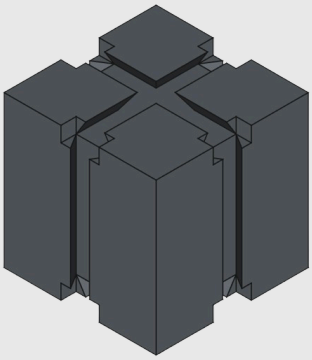
Arianna

Il filo dell'automazione open-source



ITIS "Carlo Zuccante" - Mestre (VE)
Classe quinta AA - articolazione automazione
Docenti: Claudia Serantoni, Luigi Brandi, Samuele Crivellaro.

www.ariannaproject.org

Font: Outward by Raoul Audouin. Distributed by velvetyne.fr.

Indice

Introduzione **3**
Obiettivi del progetto **3**
Principi-guida **4**
Esempi applicativi **5**
Sezione tecnica **9**
Scelte preliminari 9
Meccanica 10
Elettronica 15
Software 17
Sito 22
Organizzazione del lavoro e collaborazione con esterni **23**
Prospettive **24**
Conclusioni **24**
Ringraziamenti **25**
Appendici **26**
Appendice A - Parte meccanica 26
Tipi di blocchi 26
Modulo elementare 26
Slider 26
Blocco sensore 27
Spintore 27
Pignone - Cremagliera 27
Tensore nastro 28
Blocco motore 28
Blocco scheda motore 29
Stampa 3D 30
Scelte TPU 30
Tempi di stampa e costi di produzione 30
Per la realizzazione del modello sono stati utilizzati: 32
Appendice B - Parte elettronica 33
Scelte progettuali e dimensionamento 33
Ingressi 33
Scheda centrale 36
Uscite 38

Costi di produzione..... 40
Appendice C - Parte software.....42
Appendice D - Prototipi scartati.....75
Parte meccanica..... 75
Parte elettronica..... 77
Ingressi..... 77
Sensore con fototransistor..... 77
Sensore con fotoresistenza..... 77
Scelta del sensore..... 77
Uscite..... 79
Appendice E - Project Management.....80
Attività di coordinamento..... 86
Incontri..... 86
Appendice F - Tavole.....88
Disegni meccanici..... 88
Disegni elettronici..... 89

Introduzione

Arianna è un **sistema modulare** realizzato interamente con **blocchi** stampati in **3D** e componenti elettronici, come sensori e motori. Il progetto nasce dall'idea di creare un sistema didattico e sperimentale che sia **scalabile**, **open source** ed **economico** che semplifichi l'utilizzo dei dispositivi Siemens, in particolare i PLC S7-1200, per il controllo dei processi industriali, consentendo inoltre agli utenti di personalizzare e ampliare le funzionalità in base alle proprie esigenze.

Il sistema è suddiviso in **tre parti** principali:

1. **Parte Meccanica** - Progettazione e realizzazione dei blocchi modulari con vari materiali, tramite l'utilizzo della manifattura additiva, una delle tecnologie abilitanti dell'industria 4.0.
2. **Parte Elettronica** - Progettazione e realizzazione delle schede elettroniche per il controllo di sensori e motori tramite PLC.
3. **Parte Software** - Progettazione e realizzazione di programmi e librerie per PLC Siemens S7-1200 per la programmazione dei sistemi realizzati.

L'intero lavoro, che ha visto anche il coinvolgimento di tre aziende del territorio, come descritto nella sezione Organizzazione del lavoro e collaborazione con esterni, è disponibile sul nostro **sito**, creato e gestito da un membro della classe. Il sito, descritto nella sezione Sito di questa relazione, è accessibile cliccando qui.

Obiettivi del progetto

Per prima cosa abbiamo stabilito gli obiettivi da raggiungere:

- Creare una **comunità di apprendimento** finalizzata alla formazione di **tecnici specializzati** nella programmazione dei sistemi industriali, nella progettazione di schede elettroniche e nell'utilizzo della stampa 3D, offrendo un **nuovo metodo di apprendimento** nell'ambito dei sistemi automatici, che favorisca un approccio pratico e interattivo e stimoli la sperimentazione,

la creatività e la comprensione dei principi della meccatronica e dell'automazione.

- Dare la possibilità di costruire **modelli di sistemi industriali**, permettendo agli utenti di sviluppare e testare soluzioni pratiche per l'automazione e la prototipazione in ambito produttivo con l'uso dei PLC SIEMENS.

- Partecipare al **campionato** dell'automazione bandito da **SIEMENS**.

Principi-guida

Al fine di raggiungere gli obiettivi appena delineati, sono stati individuati tre **principi-guida** che hanno governato l'intero processo di progettazione: ogni scelta è stata compiuta al fine di ottenere un sistema scalabile, open-source ed economico.

- **Scalabile.**
  Il sistema ha un grande potenziale di crescita, ovvero può essere ampliato con l'aggiunta di nuovi moduli e blocchi. L'unico vero limite è la **creatività dell'utente**, che può espandere il sistema in base alle proprie esigenze.

  Per soddisfare il principio della scalabilità abbiamo usato lo strumento della modularità. Essa consente di **combinare i blocchi** stampati in 3D, le schede elettroniche e i programmi per PLC al fine di ottenere **molteplici configurazioni** adattando il progetto a diverse applicazioni.

- Open source.
  Il progetto è **accessibile a chiunque voglia migliorarlo o ampliarlo**. Sul sito sono disponibili tutti i file per stampare i pezzi in 3D, per produrre le schede elettroniche e per controllare i PLC, così che chiunque possa modificarli o adattarli alle proprie esigenze. Inoltre, tutti - studenti, docenti, maker - possono inviarci nuove proposte o modifiche ai progetti già pubblicati: il nostro gruppo di lavoro provvederà a vagliarle ed eventualmente pubblicarle sul sito rendendole così disponibili a tutta la **community**.

- **Economico.**
  Il sistema è progettato per essere accessibile sia alle scuole sia ai maker senza investimenti onerosi. L'impiego di **materiali facilmente reperibili** e una progettazione ottimizzata per il **fai-da-te** consentono di ridurre i costi a un livello difficilmente raggiungibile senza Arianna.

  Speriamo che, in futuro, il sistema possa diventare un valido ausilio per la didattica nel campo dell'automazione.

Esempi applicativi

Prima di entrare nei dettagli tecnici del sistema che abbiamo sviluppato, presentiamo un modello di sistema industriale realizzato per mezzo del sistema Arianna.

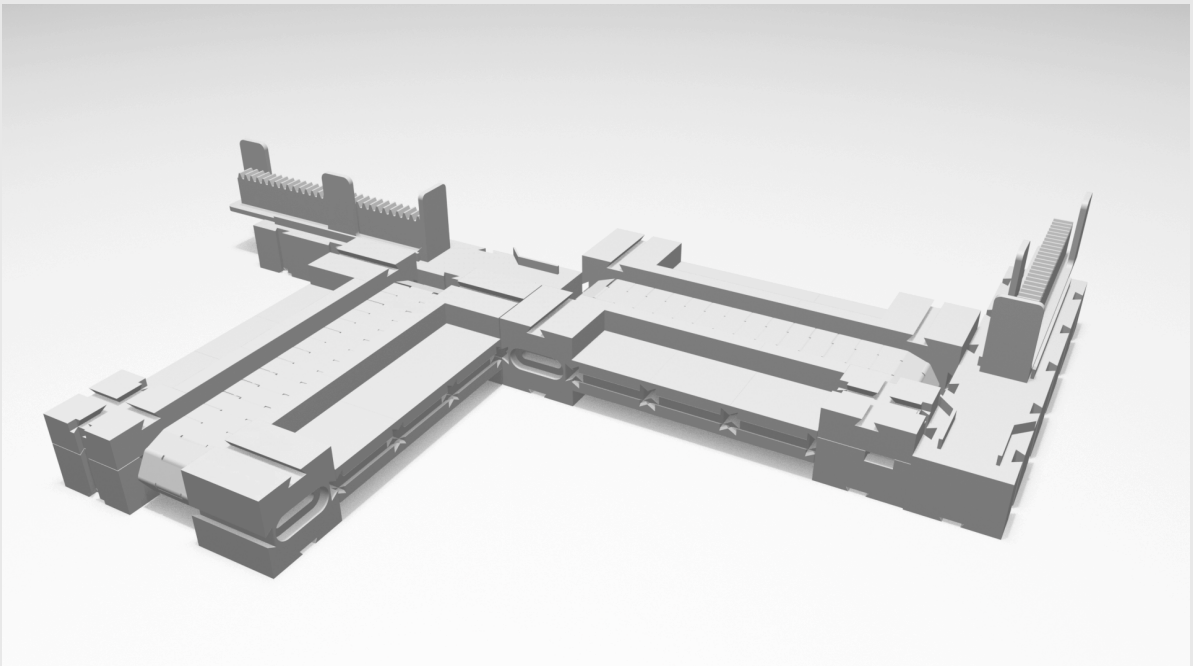
Il prototipo da noi realizzato è una serie composta da due nastri e due spintori, con scopo di muovere i blocchi posizionati attraverso il percorso montato.

Su ogni nastro sono presenti 2 sensori di prossimità fotoelettrici e un motore comandato da una scheda "solo avanti".

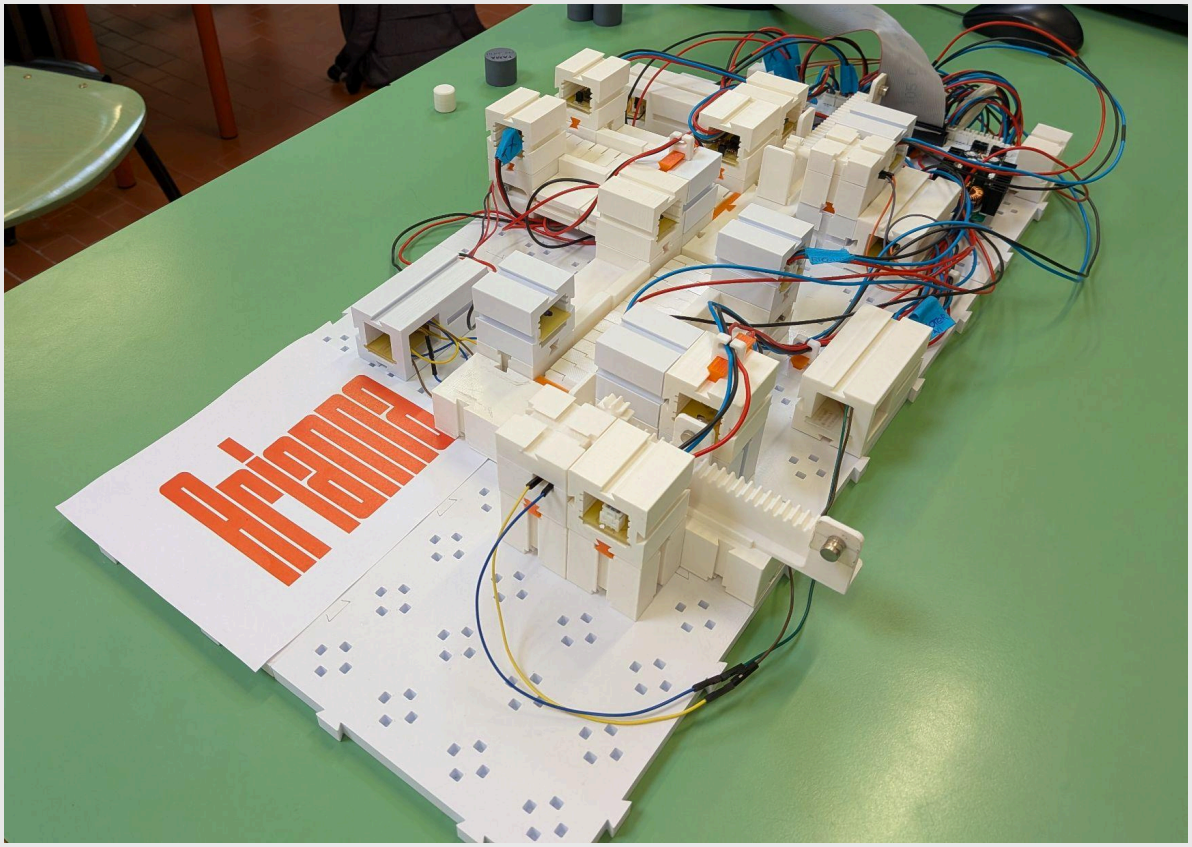
Mentre ogni spintore ha 2 sensori a effetto hall e un motore controllato da una scheda "avanti-indietro"

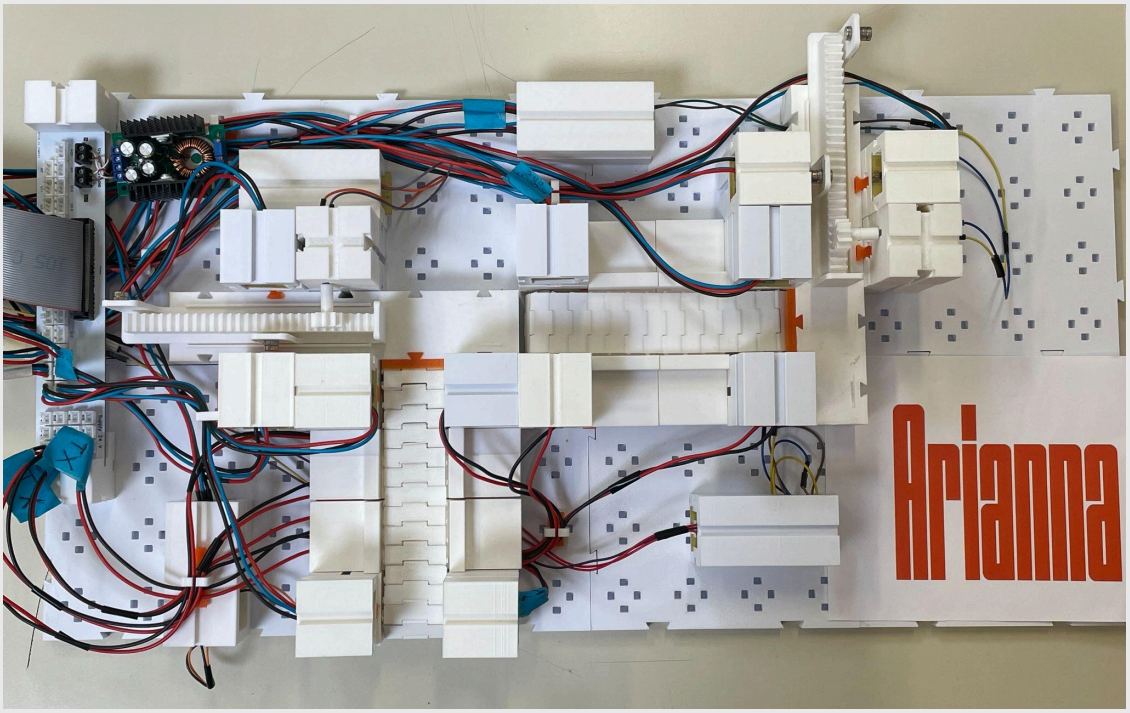
Per maggiori dettagli sulle schede motori e sensori si rimanda all'Appendice B.

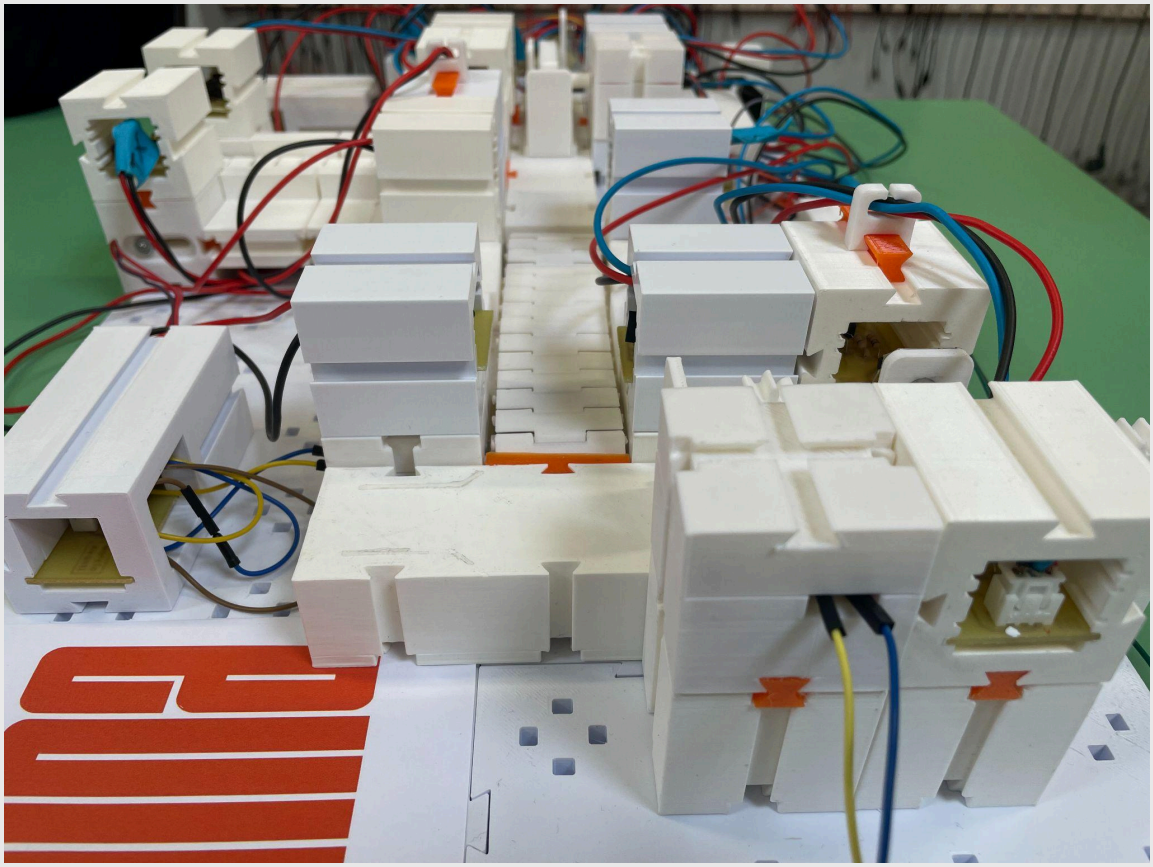
La seguente immagine presenta un render del **modello realizzato**.



Qui di seguito alcune foto del modello.

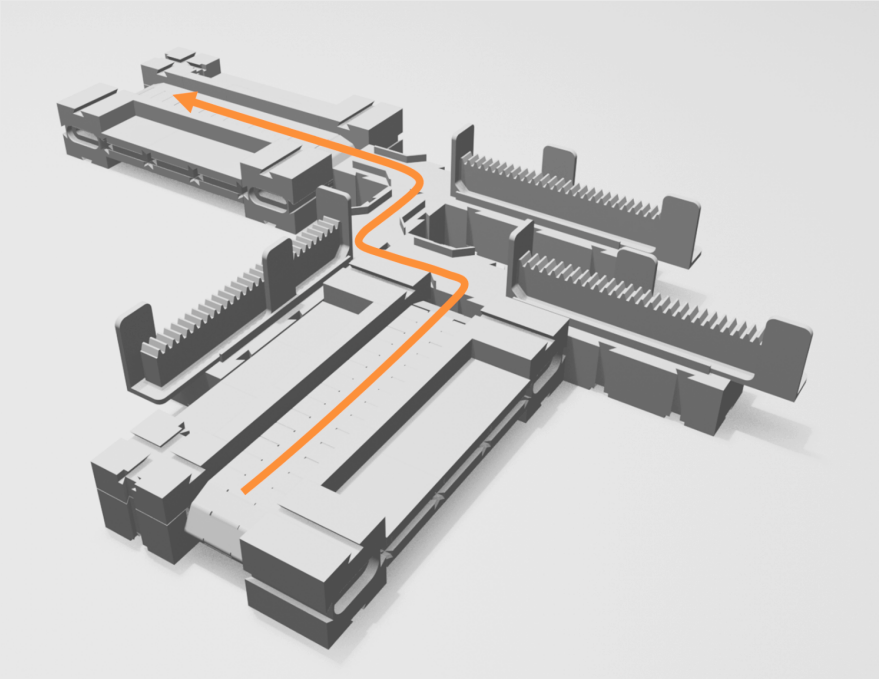


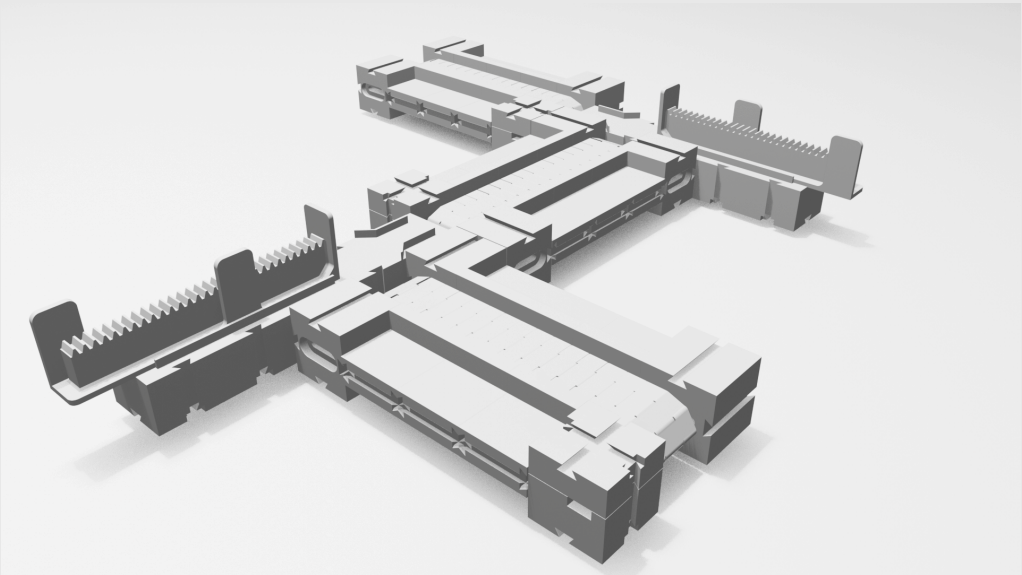

Arianna

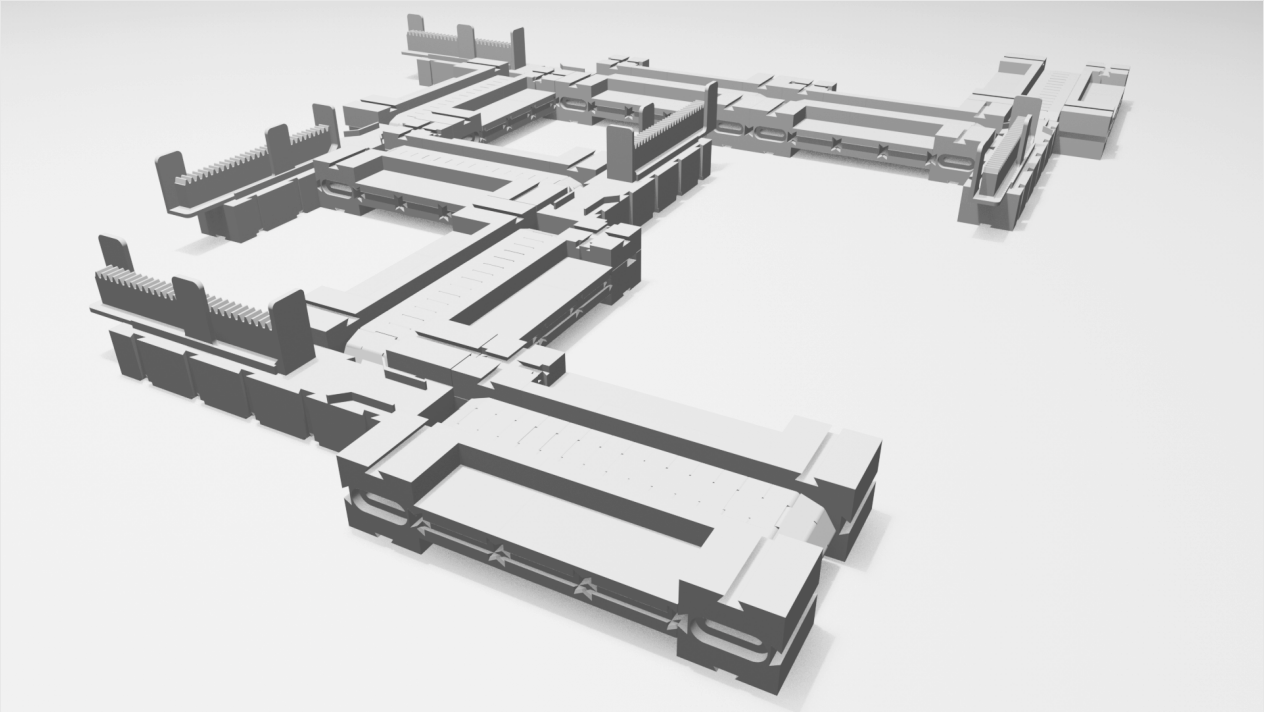


Si tenga presente che quello presentato è solamente uno degli infiniti modelli che possono essere progettati: la forza del progetto consiste proprio nelle infinite possibilità che esso apre.

A titolo di esempio, riportiamo qui di seguito **altri modelli realizzabili**.







Sezione tecnica

Scelte preliminari

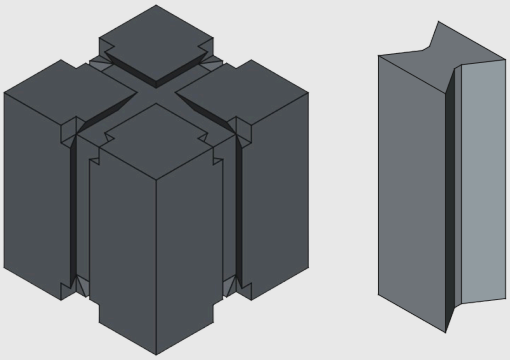
Al fine di garantire i principi poco fa descritti, abbiamo deciso di usare, ove possibile, software gratuiti e open-source. Abbiamo inoltre dato preferenza ai software che garantiscono la massima possibilità di collaborazione, al fine di facilitare la creazione della comunità di apprendimento di cui abbiamo parlato poco sopra.

