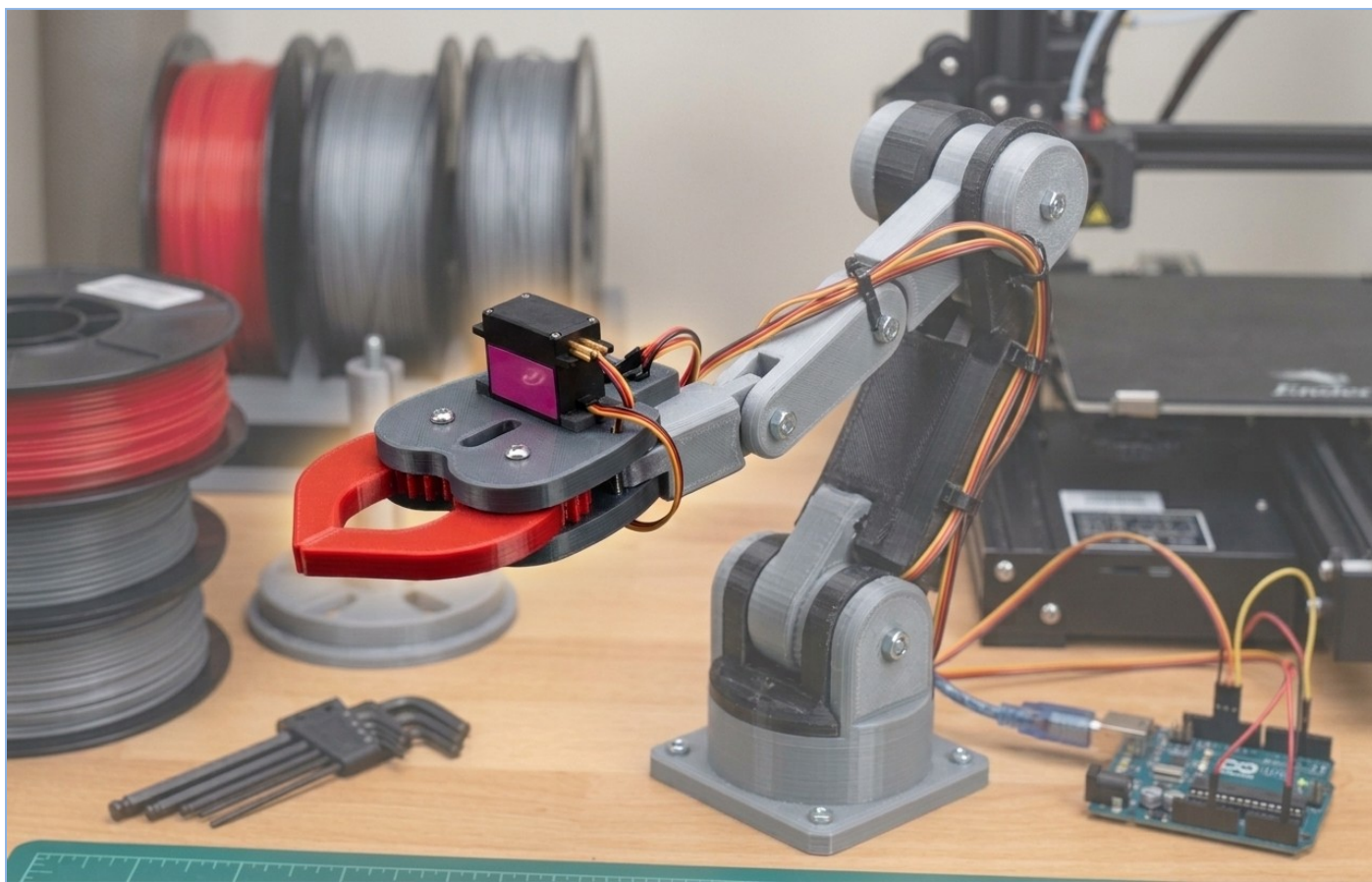


UDA STEM TRIENNALE MECCATRONICA

COSTRUZIONE DI UNA PINZA PICCOLA ROBOTICA AD INGRANAGGI

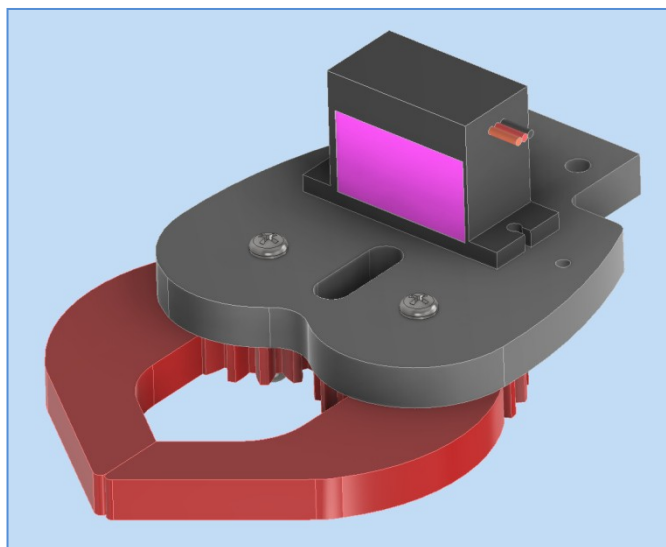
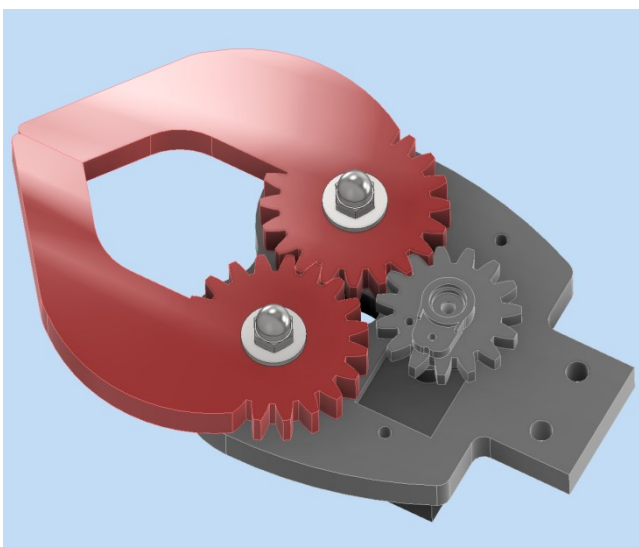
Percorso interdisciplinare STEM per l'indirizzo Meccanica, Meccatronica ed Energia



1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la progettazione, realizzazione, assemblaggio e collaudo di una piccola pinza robotica ad ingranaggi. Il riduttore viene realizzato attraverso tre differenti tecnologie produttive:

- stampa 3D;
- taglio laser;
- lavorazione CNC.



Il sistema comprende i seguenti elementi meccanici:

- ruote dentate
- fori filettati
- bulloni
- rondelle cuscinetti a sfere
- servo motore elettrico

Lo stesso prodotto viene utilizzato come filo conduttore per un percorso verticale nelle classi terza, quarta e quinta, con livelli di approfondimento progressivi.

2. FINALITA' EDUCATIVE

Il progetto ha lo scopo di integrare le conoscenze teoriche e le attività pratiche delle principali discipline tecniche dell'indirizzo meccanico. Le finalità principali sono:

- collegare teoria e pratica attraverso un prodotto concreto;
- sviluppare capacità di progettazione meccanica;
- comprendere il rapporto tra progetto, tecnologia produttiva e prodotto finito;
- utilizzare strumenti CAD e CAM;
- conoscere e confrontare differenti processi produttivi;
