ISTITUTO SUPERIORE "ENRICO FERMI"

PROGRAMMAZIONE DEL GRUPPO DISCIPLINARE

INDIRIZZO ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA

a.s. 2026/2027

ARTICOLAZIONE: **AUTOMAZIONE**

DISCIPLINA:	ORE SETTIMANALI: **5 (3)**	CLASSI: **4E AU**
SISTEMI AUTOMATICI	TOTALE ANNUALE: **165**	

INSEGNANTI:

Franzetti Alessandro, Pivetta Claudio

PROGRAMMAZIONE ANNUALE (SEQUENZA DI LAVORO)

[Sono evidenziati in giallo i contenuti essenziali e gli argomenti a maggior valenza interdisciplinare che saranno privilegiati nell'eventualità di attuazione totale o parziale di DAD in corso d'anno]

MODULO 1: **MODELLIZZAZIONE DEI SISTEMI LTI: FUNZIONI DI TRASFERIMENTO IN "S"**

	UNITA' DIDATTICHE	PERIODO	ORE DI LEZIONE
1.1	Ripasso (sistemi e controlli)	set-ott	16
1.2	Modelli integro-differenziali dei sistemi LTI	ott-nov	16
1.3	Funzioni di trasferimento nella variabile complessa **"s"**	nov-gen	20
1.4	Simulazioni sui sistemi LTI nel dominio dei tempi	dic	4

MODULO 2: **ANALISI DELLA RISPOSTA IN FREQUENZA**

2.1	Risposta in frequenza di sistemi LTI: i diagrammi di Bode	gen-feb	22
2.2	Simulazioni sui sistemi LTI nel dominio delle frequenze	feb	4

MODULO 3: **SISTEMI DI CONTROLLO ANALOGICI: PRESTAZIONI DEL CONTROLLO**

3.1	Prestazioni statiche e dinamiche di un sistema di controllo analogico in catena chiusa	mar-apr	14
3.2	Simulazioni sui sistemi in catena chiusa	apr	4
3.3	Progetto del regolatore	apr-mag	10

MODULO 4: **SISTEMI DI CONTROLLO ON-OFF**

4.1	Regolatori ON-OFF	mag	5

MODULO 5: **SISTEMI DI CONTROLLO DIGITALI: IL PLC**

5.1	PLC Siemens STEP 7	ott-mar	34
5.2	GRAFCET e applicazioni	apr-giu	16

RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO ELE-ET: prof. Stefano Bottazzi

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 1.1

TITOLO: RIPASSO (SISTEMI E CONTROLLI)

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

- Definizioni: sistema, controllo, uscita, ingresso, disturbo, variabile interna, stato, modello
- Classificazioni: sistema lineare, tempo-invariante, combinatorio, sequenziale

Controlli:
- controllo in catena aperta
- controllo in catena chiusa
- regolatore
- amplificatore
- attuatore
- trasduttore
- condizionamento di segnale
- controllo manuale ed automatico, regolazione e asservimento, instabilità (cenni)

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	F = Lezione frontale classica I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta D = Interrogazione dialogata con la classe
DURATA (IN ORE):	**16**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 1.2

TITOLO: MODELLI INTEGRO-DIFFERENZIALI DEI SISTEMI LINEARI E TEMPO-INVARIANTI (LTI)

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

- concetto di derivata e di integrale
- relazione integro-differenziale tensione-corrente su resistore, condensatore e induttore
- circuiti RC serie, RL serie, RLC serie, RC parallelo, RLC parallelo
- forma generale dell'equazione differenziale ingresso-uscita di un sistema LTI

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	F = Lezione frontale classica I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato S = Utilizzo di software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta D = Interrogazione dialogata con la classe
DURATA (IN ORE):	**16**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 1.3

TITOLO: FUNZIONI DI TRASFERIMENTO (F.d.T.) NELLA VARIABILE COMPLESSA "**s**"

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

- trasformata di Laplace e principali proprietà (somma, moltiplicazione per costante, derivata, integrale)
- Funzione di Trasferimento in "s"di un sistema LTI
- sistemi di ordine zero, uno e due: forma tipica della F.d.T., parametri caratteristici e risposta agli ingressi canonici
- poli e zeri e guadagno statico di una F.d.T.
- impedenze generalizzate dei bipoli elettrici elementari R, L, C
- circuiti L-trasformati per le reti lineari R-L-C
- circuiti L-trasformati per le applicazioni lineari degli amplificatori operazionali: circuito derivatore, circuito integratore, ecc.
- ripasso delle principali regole di riduzione dell'algebra degli schemi a blocchi (blocchi in serie, parallelo, anello) e loro applicazione alle F.d.T "in s"