La scelta è caduta sui seguenti prodotti:

- **Meccanica**: FreeCAD;
- **Elettronica**: EasyEDA;
- **Software**: TIA Portal (V13);
- **Sito**: Firebase Studio, Framer;
- **Project management**: GanttProject;
- **Documentazione**: Google Documents, Canva.

Meccanica

Il progetto sviluppato dal gruppo dei meccanici è composto da due elementi fondamentali: un **modulo elementare** e uno **slider**, qui accanto riportati.



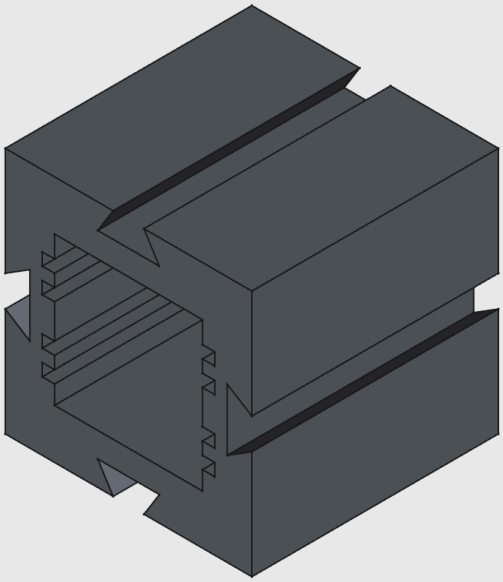
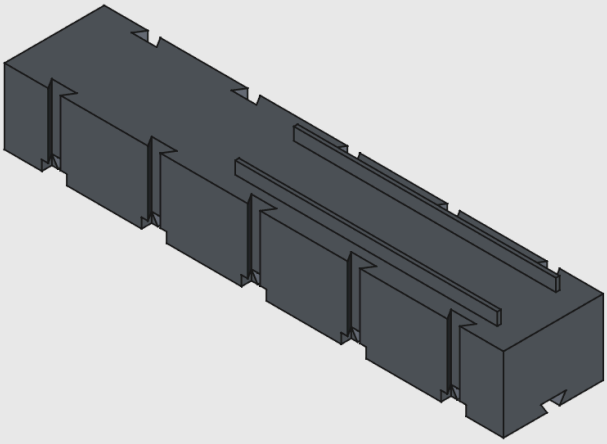
I moduli elementari sono stampati in 3D utilizzando **PLA**, un materiale economico e reperibile. Essi sono stati progettati per essere facilmente agganciabili tra loro, garantendo **stabilità** e **adattabilità** in diverse configurazioni.

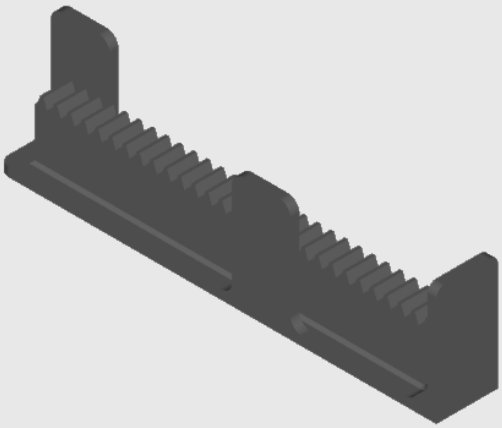
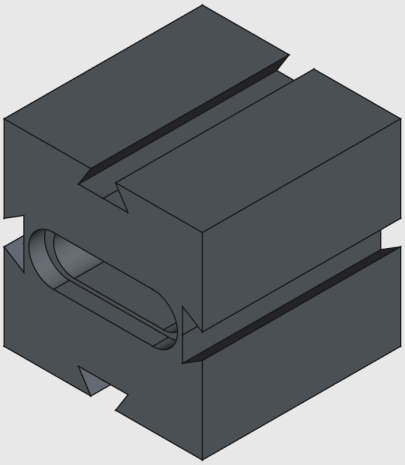
Lo **slider** (il perno che collega i due moduli elementari) è realizzato in TPU, un materiale gommoso e adatto alla costruzione di un innesto che garantisca una forza d'attrito maggiore.

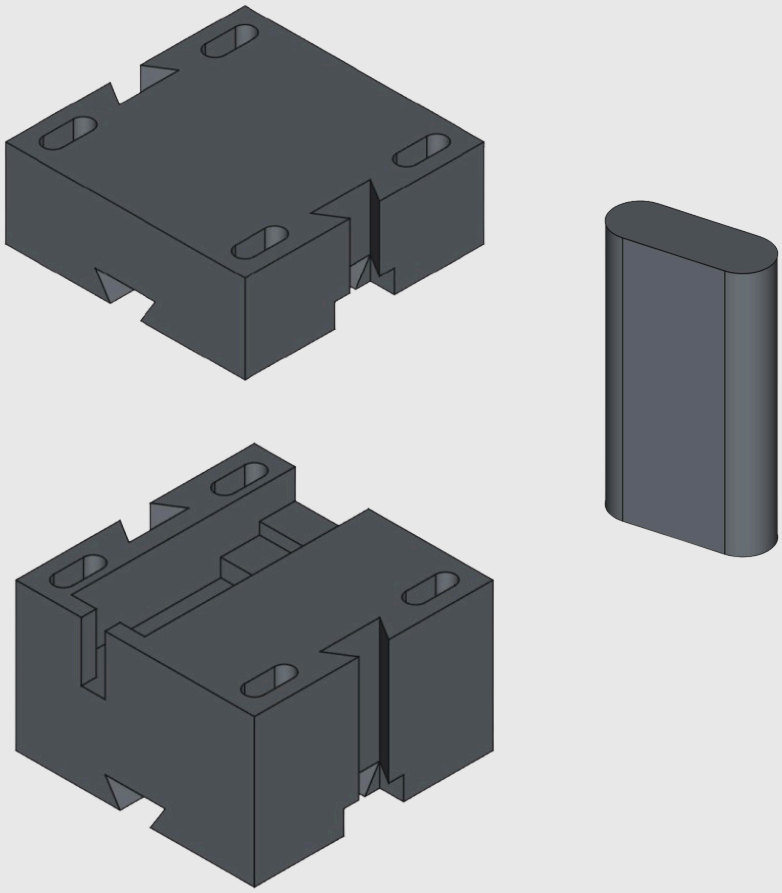
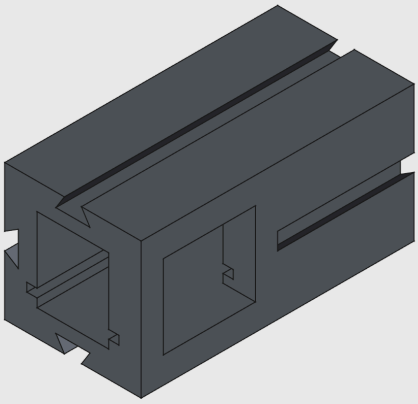
È possibile ampliare il sistema creando nuovi **moduli specifici**, a partire dal modulo elementare, per mezzo di due strategie, eventualmente usate in sinergia:

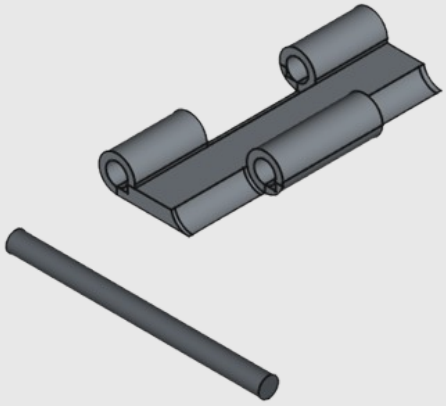
1. **modifica del modulo elementare**, per alloggiare schede elettroniche, motori, ecc. La modifica dovrà essere quanto più contenuta possibile, al fine di garantire la modularità del sistema.
2. **ingrandimento del modulo elementare** al fine di ottenere moduli di dimensione maggiore, che comunque dovranno avere dimensioni multiple di quella del modulo elementare.

Forniamo di seguito alcuni esempi dei **moduli specifici** progettati:

Blocco sensore Modulo che riesce a integrare le schede dei **sensori** al suo interno.	
Spintore Modulo sul quale scorre lo **spintore**, adatto per lo spostamento di oggetti di produzione tra zone diverse del sistema, per esempio tra due nastri disposti a novanta gradi.	

Sistema cremagliera per lo spintore **Spintore** che scivola sul modulo di alloggiamento spinto da una ruota dentata agganciata alla cremagliera.	
Tensore Nastro Modulo per mettere in tensione il **nastro** in base alla lunghezza desiderata.	

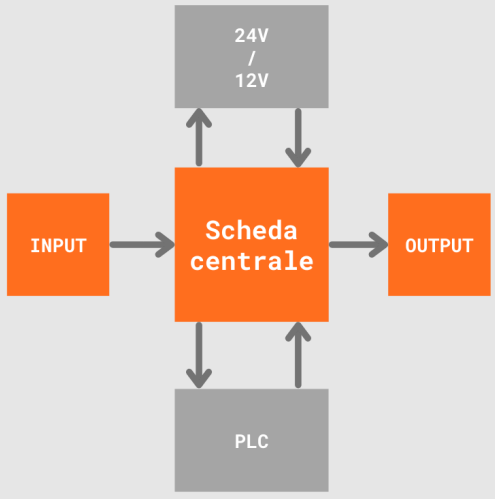
Blocco Motore Modulo nel quale alloggiare il **motore**.	
Blocco Scheda motore Modulo che riesce ad alloggiare la scheda per il controllo del **motore**.	

Nastro Modulo specifico che permette di realizzare un nastro completo.	
Rullo del nastro Modulo per far girare il nastro in funzione del motore.	

Per maggiori dettagli sulla parte meccanica, si rimanda all'Appendice A. In Appendice D sono riportati i prototipi sviluppati e successivamente scartati.

Elettronica

La parte elettronica ha lo scopo di integrare la struttura meccanica con **sensori** e **attuatori** che comunicano con un PLC Siemens S7-1200 che ha la funzione di gestire il controllo dei dispositivi elettronici.



Nella figura riportata qui a lato è riportato lo schema a blocchi della parte elettronica. Il sistema è stato pensato al fine di garantire la massima **scalabilità**, cosicché la medesima **scheda centrale**, pensata per **interagire** col **PLC** Siemens S7-1200, possa essere usata per una molteplicità di modelli industriali: si tratta di connettervi schede di **input** e di **output** adeguate.

Nello schema, sono indicate in arancione le parti progettate da noi:

- **Scheda centrale**
  Permette al PLC di entrare in comunicazione col sistema tramite un flat cable 20x2.
- **Input**
  Schede progettate per l'acquisizione di dati dal sistema, per esempio fotocellule, sensori di prossimità, ecc. In fase di progettazione sono stati concepiti sensori a tre fili in modalità sourcing.
- **Output**
  Schede progettate per controllare uscite quali, per esempio, motori in corrente continua.

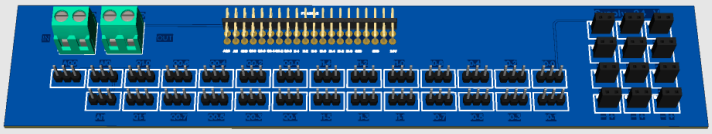
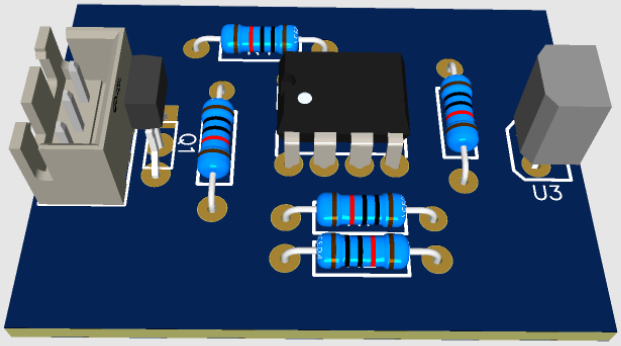
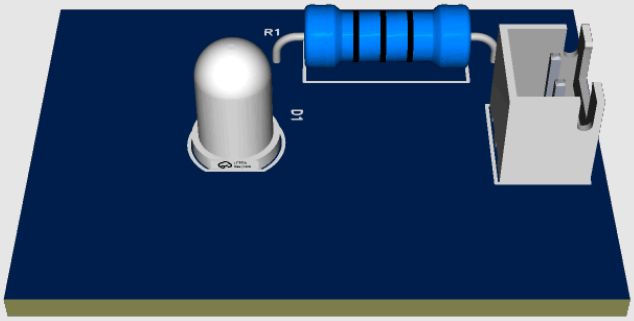
Il blocco 24V/12V è un **convertitore switching** che permette di ottenere, a partire dai 24 V provenienti dall'alimentatore del PLC, la tensione di **12 V** che **abbiamo deciso** di **usare** come **standard** per i

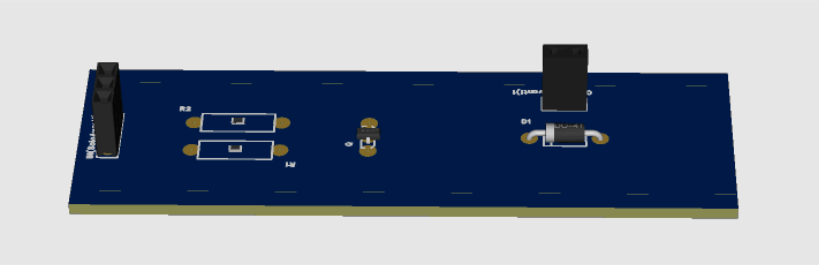
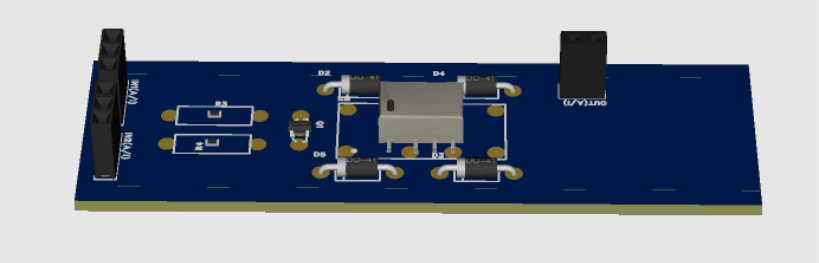
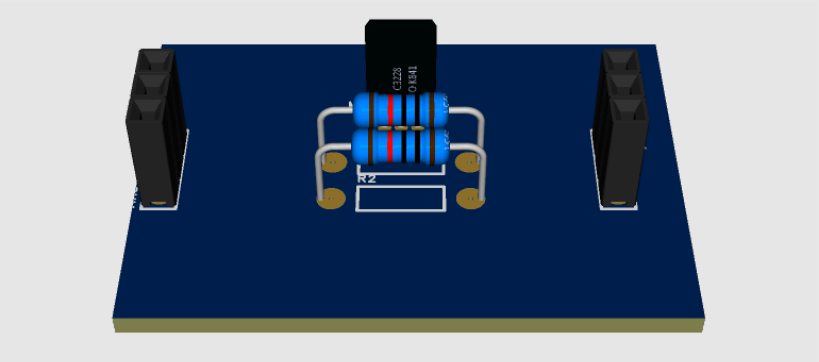
motori. Tale scheda non è stata progettata da noi, perché riteniamo più affidabile usare schede prodotte industrialmente.

Lo sviluppo delle **schede elettroniche** è stato realizzato utilizzando EasyEDA, un **software open source** per la progettazione di circuiti elettronici.

Utilizzando EasyEda come software e il PLC come dispositivo programmabile si permette agli utenti di **personalizzare il progetto** in base alle proprie esigenze.

Le seguenti sono le schede specifiche progettate.

Scheda centrale: PCB per il controllo e l'alimentazione delle diverse schedine.	
PCB Sensore con Fotodiodo: Scheda di ingresso realizzata con fotodiodo, che ha funzione di sensore fotoelettrico di sbarramento.	
PCB Emettitore: scheda che emette un segnale ad infrarossi alla scheda del fotodiodo.	

PCB Motore solo avanti. Scheda per il controllo del motore in una sola direzione.	
PCB Motore avanti indietro. Scheda per il controllo del motore in entrambe le direzioni.	
PCB sensore effetto Hall. Rileva i campi magnetici e li converte in un segnale elettrico.	

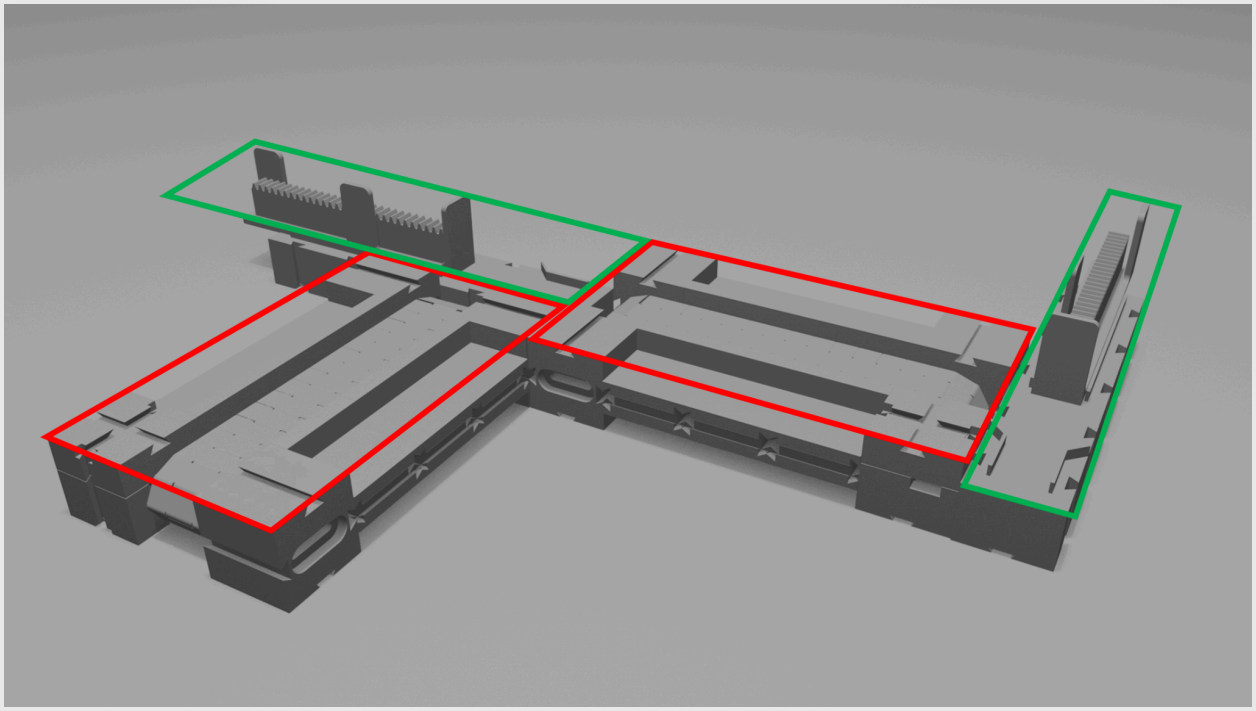
Per maggiori dettagli sulla parte elettronica, si rimanda all'Appendice B. In Appendice D sono riportati i prototipi sviluppati e successivamente scartati.

Software

Il software che abbiamo progettato permette il controllo del sistema tramite PLC Siemens S7-1200 (CPU 1214C DC/DC/DC). È stato utilizzato il linguaggio Ladder, implementato per mezzo della piattaforma TIA Portal v13 disponibile presso l'istituto.

Il programma è scritto in codice Ladder. Si è cercato di sfruttare al massimo le potenzialità dei blocchi FB al fine di garantire la scalabilità del progetto, e quindi la riutilizzabilità anche del codice prodotto.

Riportiamo qui di seguito il render del modello, al fine di facilitare la comprensibilità del software.

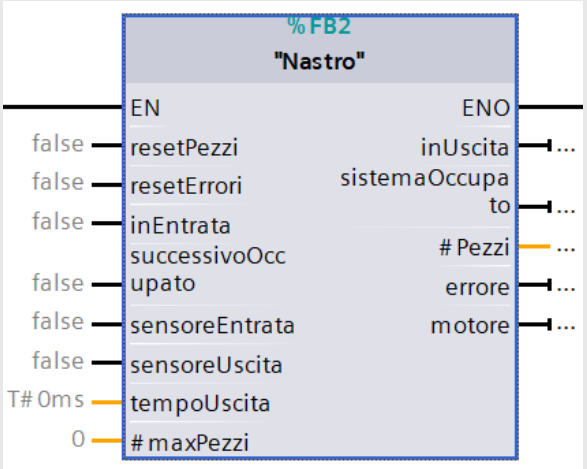


Come si può notare, il sistema è composto da quattro parti principali: due nastri trasportatori, evidenziati in rosso, e due spintori, evidenziati in verde.

Il codice è stato strutturato creando un blocco FB per la gestione dei nastri ed uno per la gestione degli spintori. Abbiamo scelto tale modalità per permettere la scalabilità del progetto anche dal punto di vista del software. Qualora, infatti, il sistema dovesse essere ampliato - come mostrato negli esempi riportati nella sezione Esempi applicativi - i blocchi FB possono essere tranquillamente riutilizzati più e più volte.

Al fine di ottenere la versatilità dei blocchi FB le interfacce sono state progettate aggiungendo delle variabili di ingresso e di uscita che permettano la comunicazione tra blocchi adiacenti. entriamo più nel dettaglio.

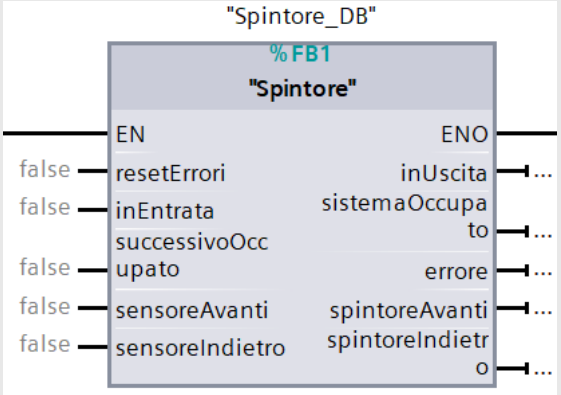
L'interfaccia del blocco FB per la gestione del nastro è la seguente:



In essa notiamo, in particolare, le seguenti variabili:

- *inEntrata*, permette, tramite un impulso, di comunicare al blocco l'arrivo di un pezzo di lavorazione dal sistema che lo precede.
- *successivoOccupato*, permette di segnalare se il blocco successivo è occupato; in tal caso il nastro si porrà in attesa prima di far uscire un pezzo in lavorazione.
- *inUscita*, permette di generare un impulso per segnalare al blocco che segue che il blocco sta facendo uscire un pezzo di lavorazione.
- *sistemaOccupato*, permette di segnalare al blocco che precede che il nastro è occupato, e non può quindi accettare pezzi di lavorazione.

Il blocco FB, la cui interfaccia è qui di seguito riportata, permette di ottenere le medesime funzionalità.

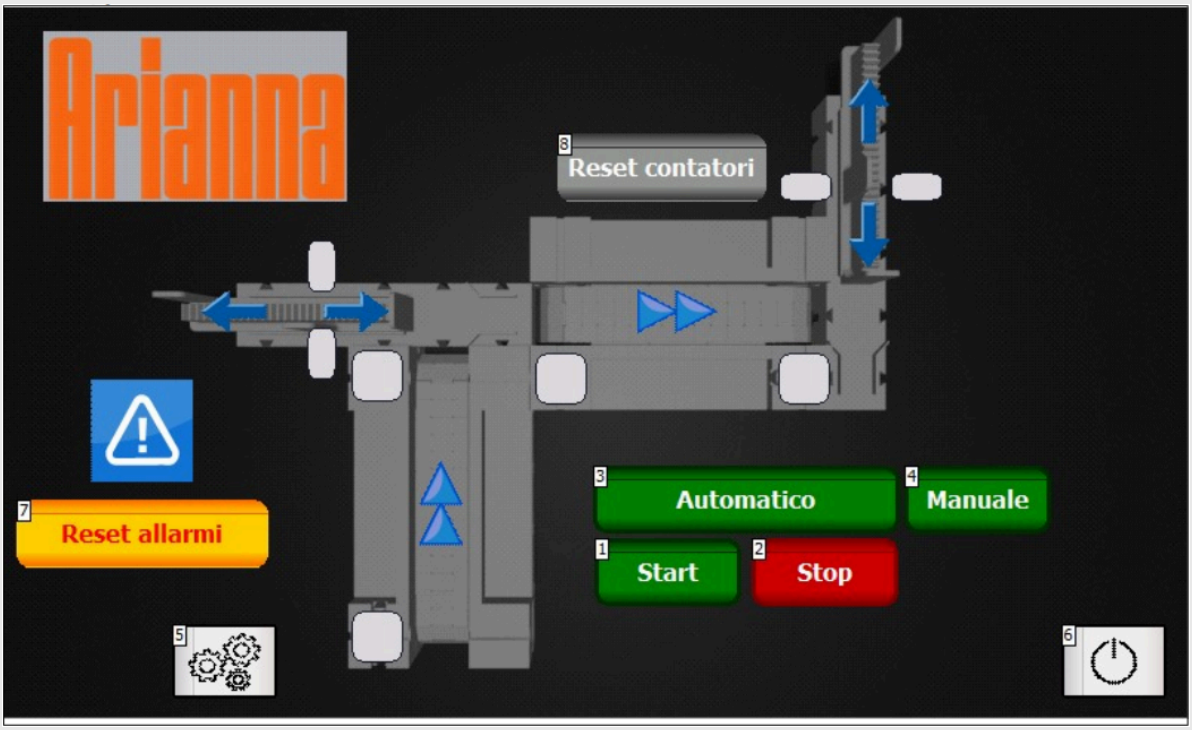


I blocchi FB appena descritti sono stati uniti in un OB Main che permette di coordinarli tra loro, gestire le modalità manuale ed automatica e gestire le situazioni di errore.