- sviluppare capacità di misura e controllo qualità ;
- introdurre sistemi di automazione e acquisizione dati;
- sviluppare capacità di lavoro in gruppo;
- abituare gli studenti alla documentazione tecnica;
- favorire la risoluzione di problemi reali attraverso un approccio progettuale.

3. MATERIE COINVOLTE

Il progetto coinvolge principalmente quattro aree disciplinari :

- **Meccanica**- studio del funzionamento della pinza, trasmissione del moto, rapporti di trasmissione, dimensionamento e verifica degli organi meccanici.
- **Disegno e progettazione**- rappresentazione grafica, CAD 2D/3D, assiemi, tavole costruttive, quotatura, tolleranze e distinta base.
- **Tecnologia meccanica**- materiali, processi produttivi, stampa 3D, taglio laser, CNC, utensili, parametri di lavorazione e controllo qualità .
- **Automazione**- motore CC, sensori, controllo della velocità , acquisizione dati, PLC o sistemi programmabili.

Si possono coinvolgere anche le materie di Italiano e Inglese per la stesura di un manuale di assemblaggio e utilizzo.

4. ARTICOLAZIONE DEL PERCORSO TRIENNALE

CLASSE 3° - CONOSCERE, DISEGNARE E REALIZZARE

Obiettivo generale: comprendere la funzione della pinza, riconoscere i suoi componenti, rappresentarli graficamente e realizzare una prima versione funzionante.

4.1 MECCANICA

- Individuazione delle funzioni della pinza.
- Riconoscimento dei principali componenti meccanici.