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	F = Lezione frontale classica I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato S = Utilizzo di software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta D = Interrogazione dialogata con la classe
DURATA (IN ORE):	**20**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 1.4

TITOLO: SIMULAZIONI SUI SISTEMI LTI NEL DOMINIO DEI TEMPI

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

- analisi di reti elettriche R-L-C tramite software per la simulazione di circuiti elettrici ed elettronici
- analisi di circuito derivatore e circuito integratore tramite software per la simulazione di circuiti elettrici ed elettronici
- funzioni di trasferimento e schemi a blocchi simulati tramite MATLAB o altro software analogo

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	I = Lezione interattiva, articolata con interventi L = Laboratorio SI = Supporti informatici
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti L = Esperienze in Laboratorio di Sistemi S = Software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	O = Osservazione sistematica del lavoro in laboratorio
DURATA (IN ORE):	**4**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 2.1

TITOLO: RISPOSTA IN FREQUENZA DEI SISTEMI LTI: I DIAGRAMMI DI BODE

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

- analisi della risposta in frequenza di un sistema LTI
- diagramma di Bode del guadagno (o del modulo)
- diagramma di Bode dello sfasamento (o della fase)
- regole di tracciamento dei diagrammi di Bode su griglie semilogaritmiche
- sviluppo in serie di Fourier (enunciato, cenni sullo spettro di un segnale)

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	F = Lezione frontale classica I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato S = Utilizzo di software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta D = Interrogazione dialogata con la classe
DURATA (IN ORE):	**22**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 2.2

TITOLO: SIMULAZIONI SUI SISTEMI LTI NEL DOMINIO DELLE FREQUENZE

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

- tracciamento, tramite MATLAB o altro software analogo, dei diagrammi di Bode di una F.d.T.

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	I = Lezione interattiva, articolata con interventi L = Laboratorio SI = Supporti informatici
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti L = Esperienze in Laboratorio di Sistemi S = Software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	O = Osservazione sistematica del lavoro in laboratorio
DURATA (IN ORE):	**4**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 3.1

TITOLO: PRESTAZIONI STATICHE E DINAMICHE DI UN SISTEMA DI CONTROLLO ANALOGICO IN CATENA CHIUSA

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

Controlli in catena chiusa:
- F.d.T. ad anello chiuso
- F.d.T. ad anello aperto e relativo guadagno statico

Indici di prestazione dinamici (stabilità e velocità di risposta) e statici (precisione e immunità ai disturbi)
- Stabilità:
  - stabilità BIBO, stabilità semplice ed asintotica (definizioni)
  - metodo dei poli per lo studio della stabilità
  - criterio di Bode per lo studio della stabilità dei sistemi in catena chiusa
  - margini di stabilità: margine di fase (determinazione grafica e analitica) e margine di guadagno
- Velocità di risposta:
  - tempo di salita, tempo di assestamento, ecc…
- Precisione
  - a regime nella risposta al gradino
- Immunità
  - a regime rispetto ai disturbi costanti agenti sull'uscita

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	F = Lezione frontale classica I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato S = Utilizzo di software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta D = Interrogazione dialogata con la classe
DURATA (IN ORE):	**14**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 3.2 **TITOLO:** SIMULAZIONI SUI SISTEMI IN CATENA CHIUSA	
CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA: Analisi, tramite MATLAB o altro software analogo, delle prestazioni di un sistema in catena chiusa (margini di stabilità, poli e zeri, tempi di risposta, ecc.)	
METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	I = Lezione interattiva, articolata con interventi L = Laboratorio SI = Supporti informatici
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti L = Esperienze in Laboratorio di Sistemi S = Software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	O = Osservazione sistematica del lavoro in laboratorio
DURATA (IN ORE):	**4**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 3.3

TITOLO: PROGETTO DEL REGOLATORE

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

- Influenza del guadagno statico ad anello aperto sui quattro indici di prestazione del controllo
- Regolatore proporzionale: il progetto statico e il progetto dinamico
- Regolatori standard PID
- Metodi di compensazione (cenni)