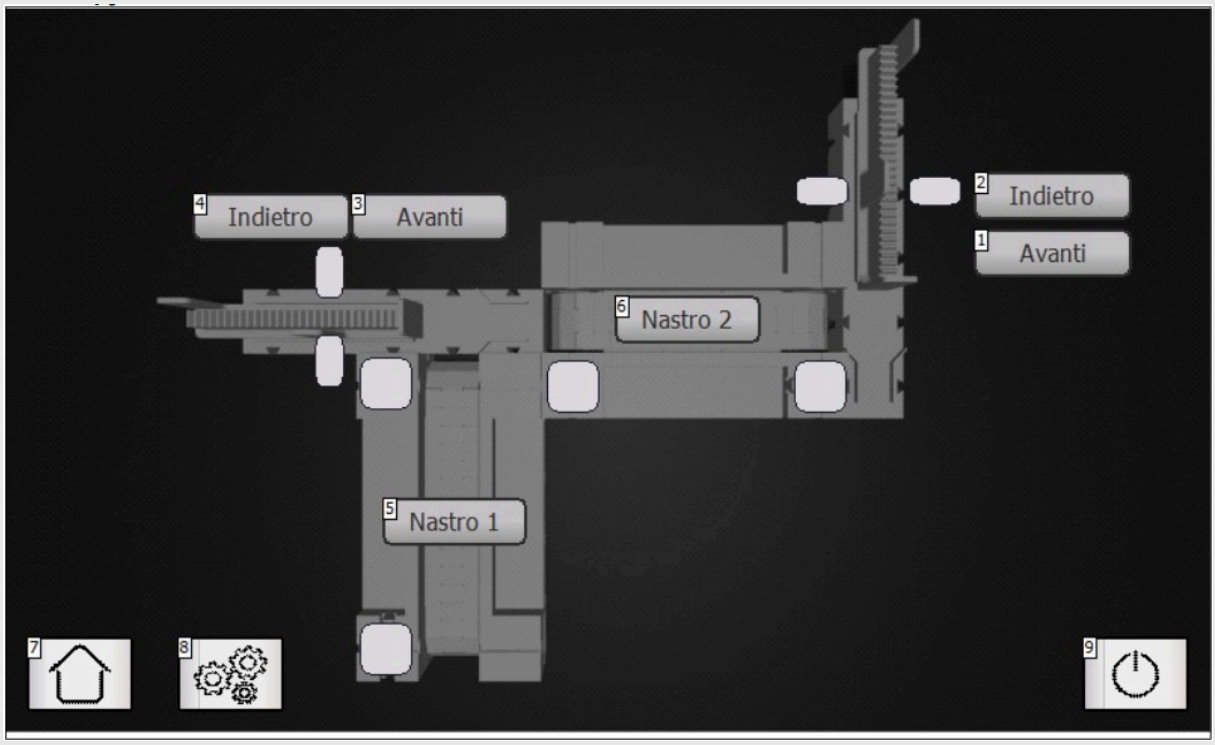
Per maggiori dettagli sulla parte software, si rimanda all'Appendice C.

Per il controllo del PLC è stato anche progettato un semplice pannello operatore contenente tre pagine:

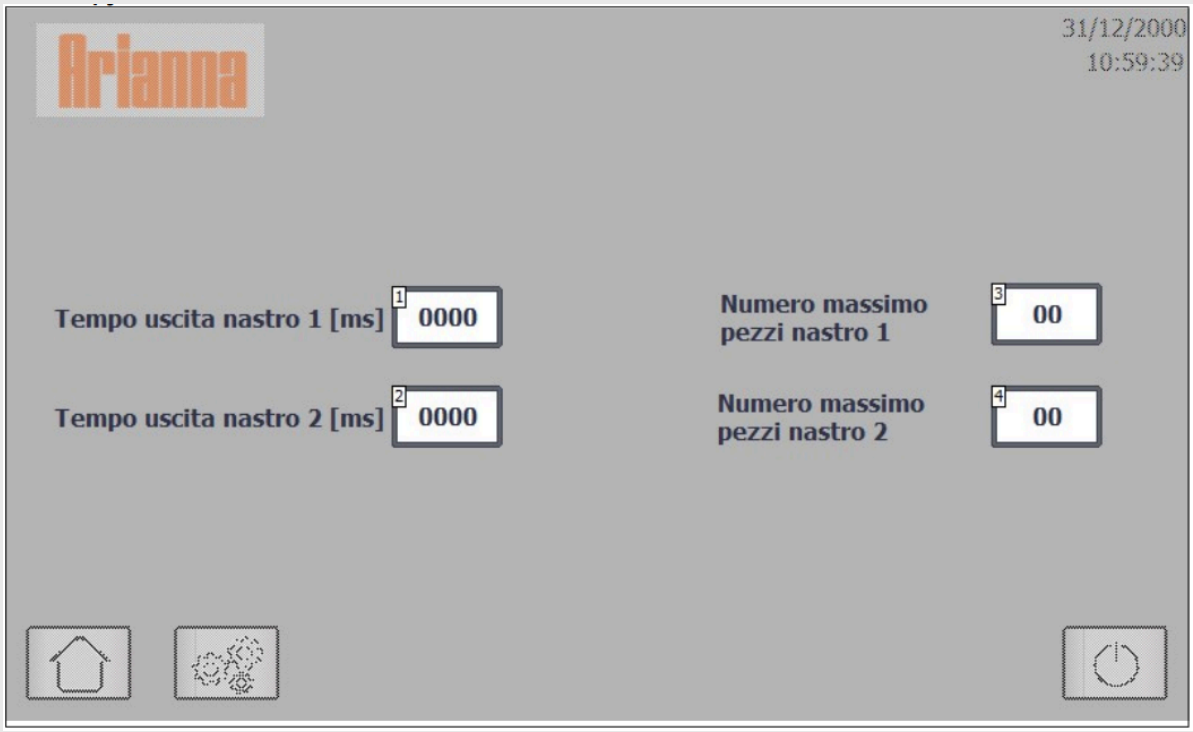
- *Home*, per la gestione della modalità automatica, il reset degli errori e il reset dei contatori.



- *Lavorazione manuale*, per la gestione manuale delle uscite del sistema.



- *Parametri*, in cui viene permesso all'operatore di impostare quattro parametri di processo.

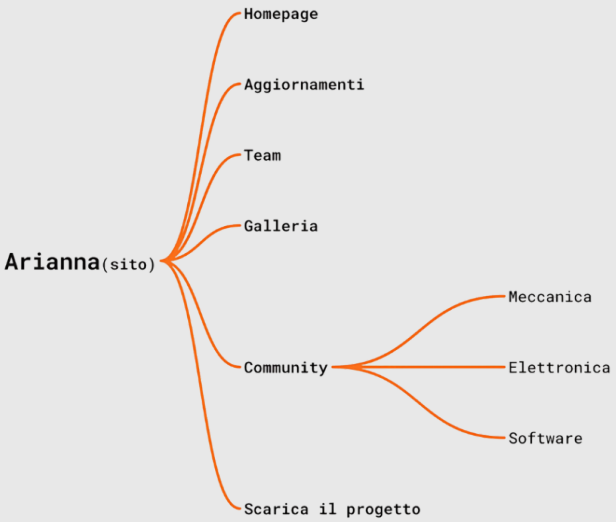


Sito

Il sito (www.ariannaproject.org) è il portale dove si incontra la *community* che contribuisce allo sviluppo di Arianna. Esso permette all'utente, in particolare, di scaricare i file per poter realizzare prototipi sulla base del sistema da noi sviluppato.

Prima di tutto è stato realizzato il design del sito su Framer, una piattaforma web utilizzata per il disegno di web app. Il prototipo è stato poi implementato utilizzando Firebase Studio, un software distribuito da Google che permette di programmare applicazioni senza il bisogno di salvare alcun file in locale.

Il sito è composto da sei pagine. Le prime quattro pagine (Home, Aggiornamenti, Team, Galleria) servono a presentare il progetto e chi lo ha realizzato. La pagina "scarica il progetto" permette di scaricare tutti i file. La pagina "*community*" è invece il



portale di accesso per visualizzare o scaricare tutti i moduli creati dalla *community* di Arianna.

Organizzazione del lavoro e collaborazione con esterni

Il progetto ha visto il coinvolgimento di un gran numero di persone. In primis gli **studenti della classe quinta AA dell'ITIS "Carlo Zuccante" di Mestre (VE)**: F. Andriolo, T. Bettio, L. Bruna, T. Brunetti, M. Campagnaro, A. Causin, F. Cazzago, M. Corona, T. Crivellin, A. De Marchi, J. Formenti, A. Jovanovic, F. Mantovan, N. Michielan, A. Montesi, M. Porcu, N. Vivian.

Accanto agli studenti hanno condiviso questa esperienza tre docenti: Claudia Serantoni (Lingua e Letteratura Italiana), Luigi Brandi e Samuele Crivellaro (TPSEE).

Chiaramente, un gruppo così folto di persone necessita di essere gestito in modo efficace, anche attraverso diagrammi adoperati in project management, come WBS, OBS e Gantt. Sono stati individuati i seguenti gruppi di lavoro: gruppo meccanici, gruppo elettronici, gruppo sito, gruppo documentazione, gruppo software.

Al fine di raggiungere gli obiettivi di progetto ci siamo anche affidati a **Roberto Vivian**, presidente del Consiglio d'Istituto, che ci ha messi in contatto con due aziende: **Thinx**, con cui abbiamo avuto un incontro per richiedere valutazioni e opinioni sulla tutela della proprietà intellettuale del progetto Arianna, e **Acqua Minerale San Benedetto S.p.A.**, con cui abbiamo avviato una collaborazione Scuola-Azienda.

Per la realizzazione del video ci siamo avvalsi dell'aiuto di **Enrico Pizzato**, esperto in videomaking, che ci ha fornito, nel corso di due incontri, le regole fondamentali per realizzare un video di presentazione.

Infine, per la progettazione del sito web, ci siamo appoggiati all'azienda **Smart Mix**, con la quale il compagno incaricato della sua

realizzazione, dopo avervi svolto uno stage, ha avuto un confronto continuo.

Per maggiori dettagli sulle modalità di gestione dell'intero progetto, si rimanda all'Appendice E.

Prospettive

Il sistema Arianna offre ampie prospettive di evoluzione, e ci auguriamo che nei prossimi anni altri studenti e docenti scelgano di raccogliere questa sfida. A nostro avviso, ci sono almeno tre direzioni di sviluppo che meritano particolare attenzione:

- La creazione di una comunità attiva di studenti, docenti e maker — sia interni che esterni all'istituto — capace di collaborare per far crescere il sistema in modo condiviso;

- La revisione delle componenti già realizzate — dai blocchi meccanici alle schede elettroniche, fino ai programmi software — con l'obiettivo di renderle ancora più coerenti con i principi illustrati nella sezione Principi-guida;

- La progettazione e l'integrazione di nuovi moduli, in grado di ampliare le funzionalità del sistema e permettere l'esplorazione di modelli industriali sempre più articolati.

Conclusioni

Il progetto **Arianna rappresenta** un esempio concreto di come l'**integrazione** tra **meccanica**, **elettronica** e **software** possa dare vita a un sistema didattico completo, innovativo e accessibile. La sua struttura modulare e open-source non solo consente una vasta gamma di applicazioni nel campo della prototipazione e dell'automazione industriale, ma promuove anche un **approccio educativo** basato sulla sperimentazione, sulla **collaborazione** e sulla **creatività individuale**. Le potenzialità del sistema risiedono nella sua scalabilità, che permette un'**evoluzione continua** del progetto grazie al contributo

della community, e nella sua economicità, che lo rende adatto tanto a istituzioni scolastiche quanto a maker e appassionati.

In particolare, crediamo che Arianna, opportunamente sviluppato, sarà anche in grado di mettere a disposizione un metodo di apprendimento efficace e coinvolgente non solo per le scuole secondarie di secondo grado, ma anche per quelle del primo. Se opportunamente impiegato, sarà capace non solo di sviluppare competenze tecniche, ma anche di svolgere un'importante funzione orientativa in chiave STEAM per gli studenti più giovani che si affacciano alle scelte del percorso di studi.

Arianna non è solo un sistema, ma una **piattaforma di apprendimento** condiviso, destinata, nei nostri sogni, a crescere nel tempo e a diventare un punto di riferimento per la formazione di nuove competenze nel settore dell'automazione e della meccatronica.

Ringraziamenti

Maria Rosaria Melita (Dirigente Scolastico), Roberto Vivian (presidente del Consiglio d'Istituto), Gianni Ballarin (assistente tecnico di laboratorio dell'ITIS "Carlo Zuccante"), Alberto Bulzatti (docente di Sistemi Automatici dell'ITIS "Carlo Zuccante"), Alberto Vettorato (docente di informatica dell'ITIS "Carlo Zuccante"), Enrico Pizzato (esperto di video making ed ex studente dell'istituto), Demetrio Donà, Matteo Dittadi, Tiziano Volpe (SmartMix Srl), Antonio Di Bernardo (Thinx Srl), Alessio Giuriato, Riccardo Bottacin (Acqua Minerale San Benedetto SpA).

Appendici

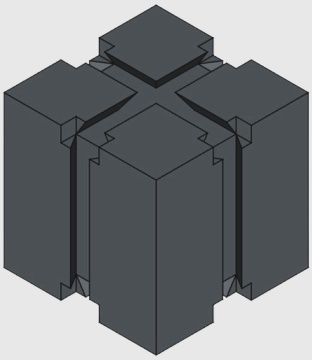
Appendice A - Parte meccanica

Scelte progettuali.

Il progetto è stato sviluppato usando il programma FreeCad per la modellazione 3D. La scelta è dovuta al fatto che, oltre ad offrire ottimi strumenti di modellazione, il programma è disponibile a chiunque in modo completamente gratuito.

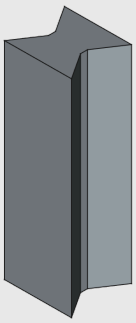
Tipi di blocchi

Modulo elementare



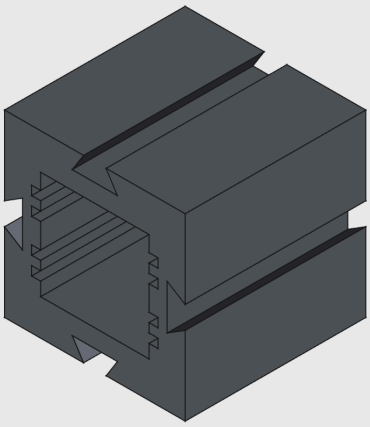
Il modulo elementare è un blocco di dimensione 4 x 4 centimetri costituito da una scanalatura a coda di rondine verticale per ogni faccia laterale e da due sulle facce inferiore e superiore in modo da permettere l'aggancio con alti blocchi attraverso lo slider.

Slider



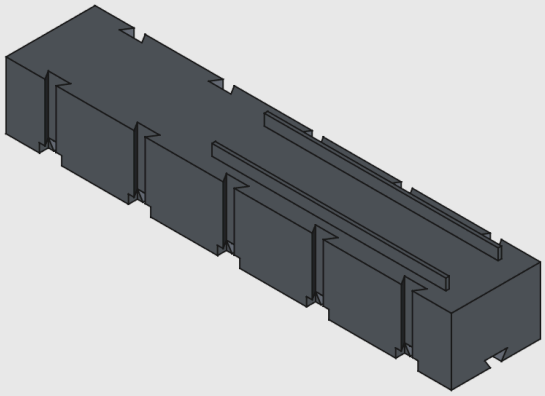
Lo slider che è il perno che collega i due moduli elementari è stampato con l'utilizzo del TPU. Lo slider è caratterizzato da un profilo a coda di rondine doppia che gli permette di interfacciarsi con due blocchi.

Blocco sensore



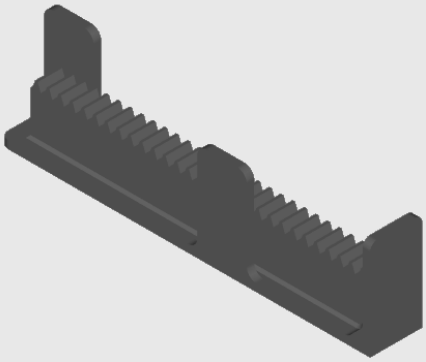
Il blocco sensore è caratterizzato da delle scanalature che permettono di alloggiare al suo interno le schedine dei sensori. Queste fessure sono presenti a quattro altezze diverse in modo da poter regolare l'altezza del sensore a proprio piacimento anche in base al tipo di sensore utilizzato.

Spintore



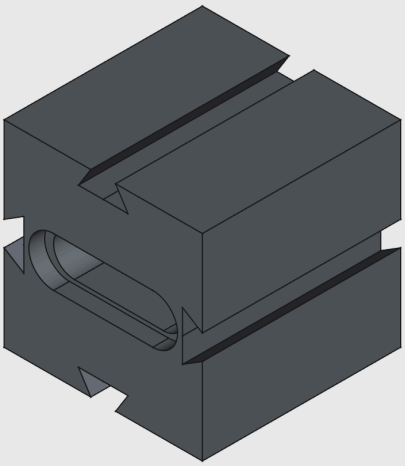
Lo spintore è caratterizzato da un'altezza di 3 cm e non 4, come per il blocco standard, poiché deve essere allo stesso livello del nastro in modo da poter permettere ai pezzi trasportati di essere poi spinti attraverso le barriere che delimitano lo spazio della cremagliera.

Pignone - Cremagliera



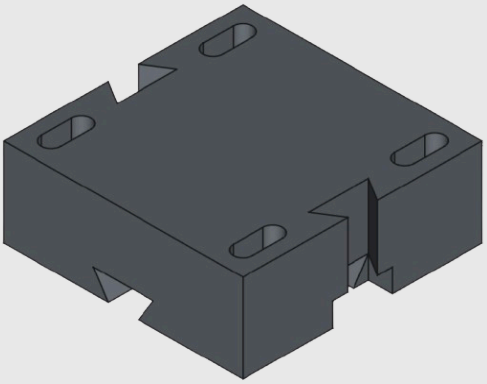
Questo sistema presenta nella cremagliera dei pannelli posti ad un'opportuna distanza che permettono ai sensori di rilevare le due posizioni dello spintore in modo da comunicare con il motore attraverso il PLC.

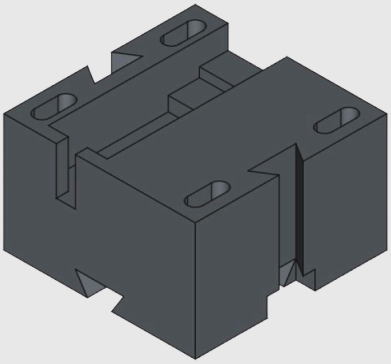
Tensore nastro

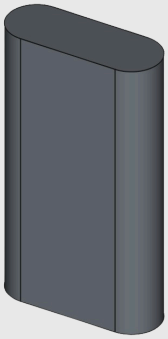


Questo blocco è caratterizzato da una fessura orizzontale posta al centro nelle quale va collocata la barra filettata bloccata con i bulloni che permette di mettere in tensione il nastro.

Blocco motore



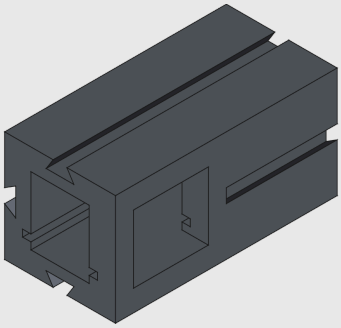




Il blocco motore è composto da due parti, una superiore ed una inferiore dentro la quale va collocato il motore in un apposito spazio che lo blocca per evitare le vibrazioni permettendo però ai cavi di alimentazione di uscire dal retro del blocco dove vi è una fessura. Ci sono infine quattro cavità che permettono alla parte superiore di incastrarsi in quella inferiore tramite quattro perni in TPU.

Blocco scheda motore

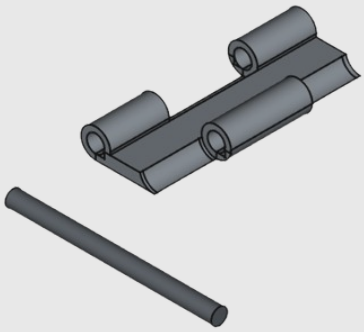
Il blocco motore è invece caratterizzato da un' unica fessura dove collocare la schedina del motore e un foro laterale dal quale passeranno i cavi di alimentazione.



La dimensione scelta dei blocchi, che inizialmente era di 3 x 3 cm, è stata cambiata passando ad una di 4 x 4 cm per facilitare l'interazione del blocco base con i sensori e i motori.

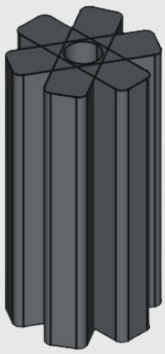
Si è infine passati alla progettazione delle varie sezioni che compongono il progetto come il nastro, lo spintore, il motore, la base e i sensori pur partendo dal blocco base per garantire la modularità del progetto.

Nastro



Il nastro è composto da vari blocchi come il blocco tensore che permette di mettere in tensione il nastro regolando anche la lunghezza e il sostegno dove vengono alloggiate le maglie del nastro che sono collegate tra loro grazie a del PLA.

Rullo nastro



Il rullo nastro che presenta un foro al centro in modo da permettere la rotazione del nastro grazie alle sue scanalature nelle quali sono alloggiate le maglie del nastro.

Stampa 3D

Per quanto riguarda la stampa 3D sono stati effettuati numerosi test con il fine di trovare le tolleranze migliori arrivando ad una tolleranza di circa 0,25 mm che può però variare in base alla precisione della stampante 3D che si utilizza.

Scelte TPU

Per le parti del sistema che permettono le connessioni tra i blocchi, si è deciso di utilizzare, come materiale, il TPU invece del PLA. Esso comporta dei vantaggi ma anche degli svantaggi:

Vantaggi:

1. I perni, anche se più grandi, essendo in gomma, riescono a riempire tutti gli spazi nell'incastro femmina aumentando così l'attrito e quindi il blocco risulta più fisso.
2. La stampa può avvenire con delle stampanti di qualità inferiore perché la gomma si adatta meglio al foro nella quale viene inserita.

Svantaggi:

1. La forza che contrasta la torsione tra i blocchi, essendo il perno stampato in un materiale più morbido, viene ridotta.
2. La stampante con estrusore diretto sarebbe migliore dato che il materiale in bobina è morbido e che la stampante con estrusore bowden rischia di non dare risultati desiderati.

Tempi di stampa e costi di produzione

Quando si affronta un progetto di stampa 3D, è importante considerare sia i tempi necessari per realizzare gli oggetti, sia i **costi** legati ai materiali utilizzati.

Il PLA è uno dei materiali più economici e facili da usare. Una bobina da 1 kg ha un costo medio di circa 20€.

Il TPU ha un costo medio che è leggermente superiore, intorno ai 25€ per una bobina da 1 kg.

Per quanto riguarda i tempi di stampa, questi possono variare notevolmente in base alla complessità dell'oggetto, al tipo di materiale, alla risoluzione scelta e ai parametri impostati nel software slicer. A titolo indicativo la stampa di un semplice cubo di 4 x 4 cm richiede circa 2 ore con una stampante 3D posta ad una velocità di 80 mm/s in modo da garantire una elevata precisione.

Titolo	**Tempi di Stampa**	**Peso**	**Costo**
Blocco elementare	2 ore e 7 minuti	26 grammi	0,52€
Slider	28 minuti	1 grammo	0,025€
Spintore - elemento di base	6 ore e 9 minuti	98 grammi	1,96€
Spintore - cremagliera	3 ore e 38 minuti	28 grammi	0,56€
Spintore - pignone	21 minuti	2 grammi	0,04€
Nastro - maglia	9 minuti	1 grammo	0,02€
Nastro - tensore	2 ore e 19 minuti	27 grammi	0,54€
Nastro - sostegno	3 ore e 22 minuti	39 grammi	0,78€
Nastro - rullo motore	44 minuti	5 grammi	0,10€
Nastro - rullo semplice	44 minuti	5 grammi	0,10€
Base	9 ore e 41 minuti	148 grammi	2,96€
Base - slider	10 minuti	1 grammo	0,025€
Motore - superiore	1 ora e 3 minuti	11 grammi	0,22€
Motore - inferiore	1 ora e 34 minuti	17 grammi	0,34€
Motore - perno	5 minuti	1 grammo	0,025€
Motore - Scheda	4 ore e 26 minuti	42 grammi	0,84€

Motore tappo schedina	6 minuti	1 grammo	0,02€
Blocco porta scheda madre	1 ora e 39 minuti	21 grammi	0,42€
Blocco sensore	2 ore e 32 minuti	22 grammi	0,44€

Per la realizzazione del modello sono stati utilizzati:

- 6 blocchi elementari
- Per i due spintori: 2 elementi di base, 2 cremagliere e 2 pignoni.
- Per il nastro: 64 maglie, 8 tensori, 2 rulli motore, 2 rulli semplici e 4 sostegni
- 6 basi
- Per i motori: 4 parti superiori, 4 inferiori, 4 blocchi schede e 16 perni
- 2 blocchi porta scheda madre
- 12 blocchi sensore
- 22 slider
- 16 slider per la base

Per un totale di 213 ore e 20 minuti di stampa e un costo pari a 48,19€.

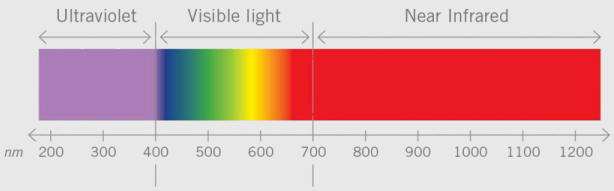
Appendice B - Parte elettronica

Scelte progettuali e dimensionamento

Ingressi

Sensore con fotodiodo

Per realizzare il sensore è necessario un fotodiodo che lavori con la luce ad infrarossi in modo da eliminare maggiormente i disturbi provocati da illuminazioni esterne, la scelta è stata fatta tenendo in considerazione la seguente scala.