- Introduzione alle ruote dentate cilindriche a denti diritti.
- Numero di denti e rapporto di trasmissione.
- Concetto di modulo e diametro primitivo.
- Calcolo elementare della velocità di rotazione.
- Relazione tra velocità e coppia.
- Studio di alberi e spallamenti.
- Funzione dei cuscinetti a sfere.
- Funzione di dadi, rondelle e distanziali.
- Introduzione alle filettature.
- Collegamento tra motore e pignone.

4.2 DISEGNO

- Lettura del disegno di assieme.
- Proiezioni ortogonali.
- Sezioni.
- Quotatura dei componenti.
- Rappresentazione convenzionale di filettature e cuscinetti.
- Introduzione al CAD 3D.
- Modellazione ruote dentate, carter.
- Realizzazione dell'assieme tridimensionale.
- Creazione dell'esploso.
- Realizzazione della distinta base.

4.3 TECNOLOGIA MECCANICA

- Confronto tra materiali metallici, polimerici e materiali per taglio laser.
- Introduzione alla stampa 3D.
- Introduzione al taglio laser.
- Introduzione alla lavorazione CNC.
- Preparazione dei file per la produzione.
- Introduzione allo slicing.
- Orientamento dei pezzi in stampa.
- Controllo dimensionale con calibro.
- Confronto tra dimensioni nominali e reali.
- Individuazione dei problemi di assemblaggio.

4.4 AUTOMAZIONE

- Introduzione al motore elettrico in corrente continua.
- Alimentazione del motore.
- Inversione del senso di rotazione.
- Misura di tensione e corrente.
- Misura della velocità di rotazione.
- Introduzione ai concetti di sensore e attuatore.
- Possibile utilizzo di un sensore ottico o di prossimità per il rilevamento dei giri.

4.5 ATTIVITA' CONCLUSIVA DELLA 3°

Realizzazione di una prima versione semplificata del riduttore, preferibilmente mediante stampa 3D.

Gli studenti documentano:

- disegno;
- scelta dei materiali;
- calcolo del rapporto di trasmissione;
- produzione;

- assemblaggio;
- prova di funzionamento;
- misurazione della forza di presa.

CLASSE 4° - PROGETTARE E PRODURRE

Obiettivo generale: passare dalla semplice costruzione alla progettazione tecnica, introducendo dimensionamento, tolleranze e programmazione delle lavorazioni.

4.6 MECCANICA

- Progettazione della pinza a partire dalle specifiche assegnate.
- Dimensionamento delle ruote dentate.
- Scelta del modulo.
- Calcolo del rapporto di trasmissione.
- Calcolo delle velocità e delle coppie.
- Scelta dei cuscinetti.
- Analisi delle forze sugli ingranaggi.
- Studio degli accoppiamenti.
- Studio delle filettature e dei sistemi di bloccaggio.
- Analisi del rendimento della pinza.

4.7 DISEGNO

- Modellazione CAD completa.
- Disegni costruttivi dei componenti.
- Tolleranze dimensionali.
- Accoppiamenti albero-cuscinetto.
- Indicazione delle rugosità.
- Quotatura funzionale.
- Disegno dell'assieme sezionato.
- Distinta base.
- Messa in tavola secondo normativa tecnica.
- Progettazione parametrica.
- Adattamento del progetto alle tre tecnologie produttive.

4.8 TECNOLOGIA MECCANICA

Stampa 3D

- Scelta del materiale.
- Orientamento del componente.
- Supporti.
- Layer e infill.
- Parametri di stampa.
- Compensazione delle tolleranze.
- Progettazione per la manifattura additiva.

Taglio laser

- Preparazione dei file 2D.
- Scelta del materiale e dello spessore.
- Studio del kerf.

- Compensazione dimensionale.
- Progettazione degli incastri.
- Parametri di taglio.

CNC

- Scelta dell'utensile.
- Velocità di rotazione.
- Avanzamento.
- Profondità di passata.
- Origini e sistemi di riferimento.
- Generazione del percorso utensile.
- Introduzione al CAM.
- Simulazione della lavorazione.

4.9 CONTROLLO QUALITA'

- Controllo dimensionale.
- Uso di calibro e micrometro.
- Controllo degli accoppiamenti.
- Confronto tra pezzo progettato e pezzo prodotto.
- Analisi degli errori.
- Compilazione di una semplice scheda di controllo.

4.10 AUTOMAZIONE

- Controllo della velocità del motore CC.
- Introduzione al PWM.
- Utilizzo di sensori per il rilevamento dei giri.
- Acquisizione dei dati.
- Introduzione al PLC o a una scheda programmabile.
- Comandi di start e stop.
- Inversione del senso di rotazione.
- Regolazione della velocità.
- Diagramma a blocchi del sistema.

4.11 ATTIVITA' CONCLUSIVA DELLA 4°

Compito autentico: progettare e realizzare una pinza con una forza di presa per un determinato carico.

