica analogica. Guadagno. Il problema dei livelli di impedenza. Il problema del rumore. La banda passante e le frequenze di taglio. Il problema della distorsione.

L'amplificatore operazionale come circuito differenziale ad alte prestazioni. L'amplificatore operazionale integrato. Alcuni integrati tipici: 741, TL081, LM358.

Caratteristica ingresso-uscita dell'A.O. ad anello aperto, grafico, zona lineare e zona di saturazione.

L'A.O. in retroazione negativa, stabilità, livelli di tensione e di corrente, il cortocircuito virtuale. Analisi delle reti elettroniche con A.O. nelle configurazioni fondamentali: invertente e non invertente. Calcolo del guadagno di ampiezza. Impedenze di ingresso.

Limitare gli ingressi per evitare la saturazione in uscita.

Il buffer (inseguitore), applicazioni. Uso degli A.O. con alimentazione duale.

**Laboratorio:** Simulazione con Multisim e montaggio pratico del funzionamento dell'A.O. nelle principali configurazioni tra quelle studiate a teoria. Uso corretto della doppia alimentazione. Rilevo dei parametri di guadagno e banda passante con l'oscilloscopio.

## **MODULO 7 – ALTRE APPLICAZIONI DEGLI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI**

Il sommatore non invertente. La banda passante negli A.O., la frequenza di taglio



# Istituto Statale Superiore “Ernesto Balducci”

Via Aretina, 78/a – 50065 Pontassieve (FI) tel. 055/8316806 fax 055/8316809

[www.istitutobalducci.it](http://www.istitutobalducci.it) - mail [presidenza@istitutobalducci.it](mailto:presidenza@istitutobalducci.it)

*Codice fiscale n. 94052770487*

*Codice ministeriale FIIS00800G*

superiore. Il prodotto guadagno per larghezza di banda (GBW).

**Laboratorio:** uso del sommatore per la gestione degli offset nei segnali.

i Docenti

Simone Lazzerini

Corrado Barbin