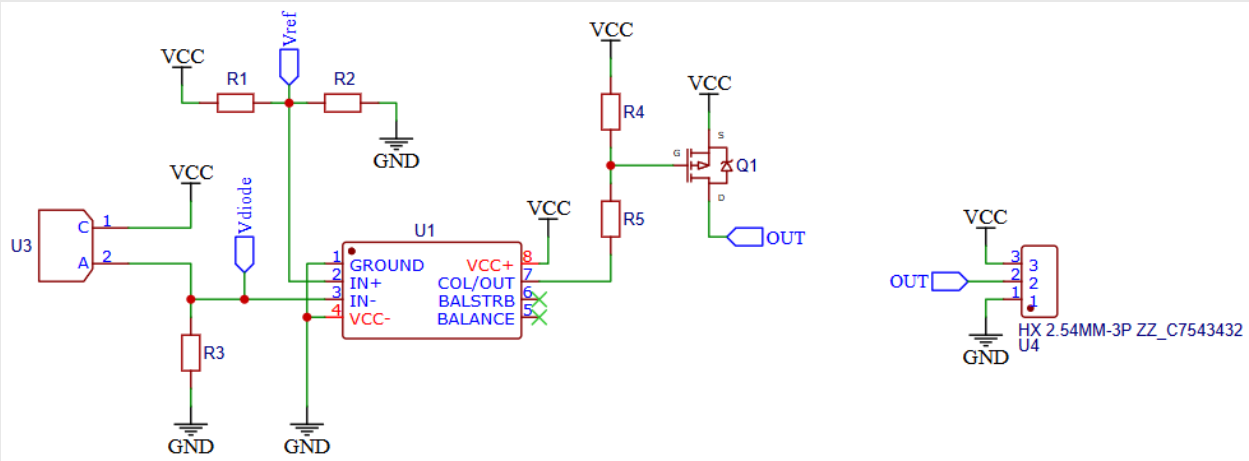
Quando il fotodiodo viene illuminato dalla luce a infrarossi fornisce in uscita una tensione che dipende dalla distanza dell'emettitore (led a infrarossi) dal ricevitore (fotodiodo).

Il fotodiodo BPW41N è stata la nostra scelta; cliccando qui è visibile il datasheet in cui sono riportate le caratteristiche che lo rendono idoneo all'uso da noi voluto (riceve da 870 nm a 1050 nm).

Per quanto riguarda la scelta del Led a infrarossi, l'importante è che trasmetta la giusta lunghezza d'onda per il fotodiodo BPW41N, per questo scopo abbiamo usato il led a infrarossi del TCRT5000 data sheet.

Al fine di ottenere un sensore a tre fili di tipo sourcing, il segnale ricevuto viene elaborato da un comparatore LM311, il cui output controlla un MOSFET di tipo P BS250, permettendo di ottenere un segnale di uscita digitale. Un parallelo fra due resistenze regola la tensione di riferimento per il comparatore LM311, il quale confronta il segnale ricevuto con tale riferimento.

SCHEMA ELETTRICO RICEVITORE



DIMENSIONAMENTO CIRCUITO FOTODIODO

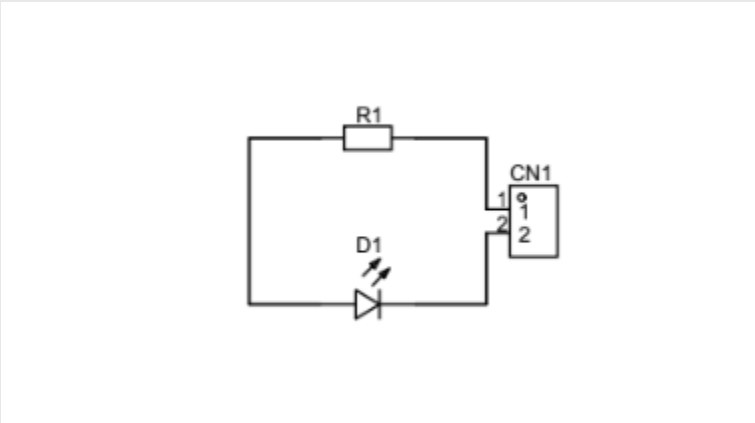
Il valore di R_3 è di 1MΩ poiché la corrente sul fotodiodo è molto bassa (20-100μA) e dipende dalla lunghezza d'onda letta, quindi necessita di una resistenza molto grande.

Abbiamo fatto un partitore con R_1 ed R_2 che hanno entrambe valore di 10kΩ, in modo da ottenere una Vref pari alla metà di Vcc, ossia 12V, in quanto la tensione su IN- è di 3V quando il fotodiodo non riceve alcun segnale, e circa 23V quando il diodo LED infrarosso è acceso e puntato verso il ricevitore.

Mettendo il pin 1 del LM311, l'uscita può essere interpretata come open-collector, inoltre, siccome la tensione massima tra gate e source del MOSFET è di 20V, abbiamo utilizzato R_4 ed R_5, anch'esse da 10kΩ, in modo tale che la tensione tra gate e source sia al massimo di 12V.

Come si può notare dallo schema il fotodiodo ha il catodo a VCC e l'anodo verso GND, ciò è dovuto al fatto che il componente deve lavorare in polarizzazione inversa.

SCHEMA ELETTRICO EMETTITORE



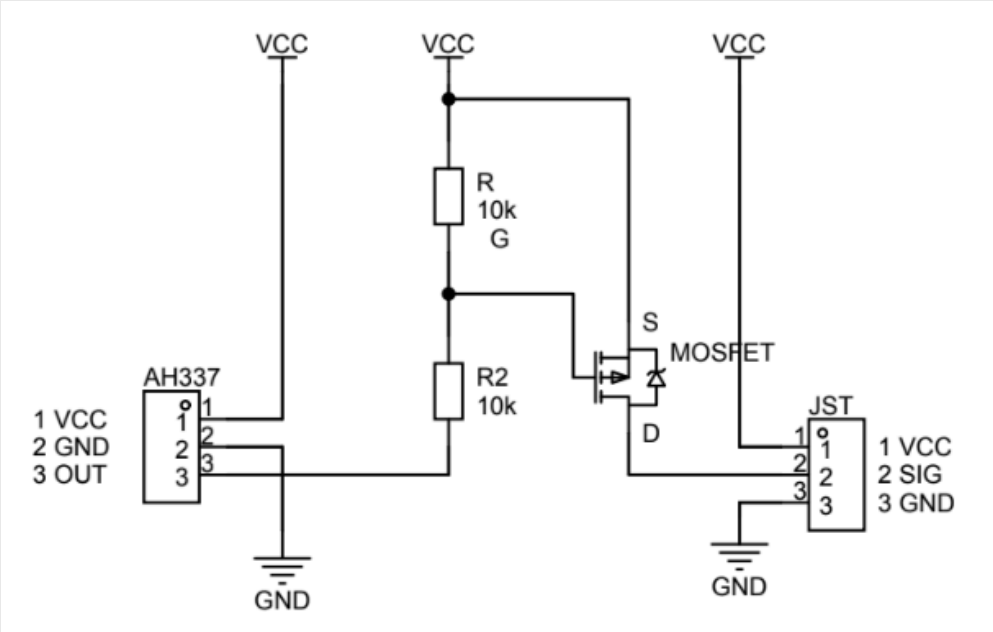
DIMENSIONAMENTO CIRCUITO EMETTITORE

Dal datasheet del TCRT5000, che si trova qui ricaviamo che la corrente massima sul Led IF Max=60 mA quindi, se scegliamo $I_F = 40\,mA$ $-->$ $= \frac{24V}{40mA} = 600\Omega$ che normalizzata secondo la serie E12 $R_1 = 560\Omega$, la resistenza R_1 del Led a infrarossi è da 560Ω 2W.

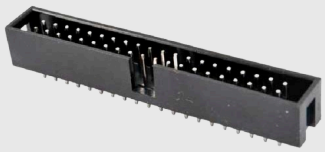
Sensore effetto hall

Il sensore ad effetto hall AH377 rileva i campi magnetici e li converte in un segnale elettrico. Abbiamo adattato il sensore con un Mosfet a canale P per rendere il sensore a tre fili di tipo sourcing e gestito le resistenze per fare in modo che alla base del Mosfet ci fossero 12V, altrimenti con 24 V si sarebbe rotto. Per causa del ciclo di isteresi abbiamo un tempo di lettura in ingresso minore al tempo di lettura in uscita, il sensore ci mette di più a riportare il segnale a 0 che portarlo a 1. Bisogna fare attenzione al verso del magnete.

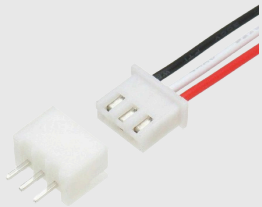
Il seguente è lo schema elettrico:



Scheda centrale



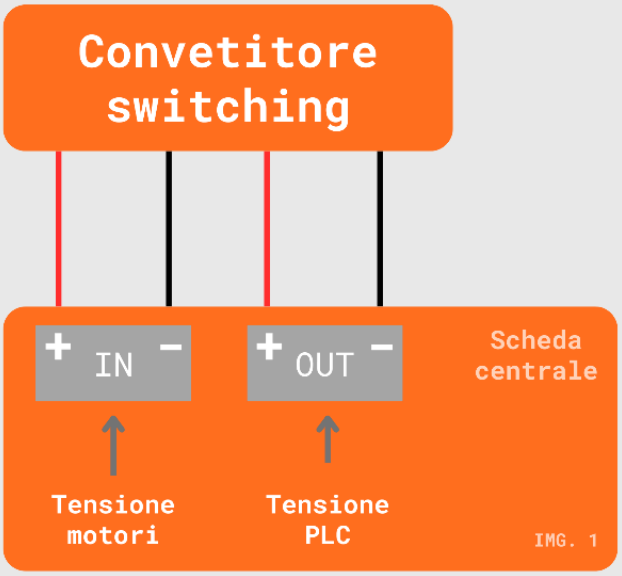
Per collegare il sistema al PLC si è deciso di utilizzare un connettore maschio 2X20 per cavo flat (immagine a lato) perché permette di utilizzare tutti gli ingressi e uscite del PLC disponibili.



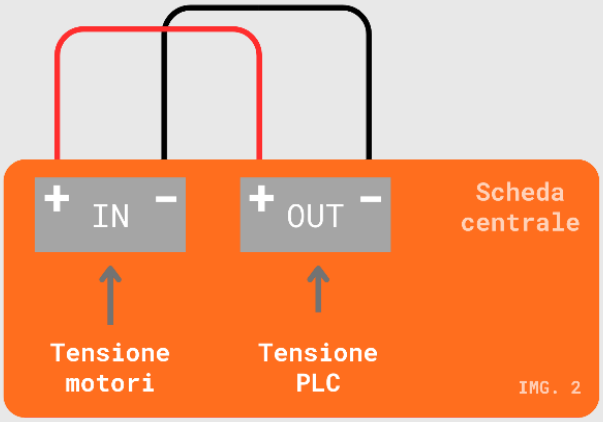
Si è deciso di utilizzare dei connettori jst da 2 e 3 pin di tipo XH (immagine a lato) per connettere ingressi e uscite alla scheda principale perché facili da reperire, economici, hanno una sola direzione di incastro e quindi non creano confusione, rendono il tutto modulare utilizzando cavi di giunzione tra scheda e sensori/motori dei quali regolare la lunghezza. I connettori jst da 2 pin sono connessi all'alimentazione 24V del PLC e utilizzati per alimentare l'emettitore per l'ingresso fotodiodo. Alcuni connettori jst da 3 pin sono connessi all'alimentazione 24V del PLC e ad un pin d'ingresso per alimentare i sensori e ricevere il segnale, altri sono connessi all'alimentazione e ad un pin di uscita per alimentare e comandare i motori. La scheda motore avanti e indietro utilizza due connettori jst da 3 pin poiché necessita di due segnali di uscita per

essere comandata, questo è stato fatto così da mantenere la modularità e avere tutti i connettori uguali.

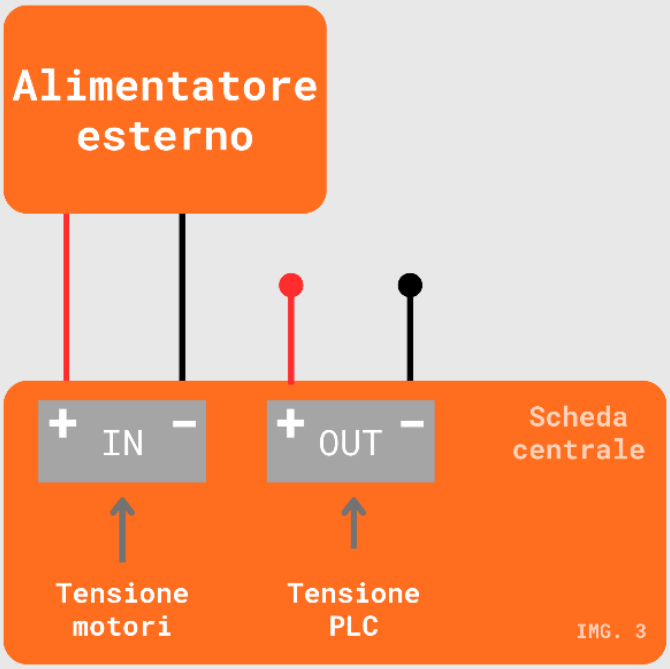
Si è deciso di utilizzare dei connettori a vite a morsetto (immagine a lato) per la connessione del convertitore di tensione switching (Img. 1) che porta i 24V del PLC alla tensione richiesta dai motori, nel nostro caso 24V → 12V.
Inoltre la configurazione di questi connettori permette di alimentare le uscite direttamente con i 24V del PLC connettendo tra loro i due poli negativi dei connettori e i due poli positivi (Img. 2) o di connettere un'alimentazione esterna al connettore IN alimentando così i motori direttamente con essa (Img. 3).



IMG. 1



IMG. 2

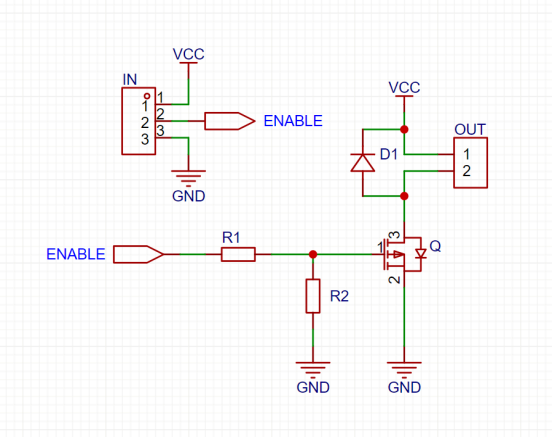


Uscite

I due principali circuiti che sono emersi con i quali controllare i motori a 12 V vedono l'utilizzo di un mosfet per quanto riguarda la schedina "Solo avanti" e l'aggiunta di un relè per "Avanti indietro".

Per le due tipologie di uscite progettate abbiamo usato un motore DC con il seguente nome N20 DC3V 6V 12V 50-2000RPM.

Solo avanti

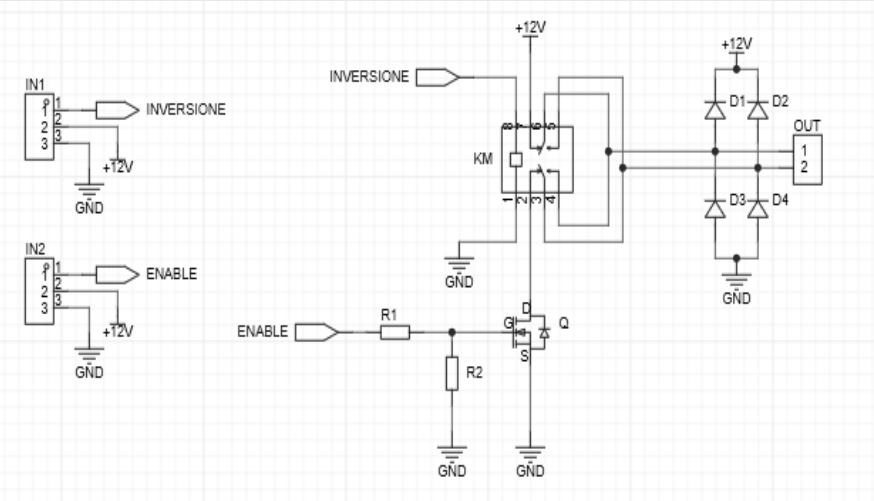


In questo circuito abbiamo un connettore in ingresso a 3 vie:

1. Vcc (tensione di alimentazione del motore quindi 12 V oppure 24 V);
2. segnale generato dal PLC per comandare il funzionamento del motore;
3. GND.

Abbiamo successivamente dovuto aggiungere un partitore di tensione all'uscita del segnale per diminuire la tensione del segnale in uscita da 24 a 17v aggiungendo un partitore di tensione che vede R_1 di 1KΩ e R_2 di 2,7KΩ visto che la tensione massima nel nostro caso di Gate-Drain poteva essere di al massimo 20v. Grazie all'utilizzo del segnale il mosfet viene comandato per l'attivazione del motore. Infine per salvaguardare al massimo il nostro circuito abbiamo aggiunto un diodo di ricircolo per la corrente.

Avanti e indietro



In questo circuito andiamo ad utilizzare in ingresso due diversi connettori per i segnali: uno serve per controllare il relè DPDT che determina il senso di rotazione del motore, mentre l'altro attiva il mosfet per accendere il motore, come nel circuito per il solo avanti; gli altri due connettori, come nel caso precedente, sono destinati all'alimentazione a 12V del motore e al collegamento a GND. Per quanto riguarda la sezione comandata dal segnale "INVERSIONE" il cui componente principale è il relè, solamente grazie all'attivazione del segnale generato dal PLC inverte la tensione in uscita. Per quanto riguarda l'attivazione del motore il circuito è identico a quello precedente. Per salvaguardare il circuito

e soprattutto il motore abbiamo aggiunto 4 diodi di ricircolo per la corrente.

Infine dopo aver verificato il corretto funzionamento dei circuiti siamo passati alla creazione della scheda PCB prima sofware e successivamente con la creazione della schedina fisica.

Costi di produzione

I Prezzi del fotodiodo BPW41N sono i seguenti:

Quantità	Prezzo unitario [€]	Prezzo esteso [€]
1	1,09	1,09
10	0,696	6,96
100	0,488	48,80
500	0,412	206,00
1000	0,386	386,00
2000	0,384	768,00
4000	0,337	1.348,00
12000	0,322	3.864,00
24000	0,317	7.608,00

Valide alternative che rispettano le caratteristiche volute, con prezzi più economici su RS Electronics sono:

- Fotodiodo SFH 203 PFA (0,22 €) link;
- Fotodiodo BPW82 (0,28 €) link;
- Fotodiodo BPV23F (0,34 €) link;
- Fotodiodo BPW83 (0,36 €) link;

Le **Resistenze** sono vendute a kit da 500-1000 con un prezzo sui 10 €;

- **Mosfet** 0,20 €;
- **LM311N** 0,80€;
- **AH 377** 0,90€
- **Connettore maschio** 2x20 per cavo flat (IDC 40 pin) Set da 10 pezzi a circa €23;
- **Connettori JST** XH 3 pin (2,54 mm) Kit da 10 paia con cavi da 10 cm a circa €9,83; Connettori a vite a morsetto (2 pin, passo 5 mm) Confezione da 50 pezzi a circa 13,99 €;
- **Mosfet IRFZ44NPbF** 1,67 €;
- **Relè** DPDT hk19f 5 €;
- **Motore** N20 DC3V 6V 12V 50-2000RPM 8,99€.

Il costo di una **basetta in vetronite** ramata 10x15 cm è di 1-3 €, essa potrà essere tagliata per ottenere più schede.

La **soda caustica** NaOH per sviluppare il photoresist costa 2-5 € al chilo.

L'**acido percloruro** ferrico in bottiglie da 1L viene a costare 7-12 €.

Queste spese permettono di ottenere più PCB.

Oltre a tutto ciò vanno considerate le apparecchiature che hanno permesso la realizzazione del PCB: il **bromografo** e la **macchina di incisione chimica**.

Per una produzione meno artigianale dei PCB, una volta verificato il funzionamento dei nostri prototipi abbiamo inviato i file ad un'azienda esterna che ha realizzato i PCB per noi. A titolo indicativo, cinque unità della scheda centrale sono costate 7 euro, IVA e spese di spedizione escluse.

Appendice C - Parte software

Nelle pagine seguenti è riportato il programma realizzato per il controllo del modello industriale implementato.

Qui sotto, la tabella esplicativa delle variabili e dei segnali utilizzati.

Funzione componente	**Tipo componente**	**Indirizzo assoluto**	**Indirizzo simbolico**
Sensore di ingresso nastro 1	Coppia fotodiodo-LED IR	I0.1	sensoreEntrataNastro1
Sensore di uscita nastro 1	Coppia fotodiodo-LED IR	I0.0	sensoreUscitaNastro1
Sensore di ingresso nastro 2	Coppia fotodiodo-LED IR	I0.4	sensoreEntrataNastro2
Sensore di uscita nastro 2	Coppia fotodiodo-LED IR	I0.5	sensoreUscitaNastro2
Sensore posizione avanti spintore 1	Sensore a effetto Hall	I1.5	sensoreAvantiSpintore1
Sensore posizione indietro spintore 1	Sensore posizione avanti spintore 1	I0.2	sensoreIndietroSpintore1
Sensore posizione avanti spintore 2	Sensore posizione avanti spintore 1	I1.4	sensoreAvantiSpintore2
Sensore posizione indietro spintore 2	Sensore posizione avanti spintore 1	I0.3	sensoreIndietroSpintore2
Motore nastro 1	Motore DC a 12 V	Q0.0	Nastro1_attivo
Motore nastro 2	Motore DC a 12 V	Q0.1	Nastro2_attivo
Motore spintore 1	Motore DC a 12 V	Q0.3	Spintore1_attivo
		Q0.2	Spintore1_A/I
Motore spintore 1	Motore DC a 12 V	Q0.5	Spintore1_attivo
		Q0.4	Spintore1_A/I

Table of contents

Program blocks	
Main [OB1]	2 - 1
FB	
Nastro [FB2]	3 - 1
Spintore [FB1]	4 - 1
DB	
Appoggio [DB1]	5 - 1
Nastro1_DB [DB4]	6 - 1
Spintore1_DB [DB3]	7 - 1
Variabili [DB2]	8 - 1
Nastro2_DB [DB5]	9 - 1
Spintore2_DB [DB6]	10 - 1
HMI [DB7]	11 - 1
Manuale [DB8]	12 - 1
Automatico [DB9]	13 - 1
Errori [DB10]	14 - 1
PLC tags	
Tabella delle variabili standard [29]	
PLC tags	15 - 1
User constants	16 - 1
Ingressi [8]	
PLC tags	17 - 1
User constants	18 - 1
Uscite [6]	
PLC tags	19 - 1
User constants	20 - 1

Program blocks

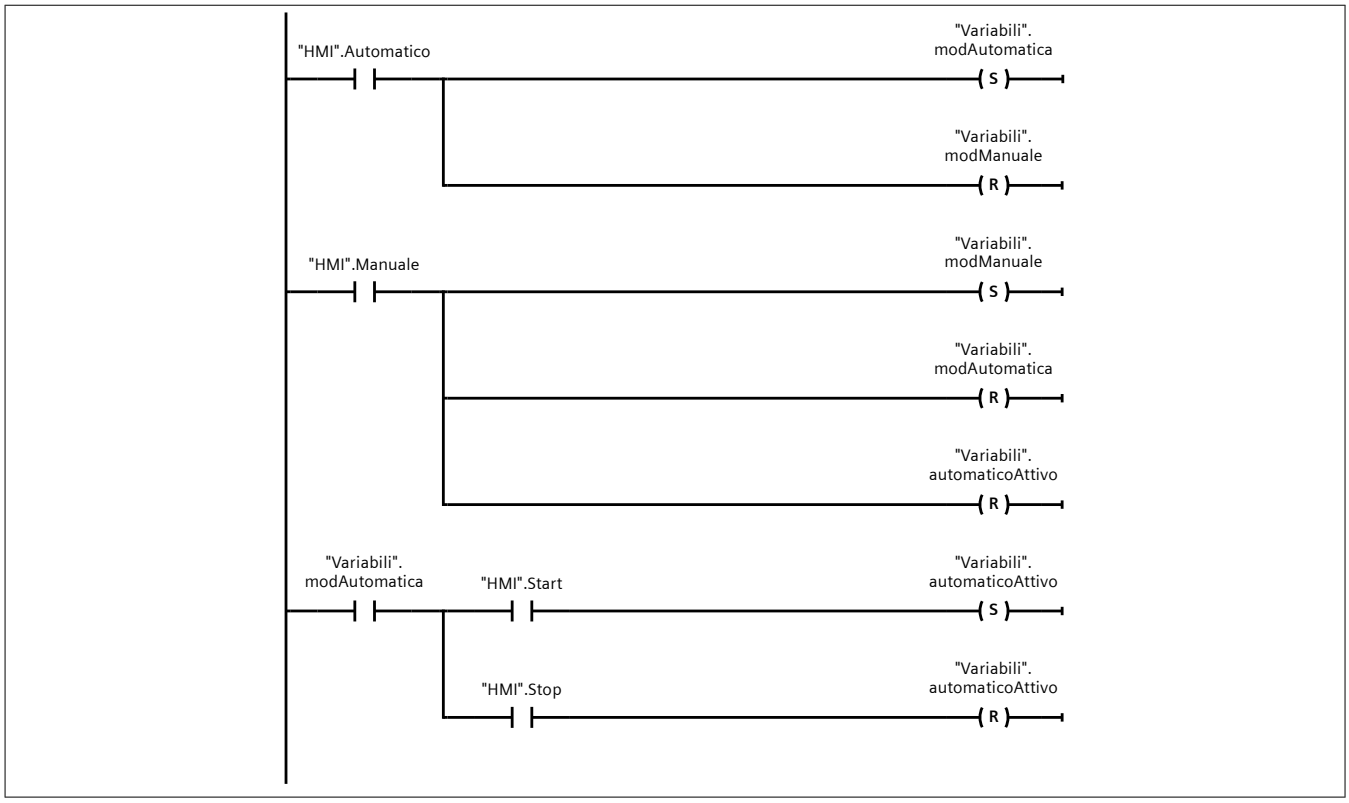
Main [OB1]

Main Properties					
General					
Name	Main	**Number**	1	**Type**	OB
Language	LAD	**Numbering**	automatic		
Information					
Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	**Author**		**Comment**	L'OB Main si occupa fondamentalmente di tre cose: - gestire le modalità di funzionamento (manuale o automatica) - gestire le varie sezioni del sistema andando a richiamare gli FB opportuni - gestire le situazioni di errore
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Default value
Input		
Initial_Call	Bool	
Remanence	Bool	
Temp		
Constant		

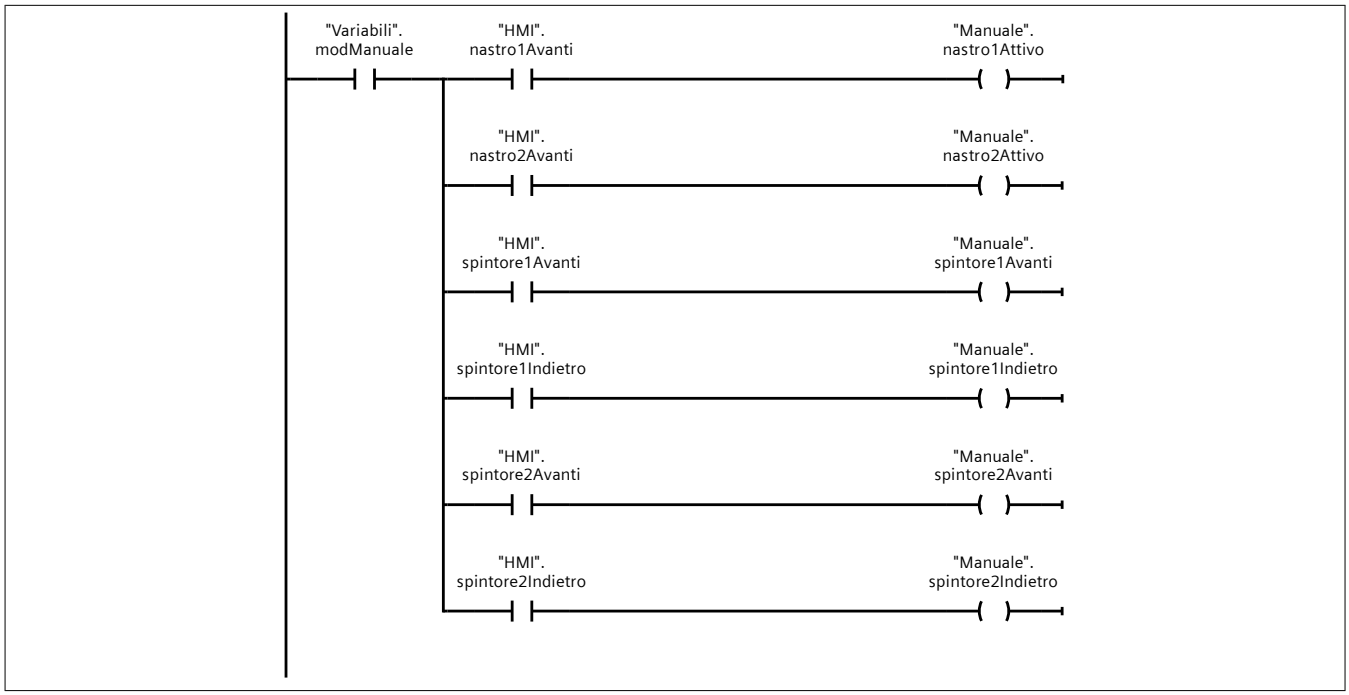
Network 1: Selezione modalità di funzionamento

Questo network permette di selezionare una tra le due modalità di funzionamento: manuale o automatico. Quando viene selezionata la modalità automatica, è possibile avviare e fermare il sistema con i pulsanti di start e di stop.
Tra le due modalità di funzionamento, viene data priorità a quella manuale.