CLASSE 5° - OTTIMIZZARE, AUTOMATIZZARE E INDUSTRIALIZZARE

Obiettivo generale: trasformare la pinza in un caso di studio completo di progettazione, produzione, collaudo, automazione e ottimizzazione industriale.

4.12 MECCANICA

- Dimensionamento completo della pinza.
- Verifica delle dita di presa.
- Verifica delle ruote dentate.
- Analisi delle forze e delle coppie.
- Dimensionamento dei cuscinetti.
- Calcolo della durata dei cuscinetti.
- Calcolo del rendimento.
- Analisi delle perdite meccaniche.

- Analisi del comportamento sotto carico.
- Analisi delle vibrazioni e della rumorosità.
- Introduzione alla lubrificazione.
- Analisi della sicurezza meccanica.
- Individuazione dei possibili modi di guasto.

4.13 DISEGNO E PROGETTAZIONE

- Progettazione definitiva della pinza.
- Gestione delle revisioni progettuali.
- Progettazione parametrica.
- Ottimizzazione dei componenti.
- Tolleranze geometriche.
- Riferimenti e sistemi di quotatura funzionale.
- Rugosità.
- File CAD/CAM.
- Distinta base.
- Codifica dei componenti.
- Documentazione tecnica completa.
- Progettazione orientata alla fabbricazione e all'assemblaggio (DFMA).

4.14 TECNOLOGIA MECCANICA

Il confronto tra le tre tecnologie produttive diventa parte centrale del progetto.

Gli studenti realizzano lo stesso componente attraverso stampa 3D, taglio laser e CNC e confrontano:

- tempi di produzione;
- costo del materiale;
- consumo energetico;
- precisione;
- qualità superficiale;
- resistenza;
- complessità geometrica;
- tempo di preparazione;
- possibilità di produzione in serie;
- impatto ambientale.

4.15 AUTOMAZIONE

La pinza diventa l'end-effector di un robot. Possibili attività:

- controllo della precisione di posizionamento;
- misura della corrente assorbita;
- eventuale misura della coppia;
- acquisizione dei dati tramite PLC o scheda programmabile;
- visualizzazione dei parametri tramite interfaccia HMI;
- registrazione dei dati;
- produzione di grafici;
- rilevamento di condizioni anomale;
- arresto automatico in caso di sovraccarico;
- introduzione alla manutenzione predittiva.

4.16 ATTIVITÀ CONCLUSIVA DELLA 5°

Compito autentico: progettare, produrre, collaudare e ottimizzare una pinza elettromeccanica destinata ad una specifica applicazione industriale, confrontando tre differenti tecnologie produttive.

Il gruppo di lavoro produce:

- relazione tecnica;
- calcoli di progetto;
- modello CAD;
- tavole costruttive;
- distinta base;
- file per stampa 3D;
- file per taglio laser;
- programma CNC/CAM;
- prototipi;
- piano di controllo qualità;
- sistema di comando e acquisizione dati;
- risultati delle prove sperimentali;
- analisi dei costi;
- confronto tra le tecnologie;
- proposta di ottimizzazione.

5. CONFRONTO TRA LE TRE TECNOLOGIE

- **Stampa 3D:** particolarmente adatta alla prototipazione rapida, alla realizzazione di geometrie complesse e alla personalizzazione dei componenti.
- **Taglio laser:** particolarmente adatto alla produzione rapida di elementi piani, pannelli, carter, supporti e strutture assemblate.
- **CNC:** particolarmente adatto alla realizzazione di componenti con maggiore precisione dimensionale e, a seconda della macchina e del materiale, maggiore resistenza e qualità superficiale.

Il confronto permette agli studenti di comprendere che la scelta di una tecnologia produttiva dipende dalla geometria, dal materiale, dalla precisione richiesta, dai volumi produttivi, dai costi e dai tempi.

6. FILO CONDUTTORE INTERDISCIPLINARE

Il progetto deve essere organizzato affinché il medesimo problema tecnico attraversi le diverse discipline.

- **MECCANICA**
Definisce il funzionamento, il rapporto di trasmissione, i carichi e il dimensionamento.
- **DISEGNO**
Trasforma i calcoli in modello CAD, assieme, tavole costruttive e distinta base.
- **TECNOLOGIA**
Stabilisce come produrre il componente mediante stampa 3D, laser o CNC.
- **AUTOMAZIONE**
Aziona il sistema, misura le grandezze fisiche e verifica sperimentalmente il comportamento del sistema.

COLLAUDO E OTTIMIZZAZIONE

I risultati sperimentali vengono confrontati con i valori teorici e utilizzati per migliorare il progetto.