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	F = Lezione frontale classica I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato S = Utilizzo di software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta D = Interrogazione dialogata con la classe
DURATA (IN ORE):	**10**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 4.1 **TITOLO:** REGOLATORI ON-OFF	
CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA: Regolatori ON-OFF	
METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	F = Lezione frontale classica I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula
STRUMENTI DIDATTICI(2):	A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato S = Utilizzo di software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta D = Interrogazione dialogata con la classe
DURATA (IN ORE):	**5**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 5.1

TITOLO: PLC SIEMENS STEP 7

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

Ripasso:
- controlli digitali in catena chiusa
- logica cablata
- logica programmata
- hardware del PLC
- software del PLC (linguaggio a contatti)

Programmazione:
- ambiente di programmazione Micro/WIN 32
- logica a bit
- fronti
- temporizzatori
- contatori
- subroutine

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula L = Laboratorio EP = Esercitazione pratica SI = Supporti informatici
STRUMENTI DIDATTICI(2):	T = Riferimento al testo in adozione A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti R= Riferimento a materiali reperiti in rete E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato L = Esperienze in Laboratorio di Sistemi S = Software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta PL = Prova pratica di Laboratorio
DURATA (IN ORE):	**34**

UNITÀ DIDATTICA FORMATIVA CAPITALIZZABILE N° 5.2

TITOLO: GRAFCET E APPLICAZIONI

CONTENUTI DELL'UNITÀ FORMATIVA:

Grafcet:
- passo e azione, transizione e condizione
- passo iniziale
- regole di transizione
- sequenze parallele e sequenze alternative
- traduzione del Grafcet in linguaggio PLC

Applicazioni:
- stazioni MPS Festo
- impianti autoprodotti da ex-studenti (tesine)

METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO(1):	I = Lezione interattiva, articolata con interventi D = Discussione in aula L = Laboratorio EP = Esercitazione pratica SI = Supporti informatici
STRUMENTI DIDATTICI(2):	T = Riferimento al testo in adozione A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti R= Riferimento a materiali reperiti in rete E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato L = Esperienze in Laboratorio di Sistemi S = Software applicativi
VALUTAZIONE (PER CERTIFICARE LE COMPETENZE)(3):	S = Prova scritta PL = Prova pratica di Laboratorio
DURATA (IN ORE):	**16**

(1) METODOLOGIE D'INSEGNAMENTO:

F = Lezione frontale classica
FDS = Lezione frontale a distanza sincrona
FDA = Lezione frontale a distanza asincrona
I = Lezione interattiva, articolata con interventi
D = Discussione in aula
L = Laboratorio
E = Esercitazione individuale
G = Lavori, esercitazioni di gruppo
M = Costruzione di mappe concettuali
P = Problem solving
EG = Esercitazione grafica
EN = Esercitazione numerica
EP = Esercitazione pratica
T = Analisi di testi, manuali e materiali vari
A = Utilizzo e/o realizzazione di materiali autoprodotti dagli alunni
FC = Flipped classroom: fanno lezione gli alunni
AT= Alunni fanno da tutor di altri alunni
S = Stage
V = Visite guidate
SI = Supporti informatici
RP = Role play (drammatizzazione)
" " = ……

Qualora lo si ritenesse necessario, i docenti di teoria e laboratorio, in compresenza durante le ore destinate al laboratorio potranno stabilire, di comune accordo, di ricorrere alla suddivisione della classe in due gruppi, uno da condurre in laboratorio, l'altro da tenere in aula per svolgere altre attività didattiche.
Questa ipotesi di lavoro permette di attivare eventuali recuperi o potenziamenti in itinere.

(2) STRUMENTI DIDATTICI

T = Riferimento al testo in adozione
A= Riferimento a materiali autoprodotti dai docenti
AA= Riferimento a materiali autoprodotti dagli alunni
R= Riferimento a materiali reperiti in rete
E = Svolgimento di esercizi di difficoltà graduale a svolgimento guidato
O= Svolgimento di esercizi on line
L= Esperienze in Laboratorio di ……
S = Utilizzo di software applicativi
" " = ……

(3) STRUMENTI DI VERIFICA

S = Prova scritta
I = Interrogazione orale
T = Test
D = Interrogaz. dialogata con la classe
P = Prova pratica
PG = Prova grafica
PL = Prova pratica di Laboratorio
SG = Prova scritta-grafica
R = Relazioni di esperienze di laboratorio
LI = Ricerche o lavori individuali
LG= Ricerche o lavori di gruppo
G = Valutazione del lavoro di gruppo (vedi rubrica lavoro cooperativo in "riunione 1 settembre 2014")
" " = ……