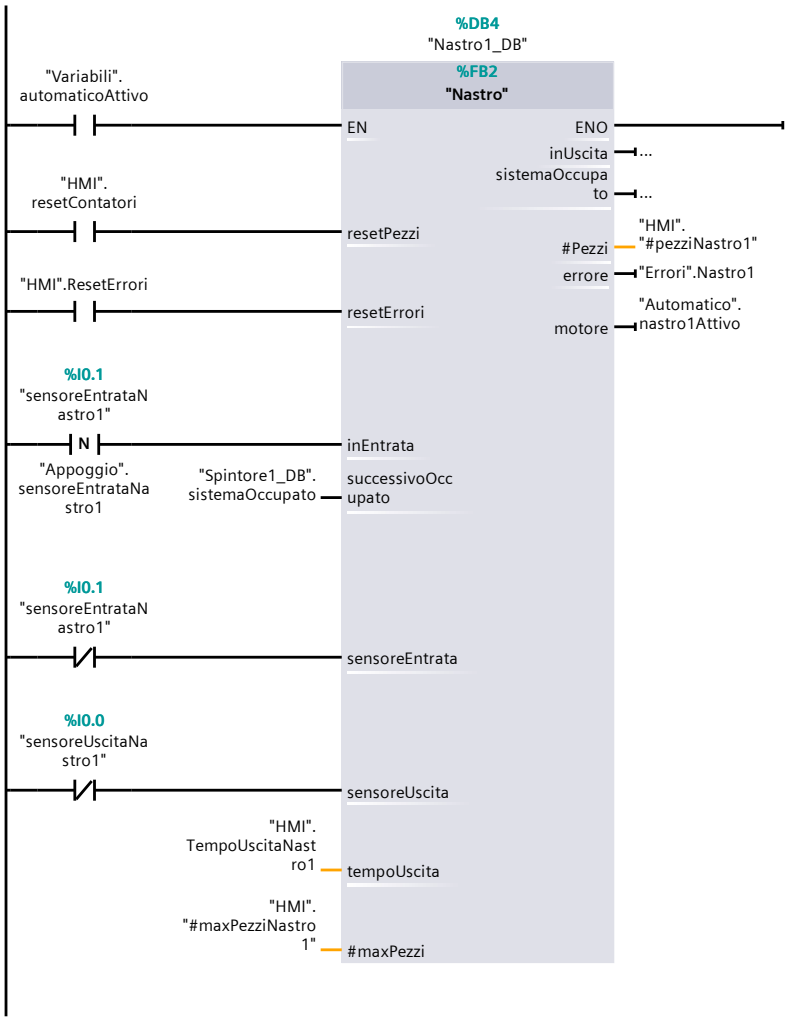
Network 2: Modalità manuale

Quando il sistema si trova in modalità manuale, l'attivazione di alcune variabili (del DB "HMI") permette l'azionamento delle uscite. Tali variabili saranno connesse a dei pulsanti del pannello operatore.



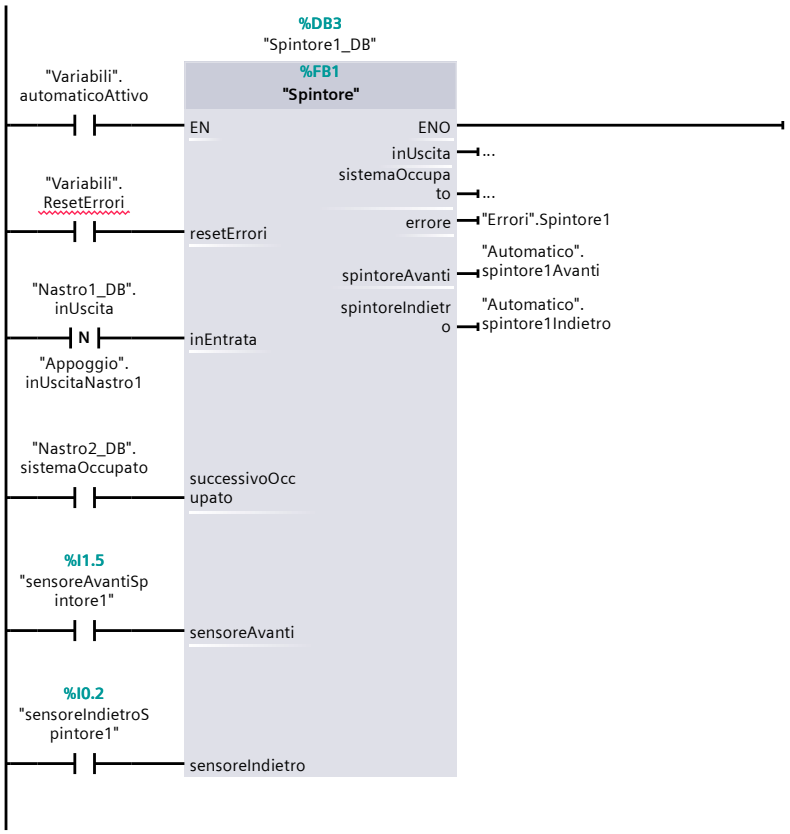
Network 3: Modalità automatica - Nastro 1

Controllo del primo nastro tramite FB.



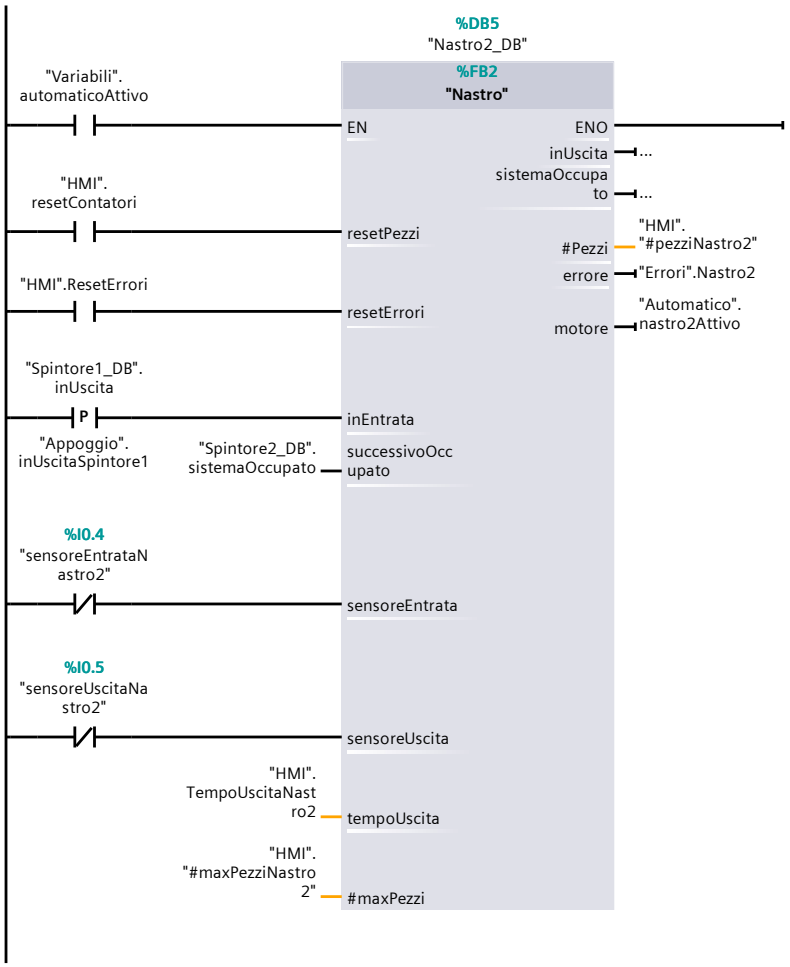
Network 4: Modalità automatica - Spintore 1

Controllo del primo nastro spintore FB.



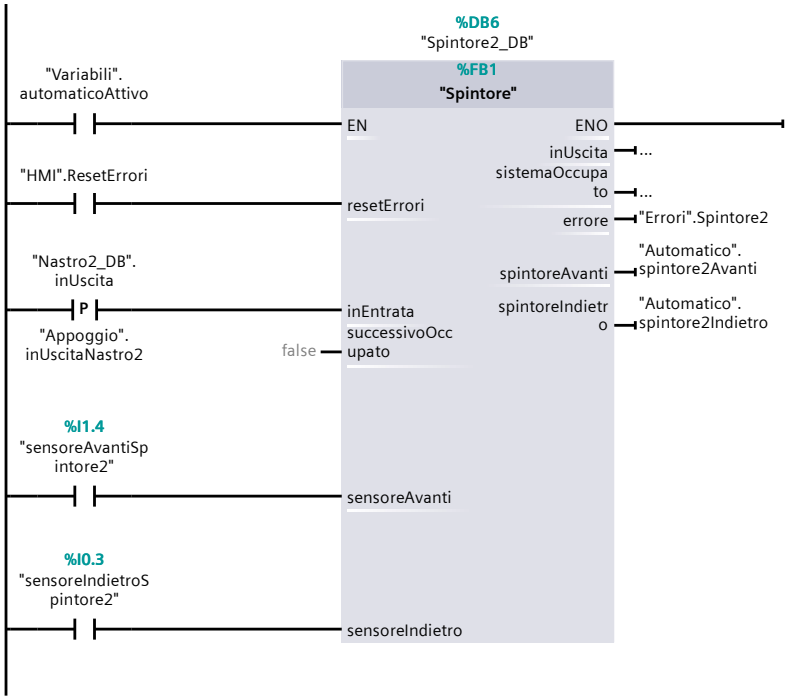
Network 5: Modalità automatica - Nastro 2

Controllo del secondo nastro tramite FB.



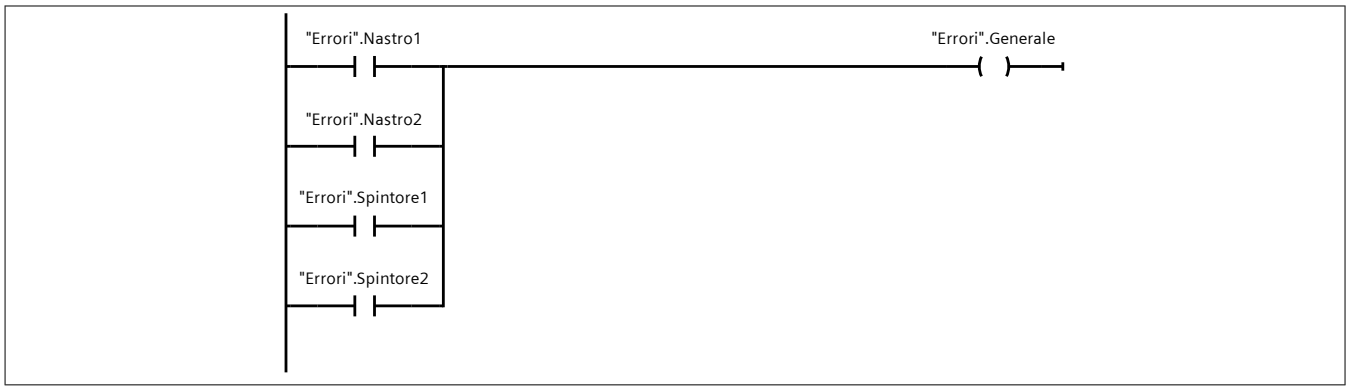
Network 6: Modalità automatica - Spintore 2

Controllo del secondo spintore tramite FB.



Network 7: Gestione errori

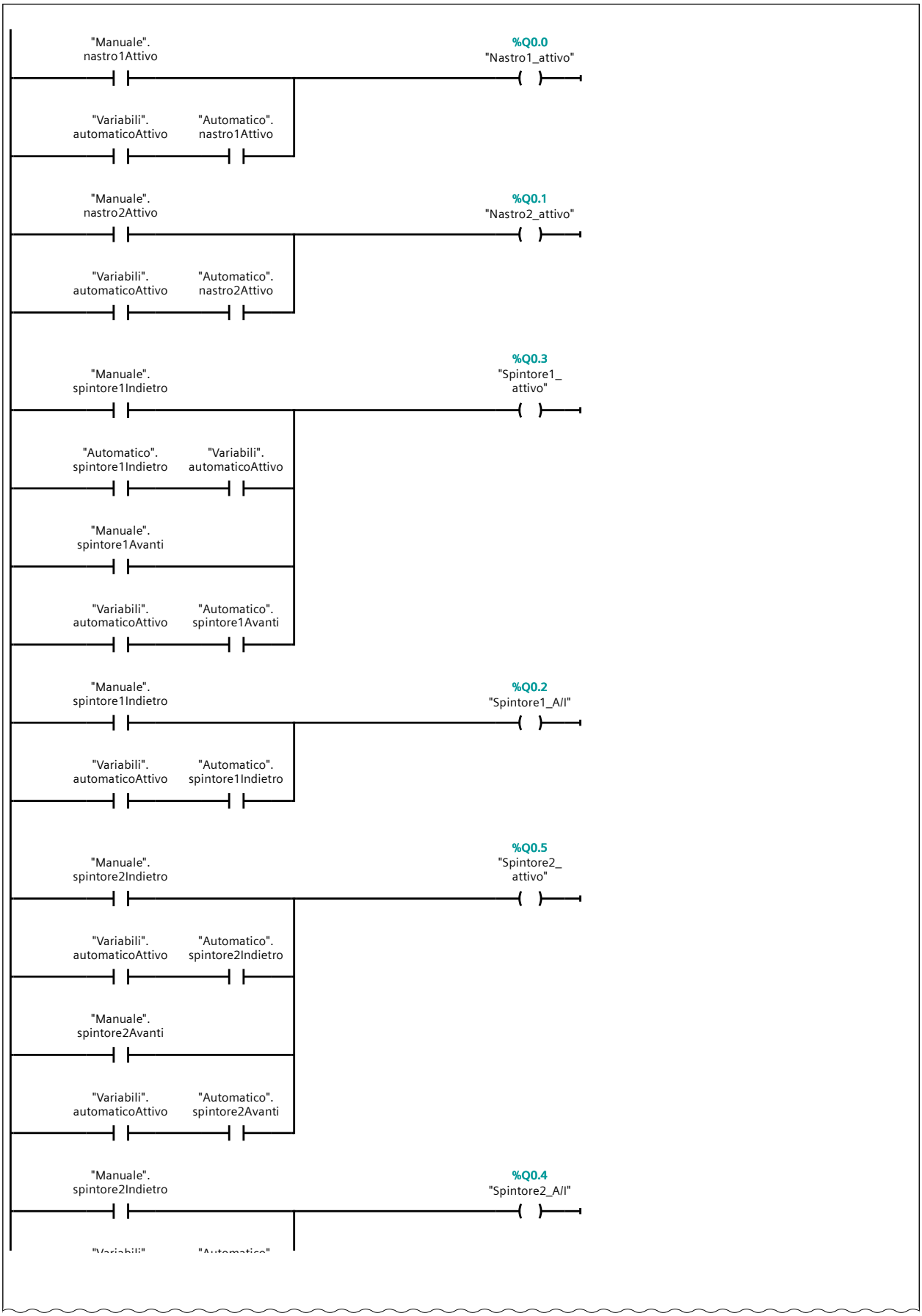
Vengono qui gestiti in modo gli errori: un errore generale viene generato non appena una qualsiasi delle quattro sezioni del sistema entra in stato di errore.



Network 8: Attivazione uscite

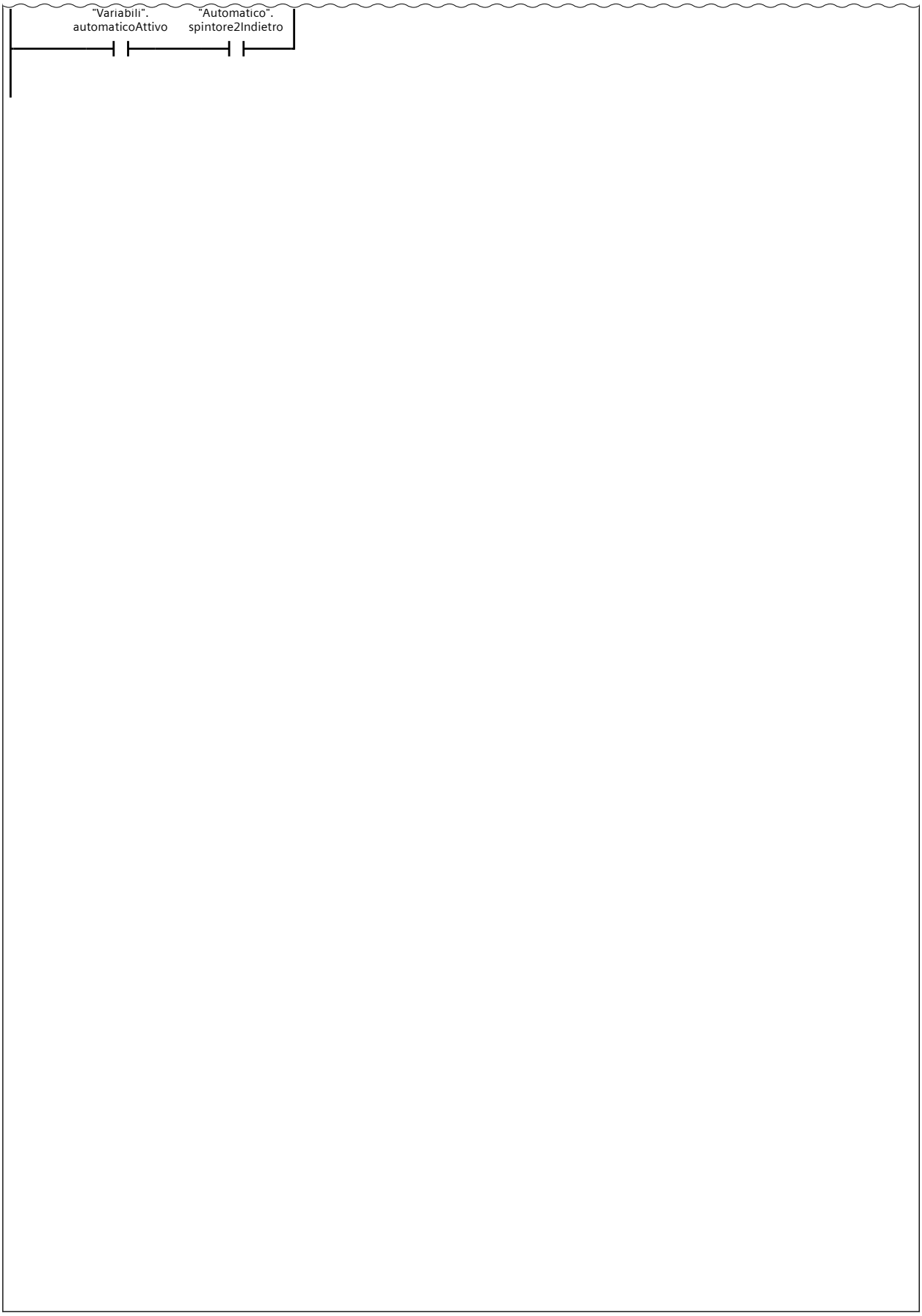
Le uscite vengono attivate in base a quanto stabilito dal programma nei network precedenti.

Network 8: Attivazione uscite (1.1 / 2.1)



Network 8: Attivazione uscite (2.1 / 2.1)

1.1 (Page2 - 7)



Program blocks / FB

Nastro [FB2]

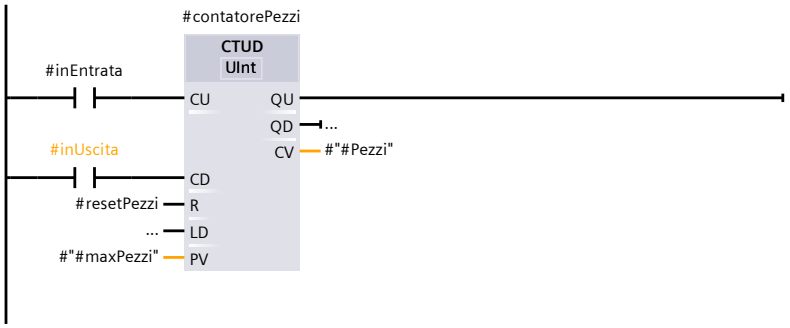
Nastro Properties					
General					
Name	Nastro	**Number**	2	**Type**	FB
Language	LAD	**Numbering**	automatic		
Information					
Title	Gestione nastro	**Author**		**Comment**	L'FB si occupa di gestire un nastro trasportatore dotato di due sensori per il rilevamento dei pezzi, uno in ingresso ed uno in uscita. L'FB è strutturato in modo da permettere l'interfacciamento con gli altri blocchi presenti nel sistema. In particolare, sono stati inseriti ingressi ed uscite che permettano al blocco di comunicare coi blocchi che precedono e che seguono. Per maggiori dettagli, si faccia riferimento alla relazione.
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Default value	Retain
Input			
resetPezzi	Bool	false	Non-retain
resetErrori	Bool	false	Non-retain
inEntrata	Bool	false	Non-retain
successivoOccupato	Bool	false	Non-retain
sensoreEntrata	Bool	false	Non-retain
sensoreUscita	Bool	false	Non-retain
tempoUscita	Time	T#0ms	Non-retain
#maxPezzi	UInt	0	Non-retain
Output			
inUscita	Bool	false	Non-retain
sistemaOccupato	Bool	false	Non-retain
#Pezzi	UInt	0	Non-retain
errore	Bool	false	Non-retain
motore	Bool	false	Non-retain
InOut			
Static			
contatorePezzi	IEC_UCOUNTER		Retain
CU	Bool	false	Retain
CD	Bool	false	Retain
R	Bool	false	Retain
LD	Bool	false	Retain
QU	Bool	false	Retain
QD	Bool	false	Retain

Name	Data type	Default value	Retain
PV	UInt	0	Retain
CV	UInt	0	Retain
pezzoInUscita	IEC_TIMER		Non-retain
ST	Time	T#0ms	Non-retain
PT	Time	T#0ms	Non-retain
ET	Time	T#0ms	Non-retain
RU	Bool	false	Non-retain
IN	Bool	false	Non-retain
Q	Bool	false	Non-retain
IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		Non-retain
ST	Time	T#0ms	Non-retain
PT	Time	T#0ms	Non-retain
ET	Time	T#0ms	Non-retain
RU	Bool	false	Non-retain
IN	Bool	false	Non-retain
Q	Bool	false	Non-retain
appoggioSensoreUscita	Bool	false	Non-retain
appoggioUscitaPezzo	Bool	false	Non-retain
Temp			
Constant			

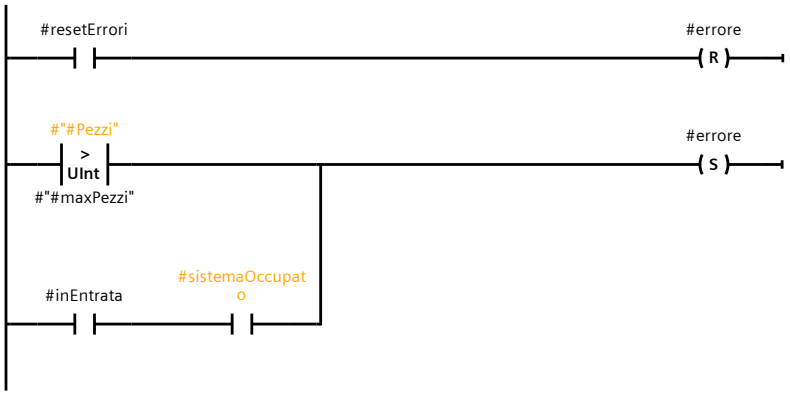
Network 1: Contatore pezzi

Gestione del contatore del numero di pezzi presenti sul nastro. Il contatore si incrementa ogni qual volta viene rilevato un impulso all'ingresso "inEntrata" e si decrementa ogni volta che viene fatto uscire un pezzo; il momento associato all'uscita del pezzo corrisponde alla generazione di un impulso sulla variabile di uscita "inUscita" (vedi network 5).