7. PROGRESSIONE VERTICALE

- **CLASSE 3° - CAPISCO E REALIZZO**

Oggetto --> Disegno --> Materiali --> Lavorazioni --> Assemblaggio --> Funzionamento.

Lo studente comprende che cosa è una pinza robotica e come è costruita.

- **CLASSE 4° - PROGETTO E PRODUCO**

Specifiche --> Calcoli --> CAD --> Tecnologia --> Produzione --> Controllo.

Lo studente comprende come progettare e produrre la pinza.

- **CLASSE 5° - OTTIMIZZO E AUTOMATIZZO**

Specifiche industriali --> Dimensionamento --> Simulazione --> Produzione --> Collaudo --> Acquisizione dati --> Ottimizzazione.

Lo studente comprende come trasformare un prototipo in un prodotto e in un sistema automatizzato.

8. COMPETENZE SVILUPPATE

- Interpretare e produrre documentazione tecnica.
- Utilizzare strumenti CAD e CAM.
- Applicare principi di meccanica alla progettazione.
- Selezionare materiali e processi produttivi.
- Programmare e utilizzare macchine CNC e sistemi di fabbricazione digitale.
- Effettuare controlli dimensionali.
- Assemblare sistemi meccanici.
- Utilizzare motori, sensori e sistemi di controllo.
- Acquisire e interpretare dati sperimentali.
- Lavorare in gruppo e organizzare le fasi di un progetto.
- Redigere una relazione tecnica.
- Valutare costi, tempi e qualità di un processo produttivo.
- Individuare problemi e proporre soluzioni.

9. METODOLOGIA DIDATTICA

Il progetto si presta ad una metodologia basata prevalentemente su:

- didattica laboratoriale;
- project work;
- problem solving;
- cooperative learning;
- learning by doing;
- progettazione interdisciplinare;
- confronto tra risultati teorici e sperimentali.

Gli studenti possono essere organizzati in gruppi con ruoli differenti: progettista meccanico, disegnatore CAD, responsabile della produzione, responsabile del controllo qualità e responsabile dell'automazione.

10. VALUTAZIONE

La valutazione puo' essere articolata sui seguenti indicatori:

- correttezza dei calcoli;
- qualita' del modello CAD;
- correttezza delle tavole tecniche;
- scelta dei materiali e delle tecnologie;
- qualita' dei pezzi prodotti;
- precisione dell'assemblaggio;
- funzionamento del riduttore;
- correttezza del sistema di automazione;
- capacita' di analizzare i dati sperimentali;
- capacita' di lavorare in gruppo;
- autonomia nella risoluzione dei problemi;
- qualita' della documentazione tecnica finale.

11. PRODOTTO FINALE DEL PERCORSO TRIENNALE

Al termine del percorso gli studenti possono disporre di un vero e proprio sistema didattico composto da:

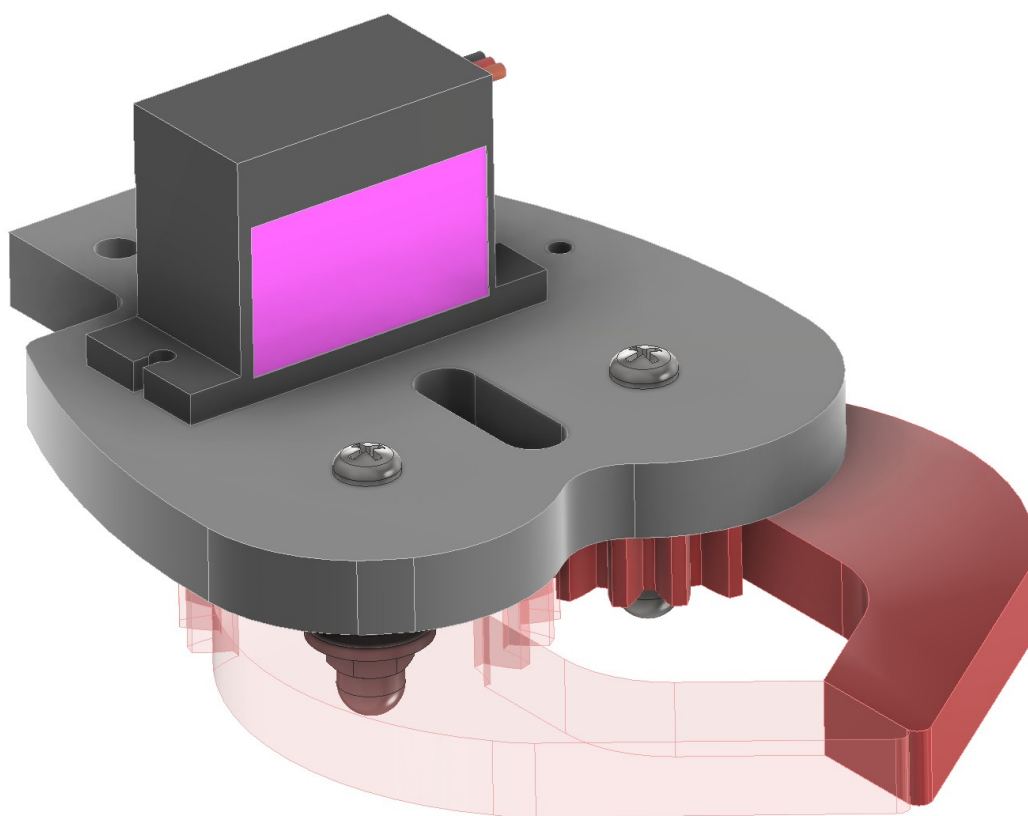
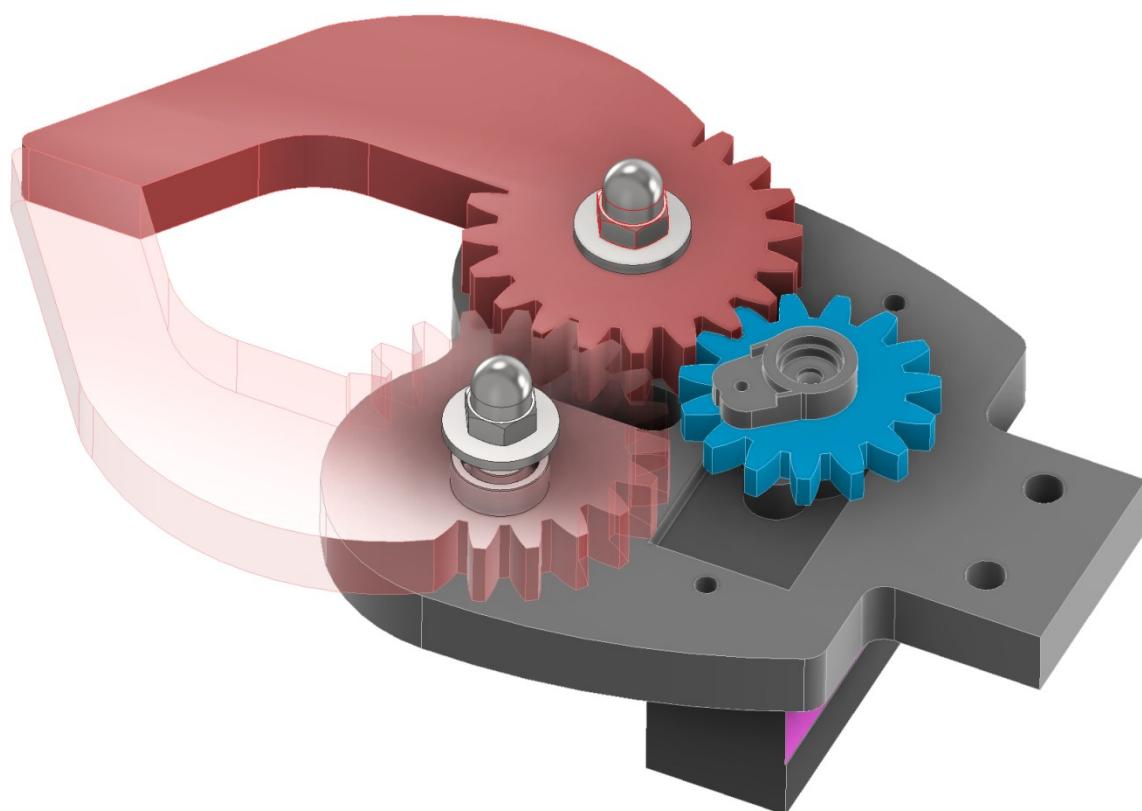
1. Pinza realizzato mediante stampa 3D.
2. Pinza realizzato mediante taglio laser.
3. Pinza realizzato mediante lavorazione CNC.
4. Modelli CAD e tavole costruttive.
5. Distinte base e documentazione tecnica.
6. Sistema di azionamento con motore CC.
7. Sistema di misura della velocita' e delle principali grandezze.
8. Banco prova automatizzato.
9. Relazione tecnica con confronto tra teoria e risultati sperimentali.
10. Analisi tecnico-economica delle tre tecnologie produttive.