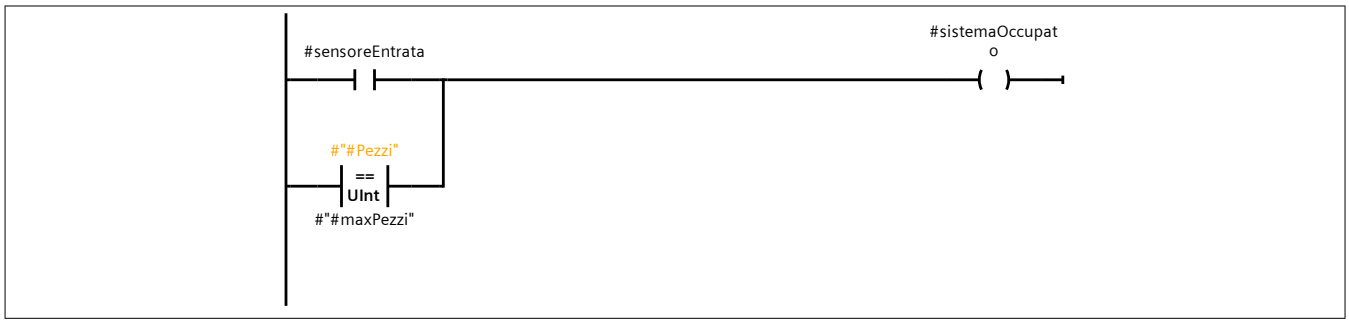
Network 2: Errori

Gestione delle situazioni di errore.



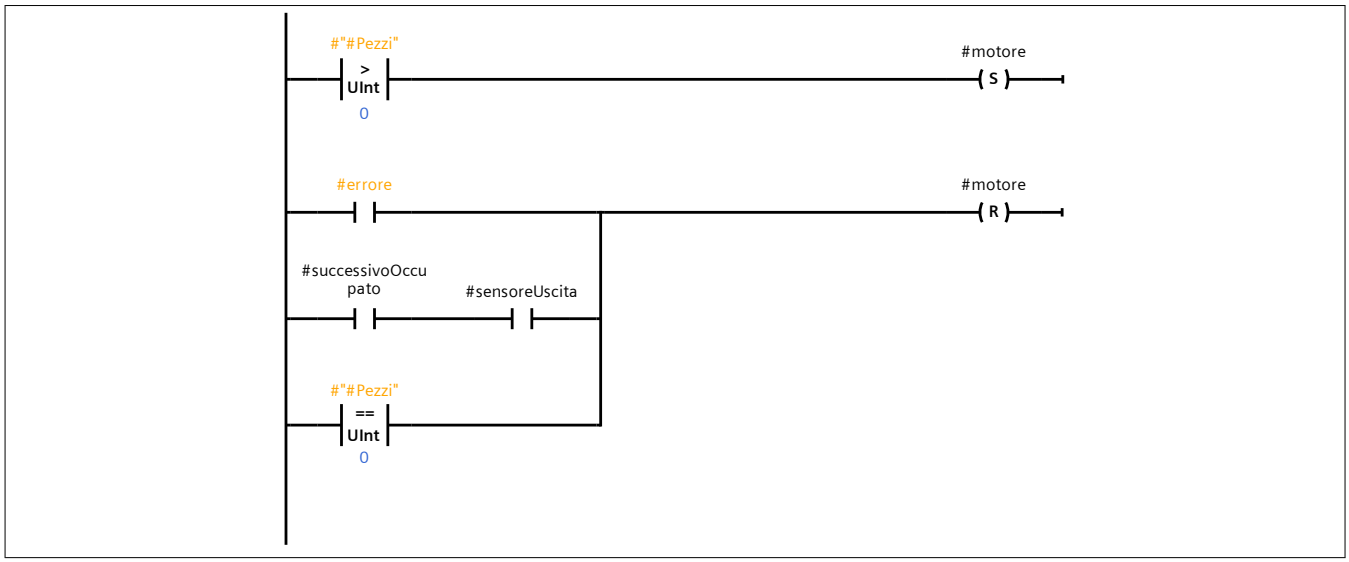
Network 3: Sistema occupato

Gestisce la variabile "sistema occupato", necessaria a comunicare a eventuali blocchi che precedono che il blocco presente è occupato in altre lavorazioni, e non è quindi disponibile ad accogliere altri pezzi.



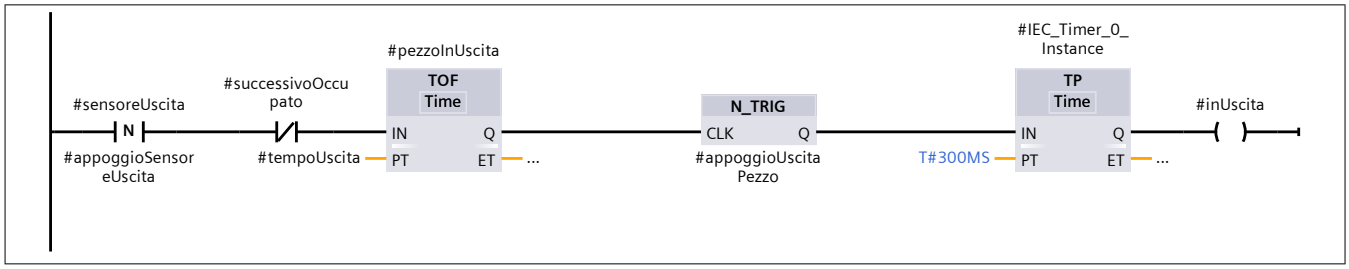
Network 4: Controllo motore

Controllo del motore. Il motore viene azionato se sono presenti pezzi sul nastro, non vi sono situazioni di errore e il blocco successivo non è occupato.



Network 5: Pezzo in uscita

Tale network si occupa di generare un impulso sulla variabile "inUscita" necessario per comunicare al blocco successivo che sta uscendo un pezzo dal blocco presente.



Program blocks / FB

Spintore [FB1]

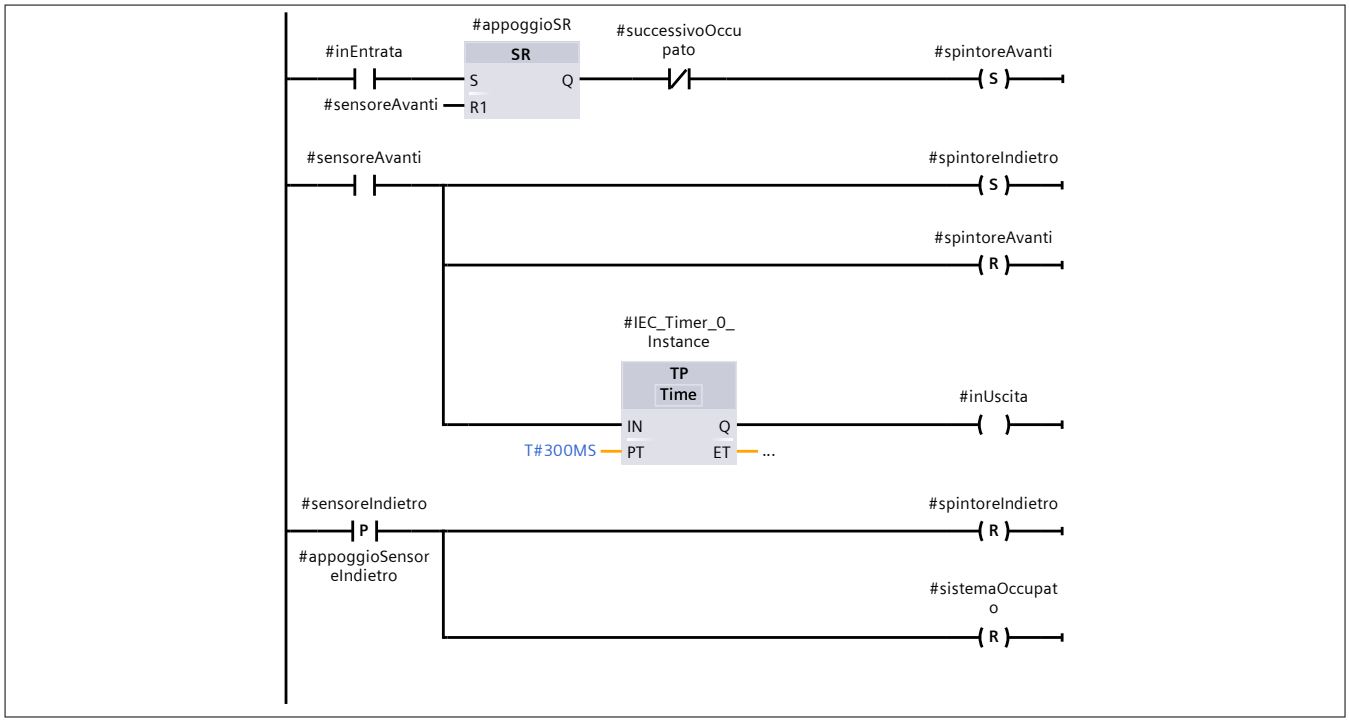
Spintore Properties					
General					
Name	Spintore	**Number**	1	**Type**	FB
Language	LAD	**Numbering**	automatic		
Information					
Title	Gestione spintore	**Author**		**Comment**	L'FB si occupa di gestire uno spintore dotato di due sensori per il rilevamento della sua posizione (tutto indietro, tutto avanti). L'FB è strutturato in modo da permettere l'interfacciamento con gli altri blocchi presenti nel sistema. In particolare, sono stati inseriti ingressi ed uscite che permettano al blocco di comunicare coi blocchi che precedono e che seguono. Per maggiori dettagli, si faccia riferimento alla relazione.
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Default value	Retain
Input			
resetErrori	Bool	false	Non-retain
inEntrata	Bool	false	Non-retain
successivoOccupato	Bool	false	Non-retain
sensoreAvanti	Bool	false	Non-retain
sensoreIndietro	Bool	false	Non-retain
Output			
inUscita	Bool	false	Non-retain
sistemaOccupato	Bool	false	Non-retain
errore	Bool	false	Non-retain
spintoreAvanti	Bool	false	Non-retain
spintoreIndietro	Bool	false	Non-retain
InOut			
Static			
IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		Non-retain
ST	Time	T#0ms	Non-retain
PT	Time	T#0ms	Non-retain
ET	Time	T#0ms	Non-retain
RU	Bool	false	Non-retain
IN	Bool	false	Non-retain
Q	Bool	false	Non-retain
appoggioSensoreIndietro	Bool	false	Non-retain
appoggioSR	Bool	false	Non-retain
Temp			

Name	Data type	Default value	Retain
Constant			

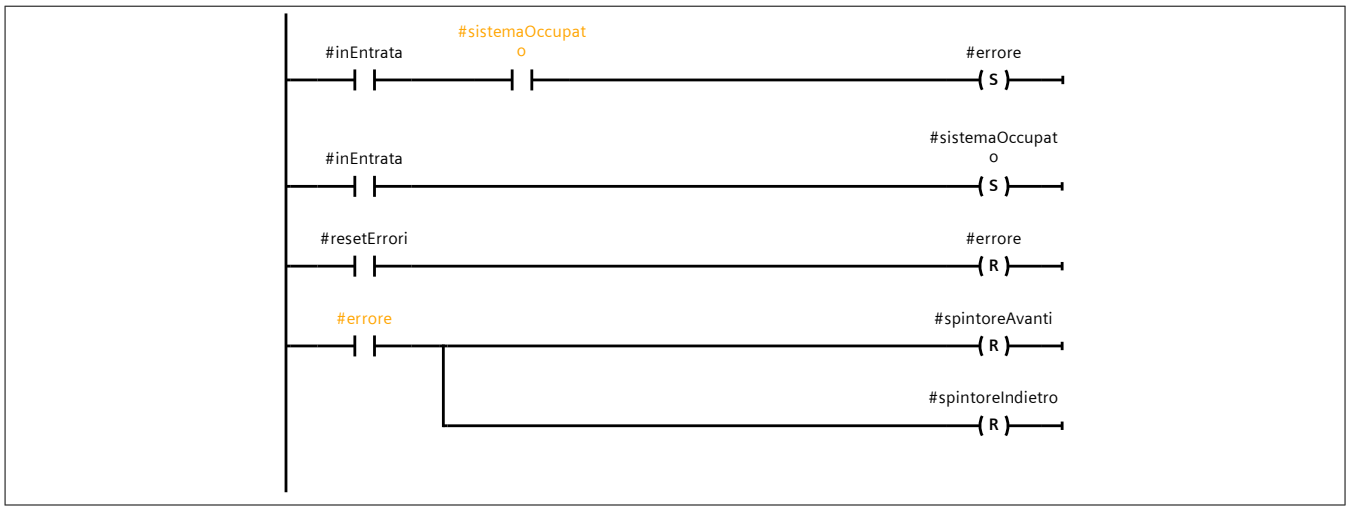
Network 1: Controllo motore

Lo spintore viene mandato avanti quando viene rilevato un impulso nella variabile "inEntrata". Una volta che ha completato la sua corsa, viene riportato indietro verso la sua posizione iniziale.



Network 2: Gestione errori

Gestione della seguente situazione di errore: pezzo in arrivo mentre il sistema è occupato.



Program blocks / DB

Appoggio [DB1]

Appoggio Properties					
General					
Name	Appoggio	**Number**	1	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Static			
sensoreEntrataNastro1	Bool	false	False
sensoreUscitaNastro1	Bool	false	False
inUscitaSpintore1	Bool	true	False
inUscitaNastro2	Bool	false	False
inUscitaNastro1	Bool	false	False

Program blocks / DB

Nastro1_DB [DB4]

Nastro1_DB Properties					
General					
Name	Nastro1_DB	**Number**	4	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Input			
resetPezzi	Bool	false	False
resetErrori	Bool	false	False
inEntrata	Bool	false	False
successivoOccupato	Bool	false	False
sensoreEntrata	Bool	false	False
sensoreUscita	Bool	false	False
tempoUscita	Time	T#0ms	False
#maxPezzi	UInt	0	False
Output			
inUscita	Bool	false	False
sistemaOccupato	Bool	false	False
#Pezzi	UInt	0	False
errore	Bool	false	False
motore	Bool	false	False
InOut			
Static			
contatorePezzi	IEC_UCOUNTER		True
CU	Bool	false	True
CD	Bool	false	True
R	Bool	false	True
LD	Bool	false	True
QU	Bool	false	True
QD	Bool	false	True
PV	UInt	0	True
CV	UInt	0	True
pezzoInUscita	IEC_TIMER		False
ST	Time	T#0ms	False
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
RU	Bool	false	False
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False
IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		False
ST	Time	T#0ms	False
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
RU	Bool	false	False

Name	Data type	Start value	Retain
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False
appoggioSensoreUscita	Bool	false	False
appoggioUscitaPezzo	Bool	false	False

Program blocks / DB

Spintore1_DB [DB3]

Spintore1_DB Properties					
General					
Name	Spintore1_DB	**Number**	3	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Input			
resetErrori	Bool	false	False
inEntrata	Bool	false	False
successivoOccupato	Bool	false	False
sensoreAvanti	Bool	false	False
sensoreIndietro	Bool	false	False
Output			
inUscita	Bool	false	False
sistemaOccupato	Bool	false	False
errore	Bool	false	False
spintoreAvanti	Bool	false	False
spintoreIndietro	Bool	false	False
InOut			
Static			
IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		False
ST	Time	T#0ms	False
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
RU	Bool	false	False
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False
appoggioSensoreIndietro	Bool	false	False
appoggioSR	Bool	false	False

Program blocks / DB

Variabili [DB2]

Variabili Properties					
General					
Name	Variabili	**Number**	2	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Static			
modManuale	Bool	false	False
modAutomatica	Bool	false	False
automaticoAttivo	Bool	false	False

Program blocks / DB

Nastro2_DB [DB5]

Nastro2_DB Properties					
General					
Name	Nastro2_DB	**Number**	5	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	manual		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Input			
resetPezzi	Bool	false	False
resetErrori	Bool	false	False
inEntrata	Bool	false	False
successivoOccupato	Bool	false	False
sensoreEntrata	Bool	false	False
sensoreUscita	Bool	false	False
tempoUscita	Time	T#0ms	False
#maxPezzi	UInt	0	False
Output			
inUscita	Bool	false	False
sistemaOccupato	Bool	false	False
#Pezzi	UInt	0	False
errore	Bool	false	False
motore	Bool	false	False
InOut			
Static			
contatorePezzi	IEC_UCOUNTER		True
CU	Bool	false	True
CD	Bool	false	True
R	Bool	false	True
LD	Bool	false	True
QU	Bool	false	True
QD	Bool	false	True
PV	UInt	0	True
CV	UInt	0	True
pezzoInUscita	IEC_TIMER		False
ST	Time	T#0ms	False
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
RU	Bool	false	False
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False
IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		False
ST	Time	T#0ms	False
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
RU	Bool	false	False

Name	Data type	Start value	Retain
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False
appoggioSensoreUscita	Bool	false	False
appoggioUscitaPezzo	Bool	false	False

Program blocks / DB

Spintore2_DB [DB6]

Spintore2_DB Properties					
General					
Name	Spintore2_DB	**Number**	6	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	manual		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Input			
resetErrori	Bool	false	False
inEntrata	Bool	false	False
successivoOccupato	Bool	false	False
sensoreAvanti	Bool	false	False
sensoreIndietro	Bool	false	False
Output			
inUscita	Bool	false	False
sistemaOccupato	Bool	false	False
errore	Bool	false	False
spintoreAvanti	Bool	false	False
spintoreIndietro	Bool	false	False
InOut			
Static			
IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		False
ST	Time	T#0ms	False
PT	Time	T#0ms	False
ET	Time	T#0ms	False
RU	Bool	false	False
IN	Bool	false	False
Q	Bool	false	False
appoggioSensoreIndietro	Bool	false	False
appoggioSR	Bool	false	False

Program blocks / DB

HMI [DB7]

HMI Properties					
General					
Name	HMI	**Number**	7	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Static			
Start	Bool	false	False
Stop	Bool	false	False
Manuale	Bool	false	False
Automatico	Bool	false	False
ResetErrori	Bool	false	False
resetContatori	Bool	false	False
TempoUscitaNastro1	Time	T#1s	False
TempoUscitaNastro2	Time	T#1s	False
#maxPezziNastro1	UInt	3	False
#maxPezziNastro2	UInt	3	False
contatoreNastro1	UInt	0	False
contatoreNastro2	UInt	0	False
#pezziNastro1	UInt	0	False
#pezziNastro2	UInt	0	False
nastro1Avanti	Bool	false	False
spintore1Avanti	Bool	false	False
spintore1Indietro	Bool	false	False
nastro2Avanti	Bool	false	False
spintore2Avanti	Bool	false	False
spintore2Indietro	Bool	false	False

Program blocks / DB

Manuale [DB8]

Manuale Properties					
General					
Name	Manuale	**Number**	8	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Static			
nastro1Attivo	Bool	false	False
nastro2Attivo	Bool	false	False
spintore1Avanti	Bool	false	False
spintore1Indietro	Bool	false	False
spintore2Avanti	Bool	false	False
spintore2Indietro	Bool	false	False

Program blocks / DB

Automatico [DB9]

Automatico Properties					
General					
Name	Automatico	**Number**	9	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Static			
nastro1Attivo	Bool	false	False
nastro2Attivo	Bool	false	False
spintore1Avanti	Bool	false	False
spintore1Indietro	Bool	false	False
spintore2Avanti	Bool	false	False
spintore2Indietro	Bool	false	False

Program blocks / DB

Errori [DB10]

Errori Properties					
General					
Name	Errori	**Number**	10	**Type**	DB
Language	DB	**Numbering**	automatic		
Information					
Title		**Author**		**Comment**	
Family		**Version**	0.1	**User-defined ID**	

Name	Data type	Start value	Retain
Static			
Nastro1	Bool	false	False
Nastro2	Bool	false	False
Spintore1	Bool	false	False
Spintore2	Bool	false	False
Generale	Bool	false	False

PLC tags / Tabella delle variabili standard [29]

PLC tags

PLC tags				
	Name	Data type	Address	Retain
	Tag_1	Bool	%M0.0	False

PLC tags / Tabella delle variabili standard [29]

User constants

User constants			
	Name	Data type	Value

PLC tags / Ingressi [8]

PLC tags

PLC tags				
	Name	Data type	Address	Retain
	sensoreEntrataNastro1	Bool	%I0.1	False
	sensoreUscitaNastro1	Bool	%I0.0	False
	sensoreIndietroSpintore1	Bool	%I0.2	False
	sensoreAvantiSpintore1	Bool	%I1.5	False
	sensoreEntrataNastro2	Bool	%I0.4	False
	sensoreUscitaNastro2	Bool	%I0.5	False
	sensoreIndietroSpintore2	Bool	%I0.3	False
	sensoreAvantiSpintore2	Bool	%I1.4	False

PLC tags / Ingressi [8]

User constants

User constants			
	Name	Data type	Value

PLC tags / Uscite [6]

PLC tags

PLC tags				
	Name	Data type	Address	Retain
	Nastro1_attivo	Bool	%Q0.0	False
	Spintore1_attivo	Bool	%Q0.3	False
	Spintore1_A/I	Bool	%Q0.2	False
	Nastro2_attivo	Bool	%Q0.1	False
	Spintore2_attivo	Bool	%Q0.5	False
	Spintore2_A/I	Bool	%Q0.4	False

PLC tags / Uscite [6]

User constants

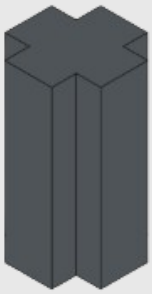
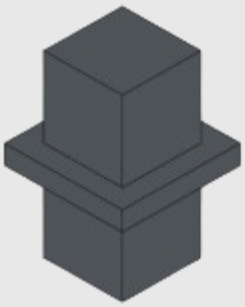
User constants			
	Name	Data type	Value

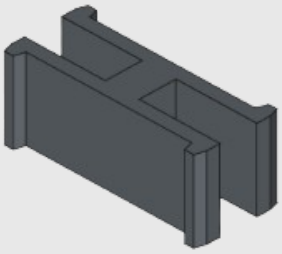
Appendice D - Prototipi scartati

Parte meccanica

Il lavoro è iniziato con l’ideazione dei primi prototipi per i perni arrivando alla conclusione di utilizzare perni stampati in 3D e non viti e magneti poiché sono più versatili ed economici a differenza delle viti che presentano una maggiore difficoltà di utilizzo a causa della versatilità nel montaggio e smontaggio dei blocchi e dei magneti che risultano più costosi.

Siamo poi passati all'ideazione di quattro tipi di incastri stampati in 3D:

Incastro a croce	
Incastro a sezione quadrata	

Incastro click	
Incastro a slider	

Dopo aver proceduto con la stampa 3D dei quattro sistemi di incastro, sono stati scartati gli incastri a click e a sezione quadrata, in quanto meno efficienti, e si è deciso di proseguire al perfezionamento dell incastro a croce in quanto rispetto a quello a click non presentava problemi di montaggio per quanto riguarda il verso e ed era il migliore rispetto a quello con l'incastro a quadrato che pur essendo simile per funzionamento presentava più problematiche per quanto riguarda l'attrito e quello a slider che presentava un metodo differente di aggancio.

In conclusione dopo un'ulteriore progettazione si è deciso di portare avanti il blocco con incastro a slider che grazie alla sua modularità risulta più funzionale al progetto anche per quanto riguarda l'inserimento dei sensori e dei motori.

Parte elettronica

Ingressi

Per quanto riguarda gli ingressi, la scelta del sensore a tre fili con cui procedere era inizialmente fra tre possibili prototipi: sensore con fotodiodo, sensore con fototransistor e sensore con fotoresistenza.

Dopo aver sviluppato la scheda elettrica per ciascuno di essi li abbiamo provati, la scelta finale è caduta sul sensore con fotodiodo perché fra i tre meglio soddisfa le esigenze del nostro progetto, un buon range di lettura e poca sensibilità ai disturbi.

Sensore con fototransistor

Per la realizzazione del sensore è stato usata la stessa tipologia di circuito del sensore con Fotodiodo, ma al posto del fotodiodo BPW41N è stato adoperato il fototransistor del TCRT5000 che rileva il segnale infrarosso emesso dal proprio LED IR integrato.
Questo sensore è stato scartato perché nonostante lavori in infrarossi e ciò permette di evitare alcuni disturbi esterni, durante le prove aveva un range di lettura molto basso, di 4,5 cm

Sensore con fotoresistenza

Per la realizzazione del sensore è stato usata la stessa tipologia di circuito del sensore con Fotodiodo, ma al posto del fotodiodo BPW41N è stato adoperata la fotoresistenza LDR-04, siccome è estremamente comune, facile da reperire e da implementare, in serie ad una resistenza da 3,3k (valore molto simile a quello della fotoresistenza in presenza di luce ambientale).
Questo sensore presenta un range di lettura maggiore agli altri due, di ben 16,5 cm, però è stato scartato perchè è l'unico che non lavora ad infrarossi, perciò in base all'ambiente in cui si trova potrebbe variare la propria capacità di lettura.

Scelta del sensore

La scelta del sensore è stata eseguita secondo il seguente protocollo di misura.

In fase di valutazione dei sistemi testati saranno presi in considerazione i seguenti parametri:

- Massima distanza;
- Dimensioni del target;
- Posizione del target;
- Massimo disassamento;
- Stabilità del segnale di risposta nel passaggio ON-OFF e OFF-ON;
- Protocollo;
- Sistema di rilevazione;
- Rotaia che permetta la regolazione e la misura della distanza e dell'angolo;
- Sistema di interferenza ambientale (luce esterna);
- Oscilloscopio per rilevazioni one-shot;

Come prima cosa è necessario fare una prova, con una fotocellula a scelta, per determinare l'influenza della dimensione e della posizione del target sulle misurazioni. Nel caso influisca la dimensione le prove andranno effettuate con una target di dimensione pari a quella del "blocchetto" trasportato dai nastri (anche se la dimensione fosse ininfluente o poco influente sulle misurazioni conviene lo stesso tenere il target della dimensione del "blocchetto" per essere più realistici o in maggior modo precisi). Nel caso influisca la posizione andranno effettuate prove con il target a varie distanze (in mezzo, vicino al ricevitore, vicino all'emettitore).