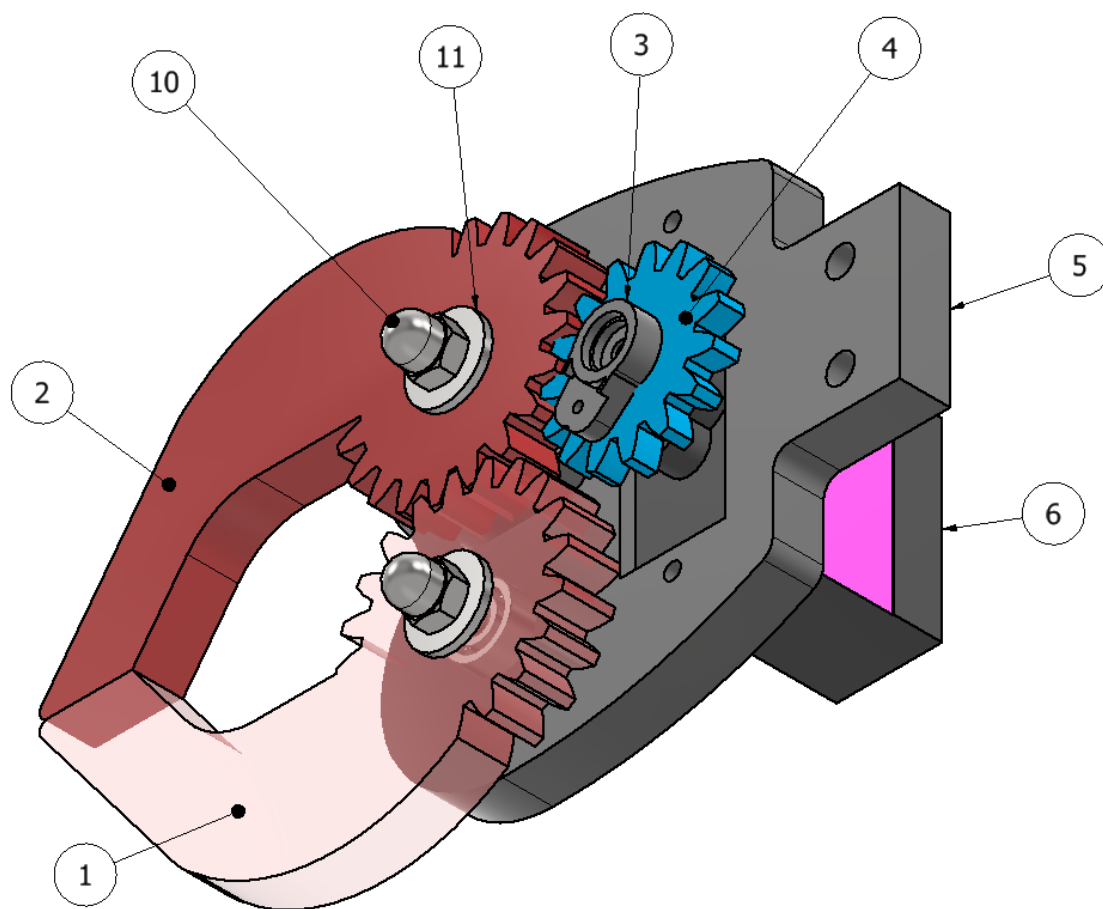
12. CONCLUSIONE

La pinza ad ingranaggi rappresenta un oggetto didattico particolarmente efficace per un percorso interdisciplinare nell'indirizzo meccanico, poiche' concentra in un unico prodotto numerosi contenuti caratterizzanti la formazione tecnica.

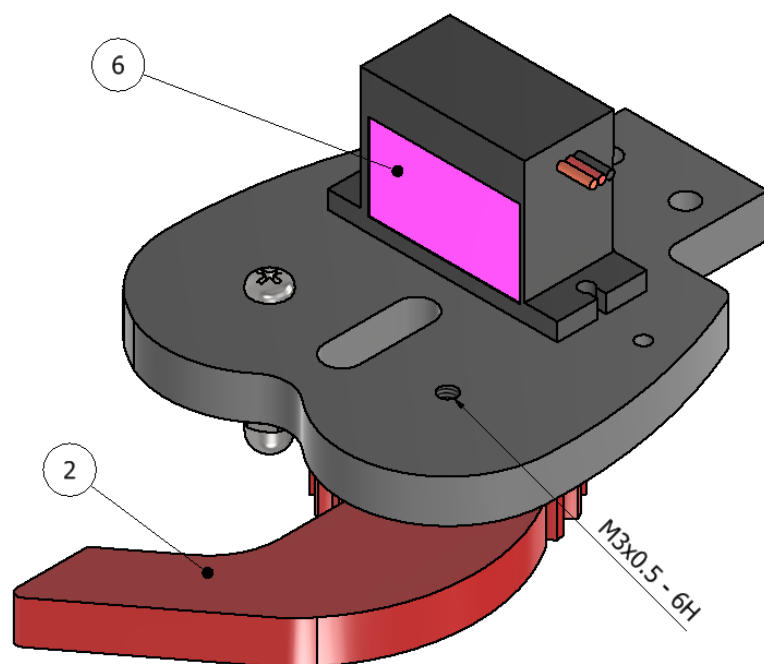
La realizzazione dello stesso sistema mediante stampa 3D, taglio laser e CNC consente inoltre di mettere in evidenza il rapporto tra progettazione e processo produttivo, permettendo agli studenti di sperimentare direttamente vantaggi e limiti delle differenti tecnologie.

La progressione dalla classe terza alla classe quinta consente di passare gradualmente dalla conoscenza dei componenti e delle lavorazioni alla progettazione, al dimensionamento, al controllo qualita', all'automazione e infine all'ottimizzazione del prodotto.

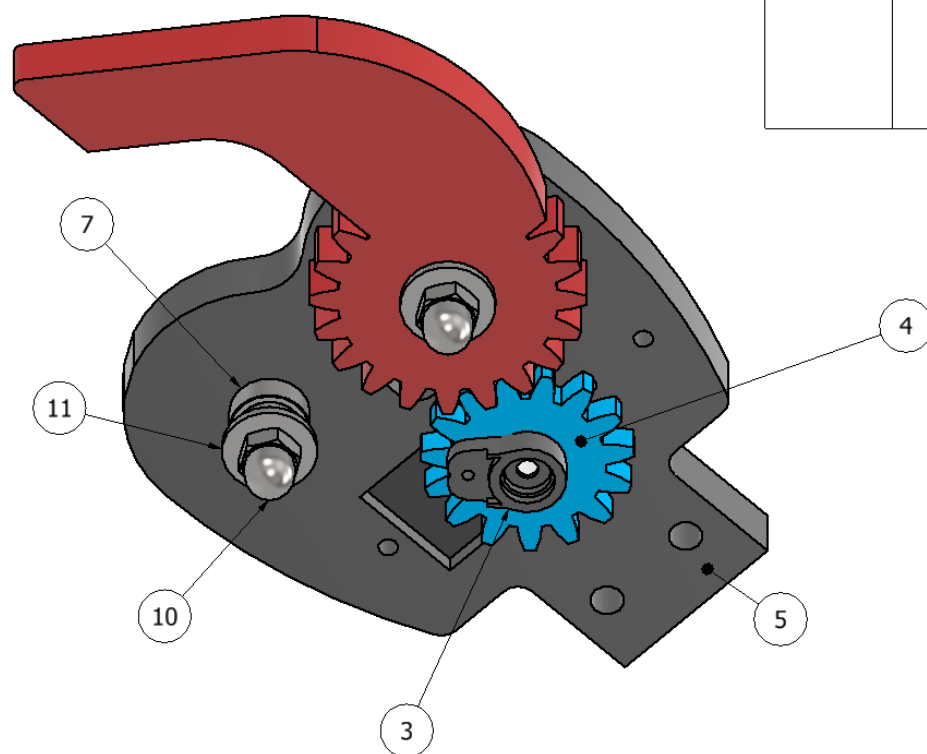




ELENCO PARTI			
ELEMENTO	QTÀ	NUMERO PARTE	DESCRIZIONE
1	1	Ingranaggio cilindrico1	
2	1	Ingranaggio cilindrico2	
3	1	corno_9g singolo 2	
4	1	Ingranaggio cilindrico 3	
5	1	frame2	
6	1	MG90_ldb_v2	
7	2	Rolling bearing GB/T 5800-2003 -619/3	Rolling bearing
8	1	AS 1427 - M2,5 x 12	Pozidriv Viti metriche ISO
9	2	AS 1427 - M2,5 x 16	Pozidriv Viti metriche ISO
10	2	UN 5721 - M3	Dado esagonale con calotta sferica
11	2	AS 1237 - 5	Rondella piatta in metallo per uso ingegneristico generico (serie metrica)



ELENCO PARTI			
ELEMENTO	QTÀ	NUMERO PARTE	DESCRIZIONE
1	1	Ingranaggio cilindrico1	
2	1	Ingranaggio cilindrico2	
3	1	corno_9g singolo 2	
4	1	Ingranaggio cilindrico 3	
5	1	frame2	
6	1	MG90_ldb_v2	
7	2	Rolling bearing GB/T 5800-2003 -619/3	Rolling bearing
8	1	AS 1427 - M2,5 x 12	Pozidriv Viti metriche ISO
9	2	AS 1427 - M2,5 x 16	Pozidriv Viti metriche ISO
10	2	UN 5721 - M3	Dado esagonale con calotta sferica
11	2	AS 1237 - 5	Rondella piatta in metallo per uso ingegneristico generico (serie metrica)



COLLEGAMENTO A BRACCIO ANTROPOMORFO