Si è pensato di svolgere 10 prove per ogni distanza e di segnarsi le prove che hanno dato problemi, per poi vedere in modo conclusivo qual è il sensore che ha dato meno problemi. Al posto di provare ogni angolo singolarmente si è deciso di trovare il massimo angolo di disassamento per ogni distanza per ogni sensore. Per le rilevazioni con oscilloscopio si è pensato di farne 2 a prova, per non perdere troppo tempo e per non ritrovarsi con troppi salvataggi.ù

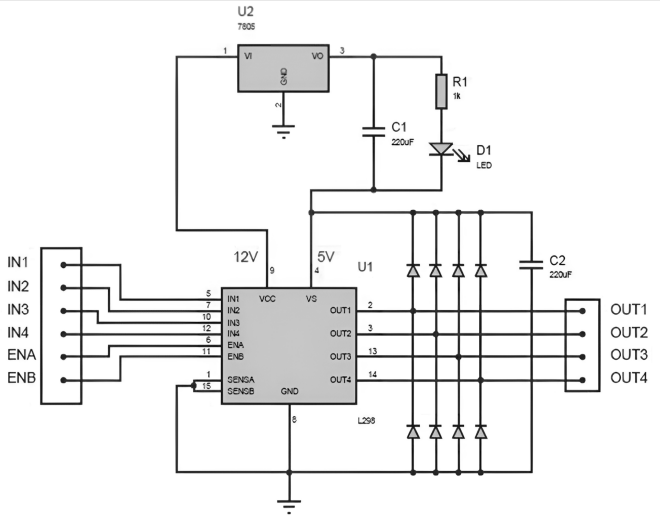
Uscite

Siamo partiti individuando vari circuiti con cui gestire le uscite, che dovevano controllare un motore DC a 12V. Questo tipo di motore è stato scelto non casualmente, ma perché risulta il più adatto per la costruzione di modellini industriali, in quanto rappresenta un buon compromesso tra costo, ingombro e potenza.

I due principali circuiti che sono emersi con i quali controllare il motore vedevano:

- Utilizzo di un L298N (circuito integrato contenente due ponti H).
- Utilizzo di un mosfet per controllare l'accensione e la velocità del motore e di un relè DPDT per controllare il verso di rotazione.

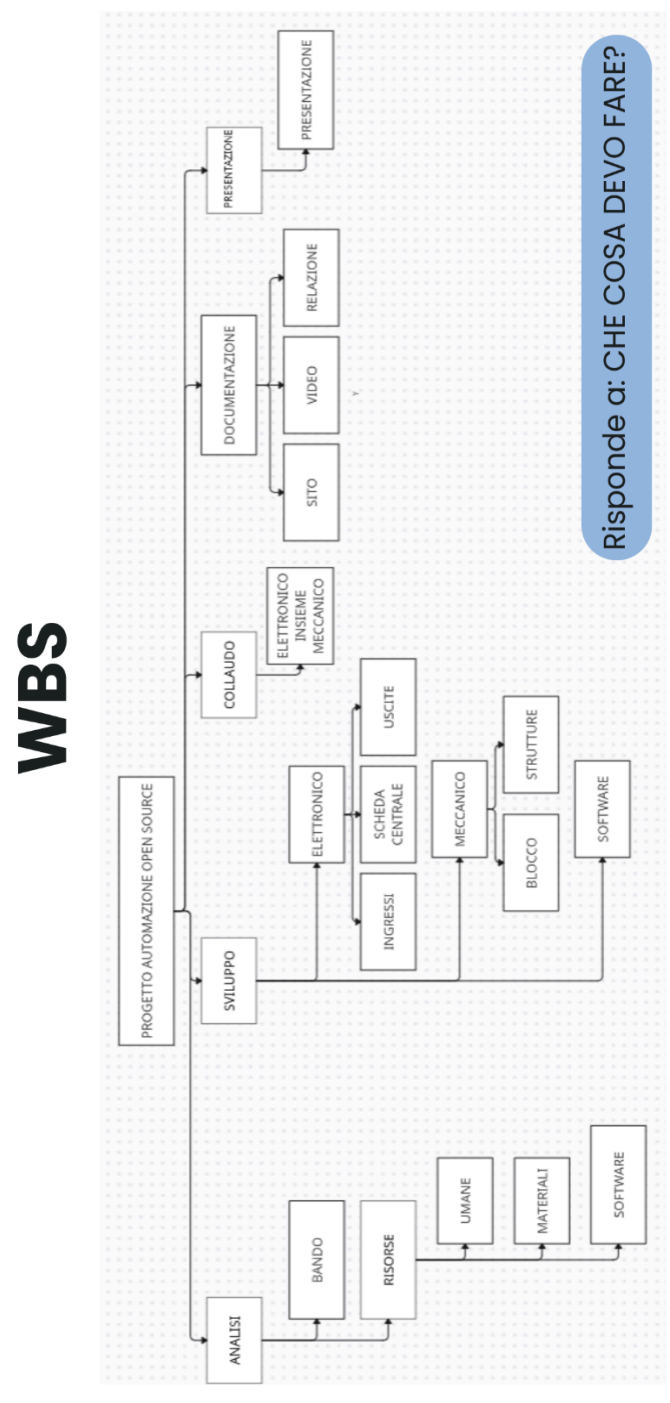
A questo punto abbiamo iniziato a progettare i due diversi circuiti consultando i relativi datasheet. Fin dall'inizio l'implementazione del circuito con L298N è risultata complessa e soprattutto molto ingombrante dato che oltre all'alimentazione del motore di 12 V (che vengono forniti dalla scheda centrale), veniva richiesta un'ulteriore alimentazione di 5V per il circuito integrato senza contare lo spazio occupato dai due condensatori da 100nF da dover inserire come richiesto dal datasheet.



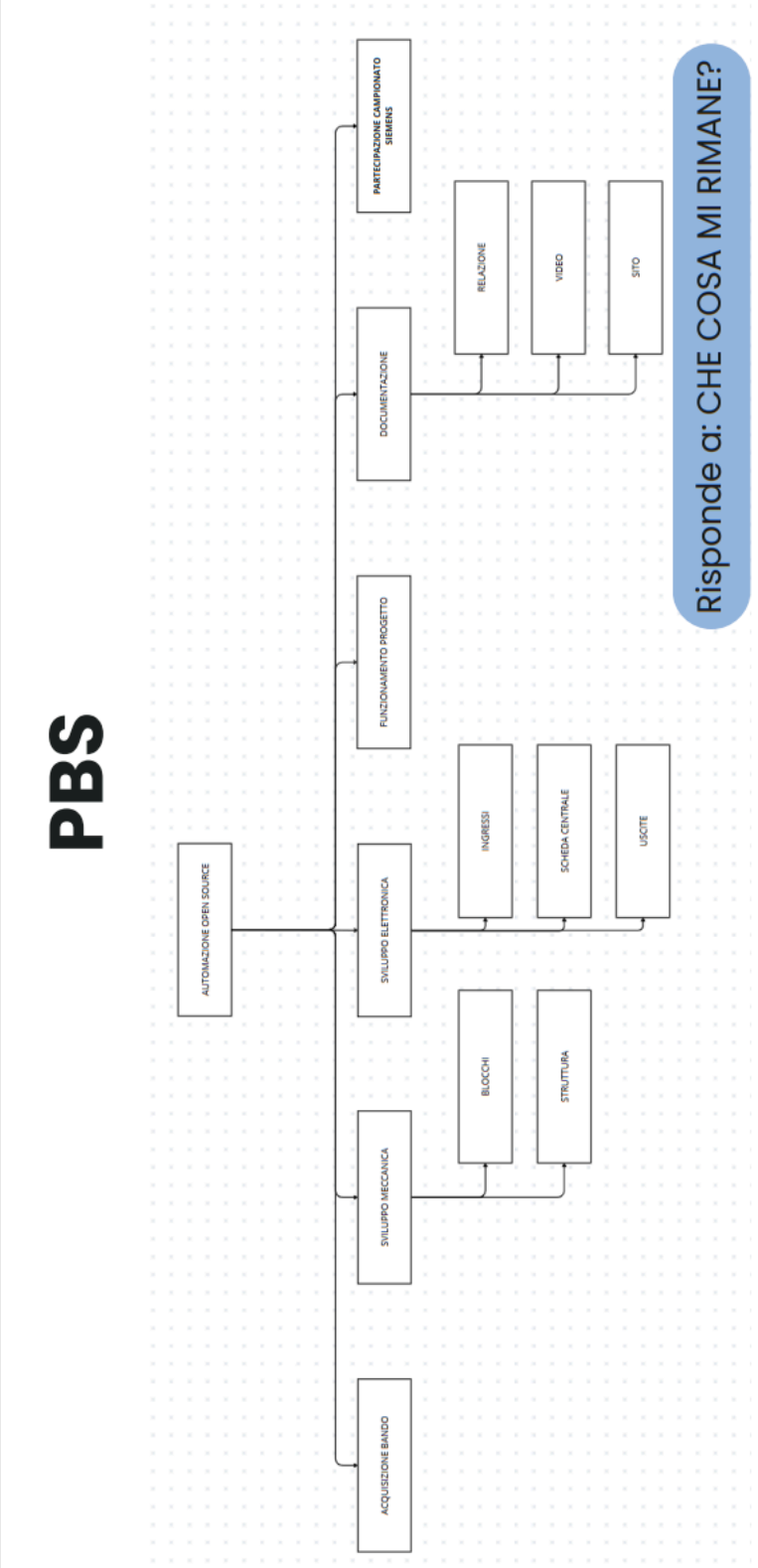
Per questi due motivi quest'idea è stata accantonata e ci siamo concentrati nello sviluppare la schedina col mosfet.

Appendice E - Project Management

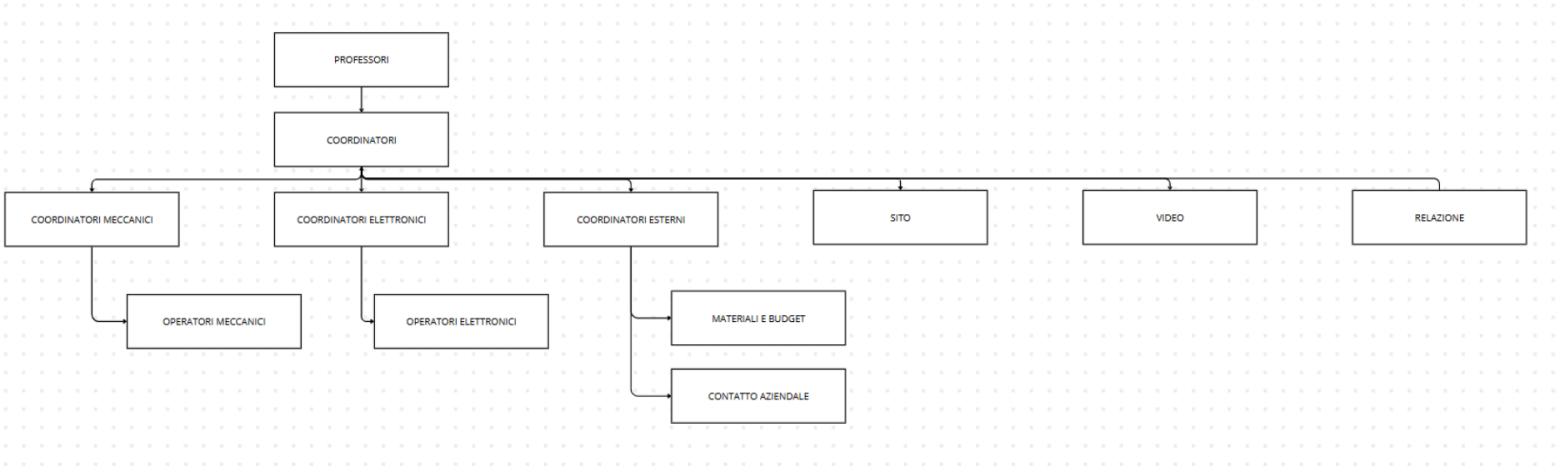
L'intero progetto è stato pianificato, organizzato e diretto da due studenti project manager che hanno strutturato tutta la timeline del lavoro utilizzando i diagrammi di Gantt, oltre alla suddivisione dei compiti e risorse con WBS, PBS e OBS.



PBS


AUTOMAZIONE OPEN SOURCE
ACQUISIZIONE BANDO
SVILUPPO MECCANICA
SVILUPPO ELETTRONICA
FUNZIONAMENTO PROGETTO
DOCUMENTAZIONE
PARTECIPAZIONE CAMPIONATO SIEMENS
BLOCCHI
STRUTTURA
INGRESSI
SCHEDA CENTRALE
USCITE
RELAZIONE
VIDEO
SITO
Risponde a: CHE COSA MI RIMANE?

OBS



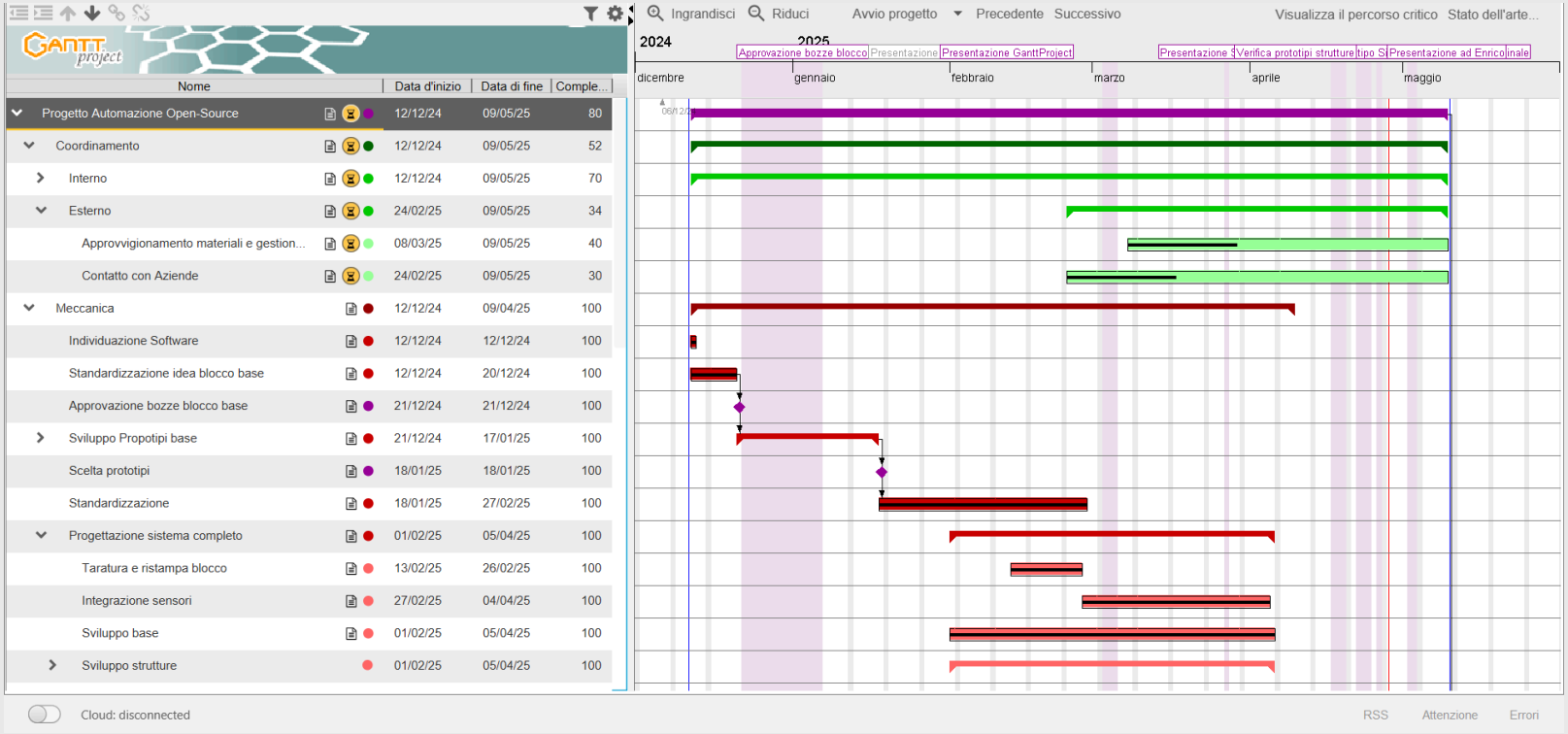
Risponde a: QUALI SONO I RUOLI?

Il progetto si è articolato nelle seguenti fasi principali:

- Analisi del bando dei Campionati di automazione indetti da Siemens;
- Ideazione del progetto;
- Suddivisione dei compiti e programmazione temporale. La classe è stata suddivisa inizialmente in tre gruppi principali: elettronico, meccanico, sviluppo web;
- Individuazione degli strumenti di sviluppo. Gli studenti, suddivisi in gruppi, hanno individuato gli strumenti software ritenuti più adatti per lo sviluppo delle parti elettronica, meccanica e web;
- Definizione delle caratteristiche dei primi prototipi meccanici ed elettronici e loro sviluppo;
- Scelta, tra i prototipi iniziali, di quelli ritenuti più coerenti con gli obiettivi di progetto;
- Sviluppo di ulteriori sistemi meccanici ed elettronici finalizzati alla costruzione di un primo modello industriale;
- Realizzazione del primo modello industriale;
- Realizzazione del software di controllo del modello realizzato tramite PLC Siemens S7-1200 e piattaforma TIA Portal;
- Redazione della documentazione conclusiva.

Per la suddivisione temporale abbiamo utilizzato GanttProject, un software gratuito e intuitivo per la gestione dei progetti, ideale per studenti e piccoli team, che consente di pianificare attività, risorse e scadenze e comunicarle nel modo più semplice ed efficace agli stakeholder, ovvero a tutti i partecipanti del progetto. Per sviluppare un diagramma ottimale, sono state inserite tutte le “task” quindi i compiti da svolgere, con una scadenza ben definita, indicando chi la deve svolgere e a quale percentuale di compimento è arrivata la “task”, come ad esempio si può vedere di seguito:

Nome	Data d'inizio	Data di fine	Comple...
Progetto Automazione Open-Source	12/12/24	09/05/25	80
Coordinamento	12/12/24	09/05/25	52
Interno	12/12/24	09/05/25	70
Esterno	24/02/25	09/05/25	34
Approvvigionamento materiali e gestion...	08/03/25	09/05/25	40
Contatto con Aziende	24/02/25	09/05/25	30
Meccanica	12/12/24	09/04/25	100
Individuazione Software	12/12/24	12/12/24	100
Standardizzazione idea blocco base	12/12/24	20/12/24	100
Approvazione bozze blocco base	21/12/24	21/12/24	100
Sviluppo Propotipi base	21/12/24	17/01/25	100
Scelta prototipi	18/01/25	18/01/25	100
Standardizzazione	18/01/25	27/02/25	100
Progettazione sistema completo	01/02/25	05/04/25	100
Taratura e ristampa blocco	13/02/25	26/02/25	100
Integrazione sensori	27/02/25	04/04/25	100
Sviluppo base	01/02/25	05/04/25	100
Sviluppo strutture	01/02/25	05/04/25	100


GANTT project
Ingrandisci
Riduci
Avvio progetto
Precedente
Successivo
Visualizza il percorso critico
Stato dell'arte...
2024
2025
Approvazione bozze blocco
Presentazione
Presentazione GanttProject
Presentazione
Verifica prototipi strutture
tipo S
Presentazione ad Enrico
inale
dicembre
gennaio
febbraio
marzo
aprile
maggio
Nome
Data d'inizio
Data di fine
Comple...
Progetto Automazione Open-Source 12/12/24 09/05/25 80
Coordinamento 12/12/24 09/05/25 52
Interno 12/12/24 09/05/25 70
Esterno 24/02/25 09/05/25 34
Approvvigionamento materiali e gestion... 08/03/25 09/05/25 40
Contatto con Aziende 24/02/25 09/05/25 30
Meccanica 12/12/24 09/04/25 100
Individuazione Software 12/12/24 12/12/24 100
Standardizzazione idea blocco base 12/12/24 20/12/24 100
Approvazione bozze blocco base 21/12/24 21/12/24 100
Sviluppo Propotipi base 21/12/24 17/01/25 100
Scelta prototipi 18/01/25 18/01/25 100
Standardizzazione 18/01/25 27/02/25 100
Progettazione sistema completo 01/02/25 05/04/25 100
Taratura e ristampa blocco 13/02/25 26/02/25 100
Integrazione sensori 27/02/25 04/04/25 100
Sviluppo base 01/02/25 05/04/25 100
Sviluppo strutture 01/02/25 05/04/25 100
Cloud: disconnected
RSS
Attenzione
Errori

Per la pianificazione del progetto l'intero gruppo ha contribuito durante le riunioni plenarie opportunamente verbalizzate. Queste sono servite fin dall'inizio per capire come procedere con il lavoro e per condividere scelte o decisioni prese da singoli gruppi.

Attività di coordinamento

I coordinatori si sono occupati di monitorare il lavoro di ogni singolo team, valutando insieme a loro possibili soluzioni a problemi e scelte progettuali, al fine di rispettare le scadenze impostate sul diagramma di Gantt all'inizio della progettazione. Le tempistiche sono state stabilite tenendo conto della quantità e della difficoltà del lavoro previsto. Un fattore fondamentale per la riuscita del progetto è stato il monitoraggio costante delle attività, che ha permesso di evitare, nei limiti del possibile, ritardi. Inoltre, l'organizzazione di riunioni periodiche con la stesura dei relativi verbali ha garantito chiarezza, trasparenza e coordinamento tra i team, permettendo a tutti di essere sempre aggiornati sull'andamento del progetto e contribuendo a un lavoro ordinato ed efficace.

Incontri

[22/02/2025]

- INCONTRO CON DIRIGENTE SCOLASTICA E IL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO D'ISTITUTO.
  La classe ha presentato il progetto alla dirigente scolastica e al presidente del Consiglio d'Istituto con lo scopo di avere l'approvazione e il supporto dell'intero istituto per partecipare alla competizione indetta da Siemens.
  Un ristretto team si è occupato del contatto con aziende esterne tramite incontri online in cui è stato presentato il progetto chiedendo alle aziende di:
  - Offrire seminari su tematiche specifiche
  - Assegnare progetti da implementare tramite il sistema Arianna

- Fornire materiale, attrezzature, competenze, fondi, corsi tecnici.
  Il progetto è stato presentato alle aziende Acqua Minerale San Benedetto S.p.A., Thinx S.r.l.

[21/03/2025]

- INCONTRO CON **THINX Srl**. Grazie alla collaborazione dell'esperto Antonio Di Bernardo, sono state analizzate e definite le potenzialità del progetto in vista di futuri sviluppi. L'azienda ha fornito supporto nella gestione delle questioni legate alla proprietà intellettuale, offrendo indicazioni sia sulla possibilità di brevettare il sistema, sia sull'eventuale presenza di conflitti con brevetti già esistenti.

[10/04/2025]

- INCONTRO CON **ACQUA MINERALE SAN BENEDETTO SpA**. A seguito del confronto con Alessio Giuriato, Riccardo Bottacin e altri membri del team Acqua Minerale San Benedetto, sono stati attivati stage finalizzati all'analisi dei sistemi automatici presenti in azienda, con la possibilità di integrarli nel progetto Arianna. E' stata avviata una valutazione su ulteriori forme di collaborazione come seminari su tematiche specifiche o forniture di materiale, attrezzature, competenze, fondi, corsi tecnici e altre alternative.

Un'altra azienda che ha contribuito al nostro progetto è **Smart mix Srl**. Questa azienda si occupa di servizi web e stampa. Ha collaborato al progetto Arianna fornendo consulenza al designer e programmatore del sito web per apportare miglioramenti all'interfaccia del sito, sia per quanto riguarda la coerenza estetica che per la funzionalità.

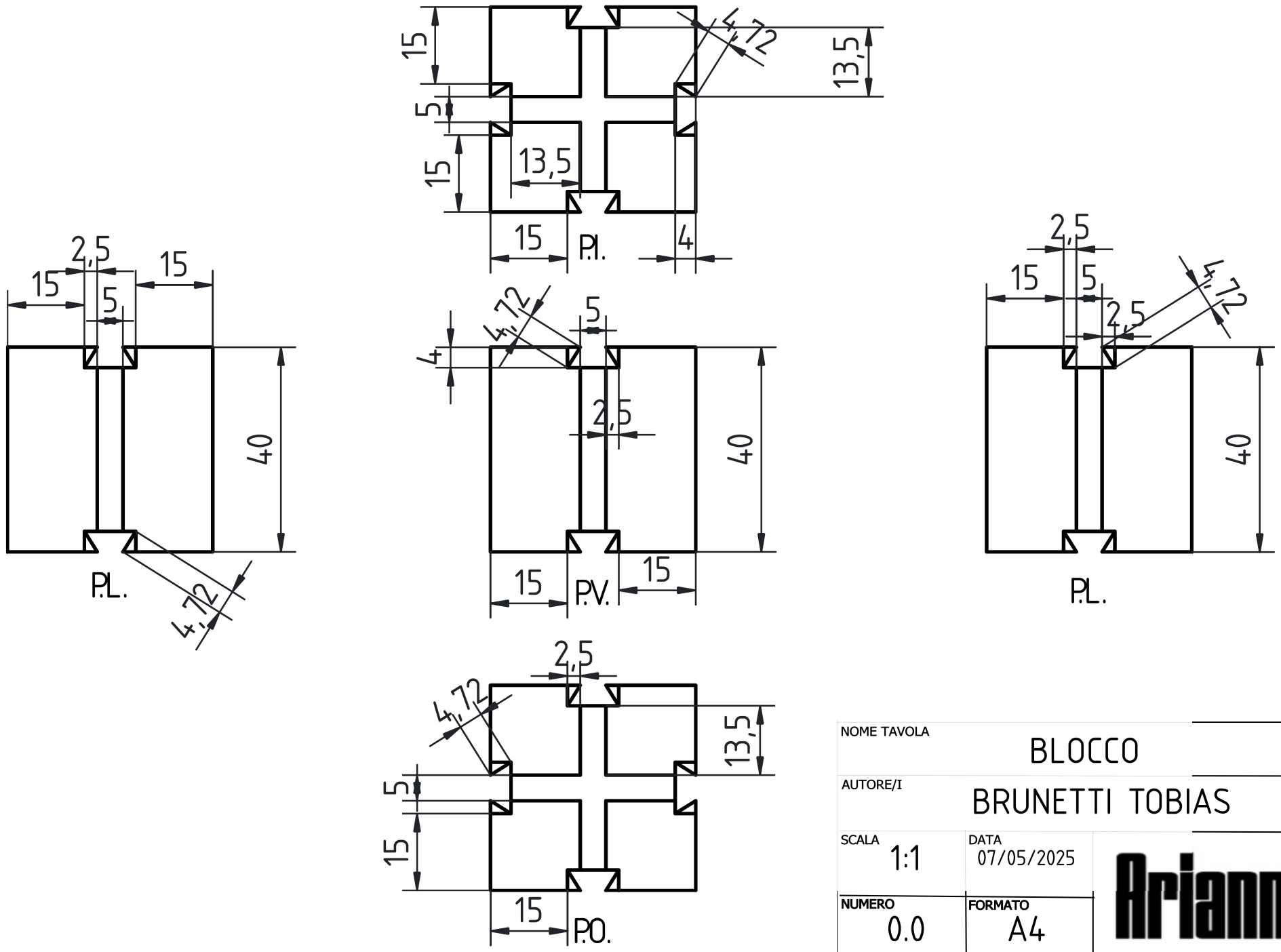
Appendice F - Tavole

Disegni meccanici

n.	Titolo
0.0	Blocco elementare
0.1	Slider
1.0	Spintore - elemento di base
1.1	Spintore - cremagliera
1.2	Spintore - pignone
2.0	Nastro - maglia
2.1	Nastro - tensore
2.2	Nastro - sostegno
2.3	Nastro - rullo motore
2.4	Nastro - rullo semplice
3.0	Base
3.1	Base - slider
4.0	Motore - superiore
4.1	Motore - inferiore
4.2	Motore - perno
4.3	Motore - Scheda
5.0	Blocco porta scheda madre
6.0	Blocco sensore

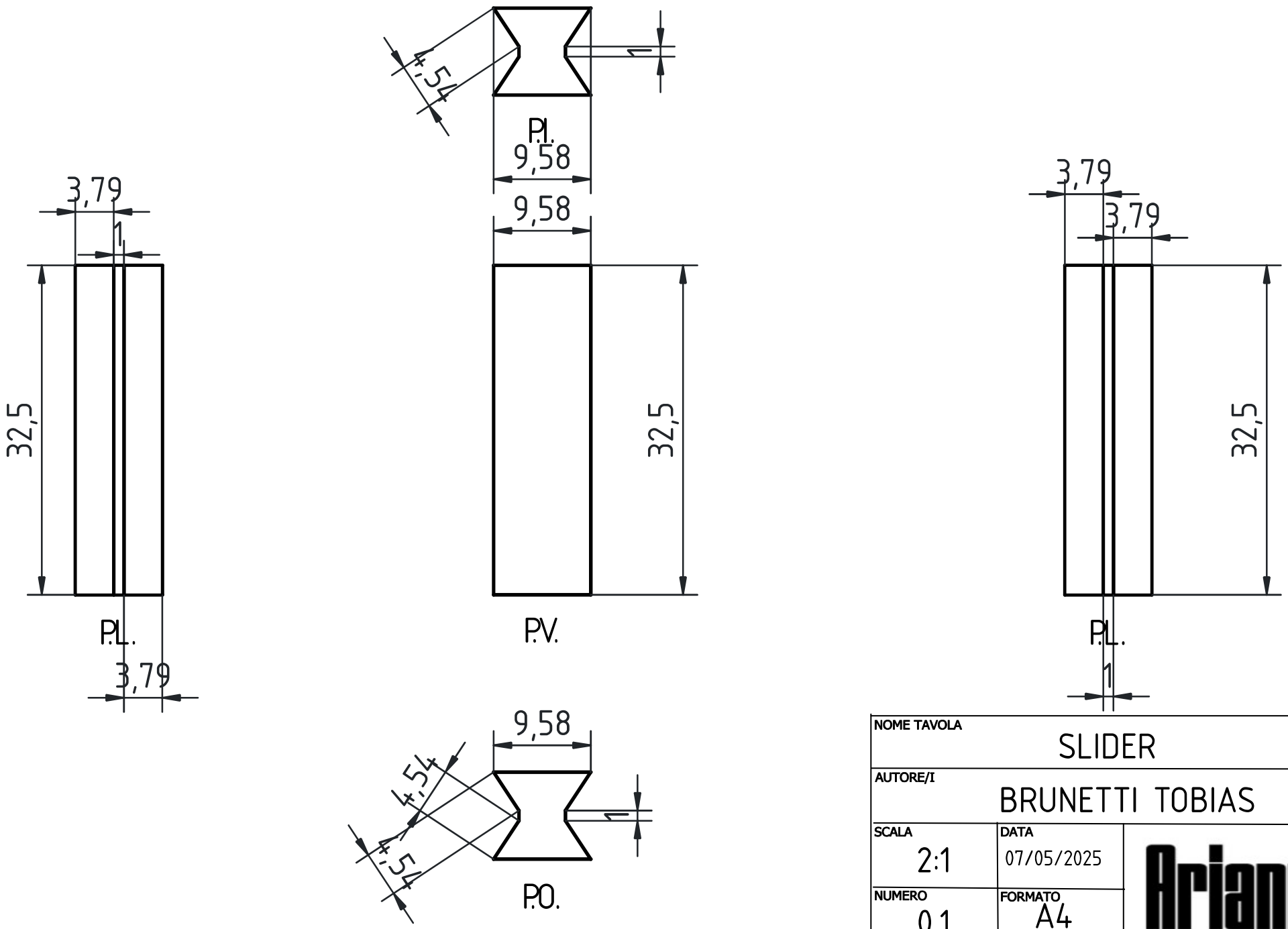
Disegni elettronici

n.	Titolo
10.0	Scheda centrale - Schema elettrico
10.1	Scheda centrale - PCB
10.2	Scheda centrale - Disposizione componenti
11.0	Ingresso fotodiodo - Schema elettrico
11.1	Ingresso fotodiodo - PCB
11.2	Ingresso fotodiodo - Disposizione componenti
12.0	Trasmettitore per fotodiodo - Schema elettrico
12.1	Trasmettitore per fotodiodo - PCB
12.2	Trasmettitore per fotodiodo - Disposizione componenti
13.0	Ingresso effetto hall - Schema elettrico
13.1	Ingresso effetto hall - PCB
13.2	Ingresso effetto hall - Disposizione componenti
14.0	Scheda motore avanti - Schema elettrico
14.1	Scheda motore avanti - PCB
14.2	Scheda motore avanti - Disposizione componenti
15.0	Scheda motore avanti & indietro - Schema elettrico
15.1	Scheda motore avanti & indietro - PCB
15.2	Scheda motore avanti & indietro - Disposizione componenti

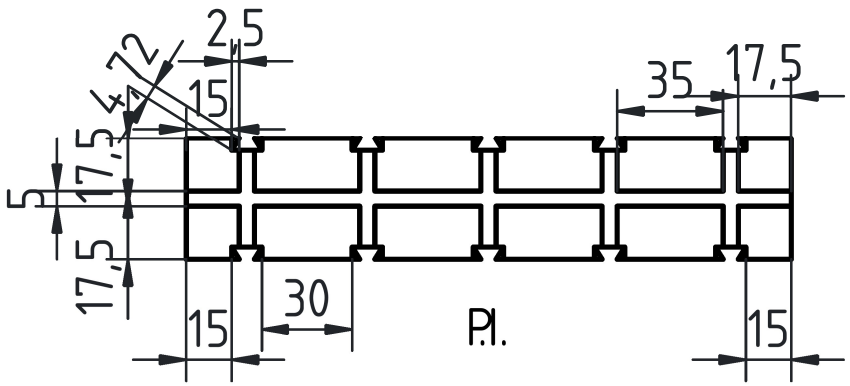


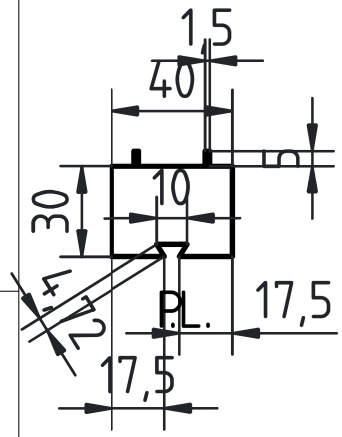
NOME TAVOLA	BLOCCO
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 1:1	DATA 07/05/2025
NUMERO 0.0	FORMATO A4

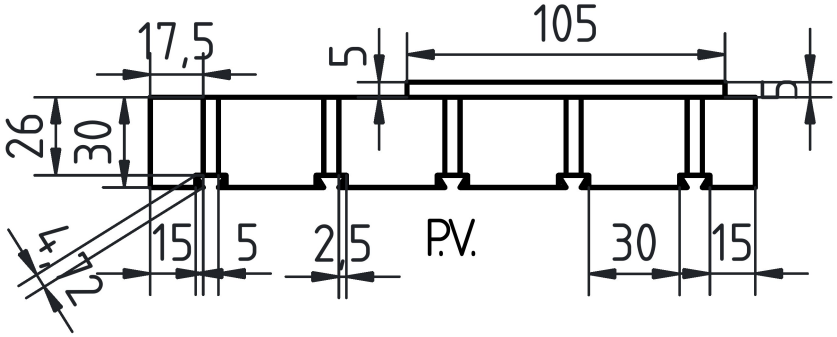
Arianna

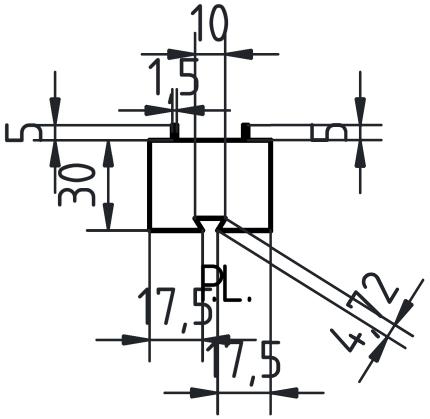


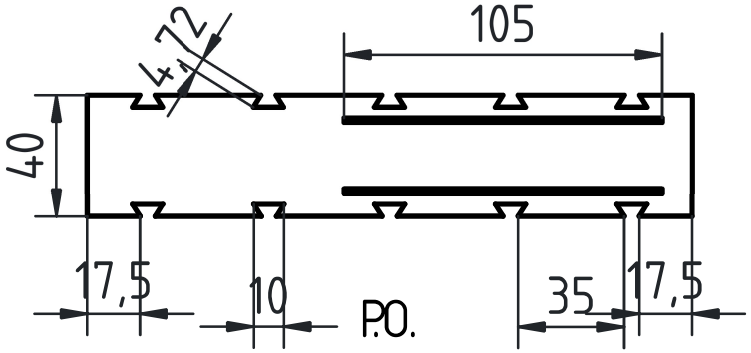
NOME TAVOLA	SLIDER	
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS	
SCALA 2:1	DATA 07/05/2025	Arianna
NUMERO 0.1	FORMATO A4	



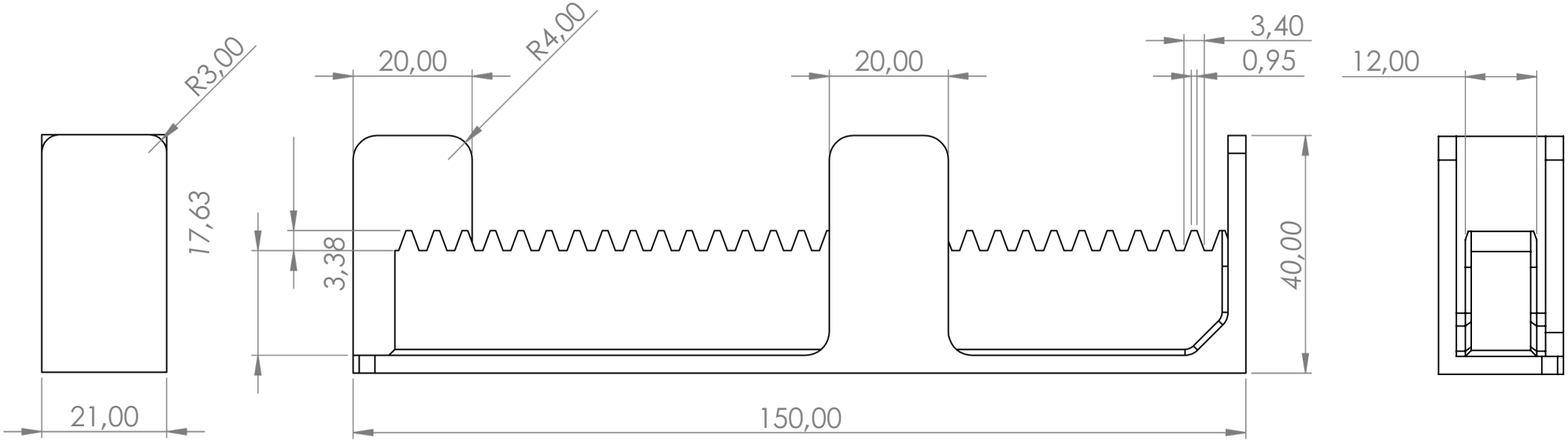






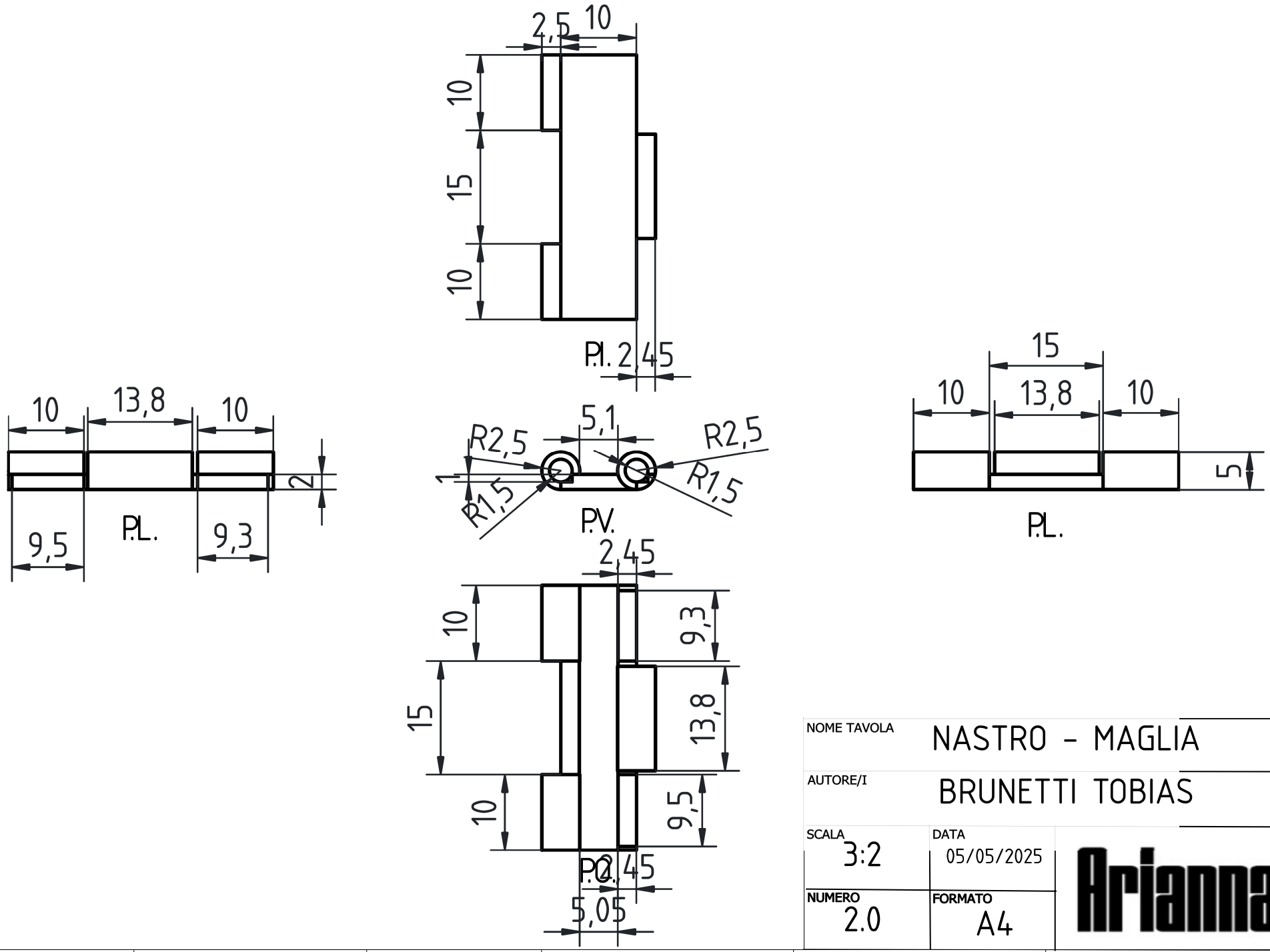


NOME TAVOLA: SPINTORE - ELEMENTO DI BASE		
AUTORE/I: BRUNETTI TOBIAS		
SCALA: 2:5	DATA: 06/05/2025	Arianna
NUMERO: 1.0.	FORMATO: A4	



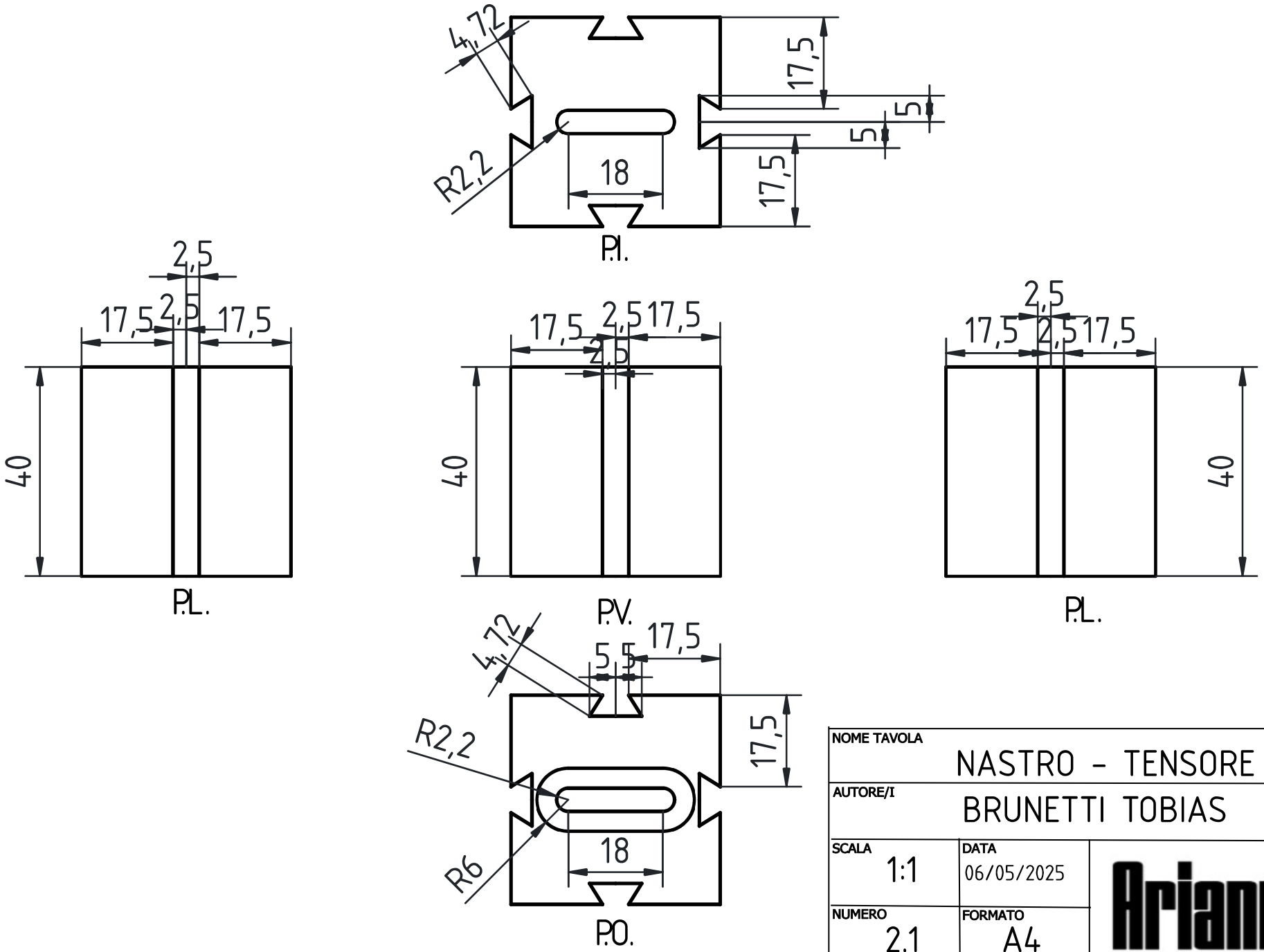
NOME TAVOLA	Spintore - Cremagliera
AUTORE/I	Corona Mattia
SCALA	1:1
DATA	07/05/2025
NUMERO	1.1
FORMATO	A4

Arianna



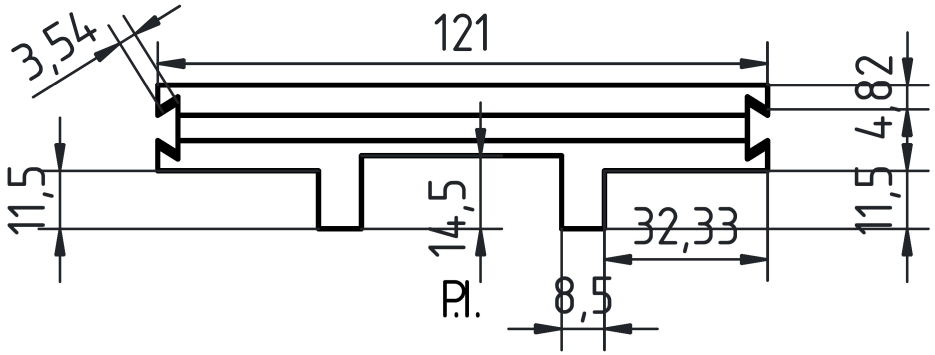
NOME TAVOLA	NASTRO - MAGLIA
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 3:2	DATA 05/05/2025
NUMERO 2.0	FORMATO A4

Arianna

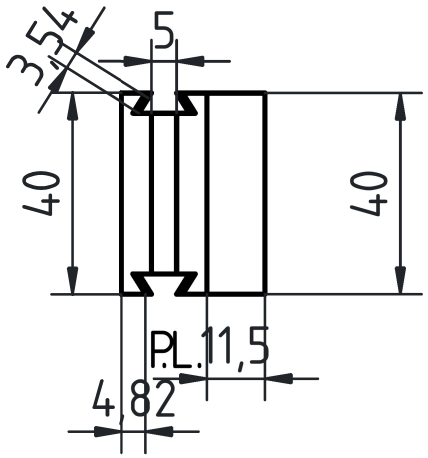


NOME TAVOLA	NASTRO - TENSORE
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 1:1	DATA 06/05/2025
NUMERO 2.1	FORMATO A4

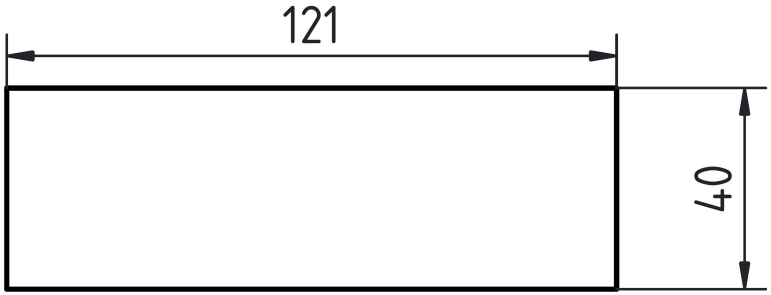
Arianna



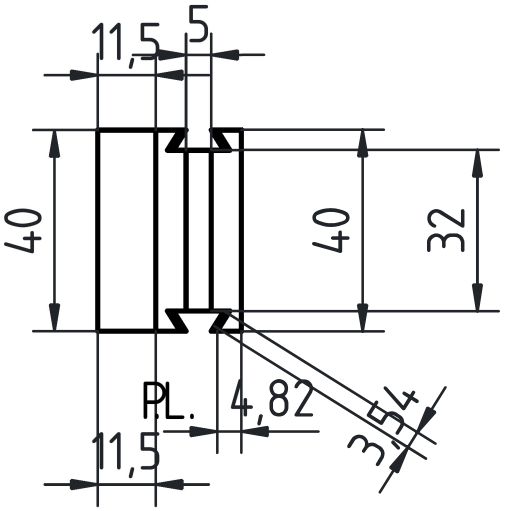
P.I.



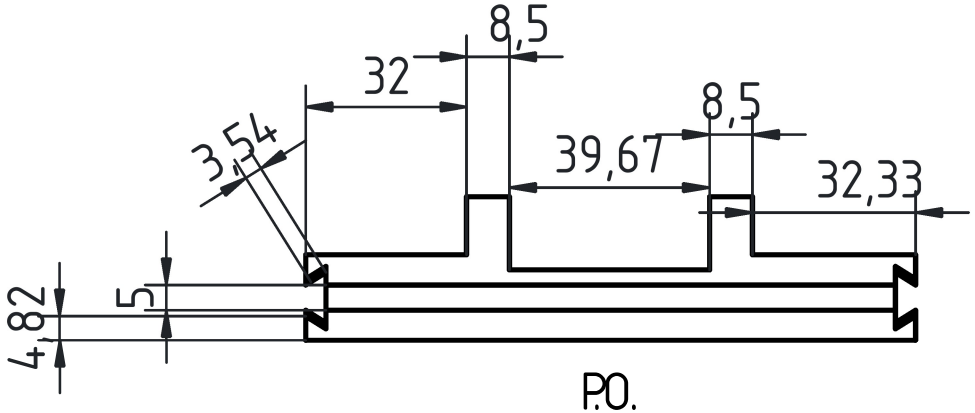
P.L.



P.V.



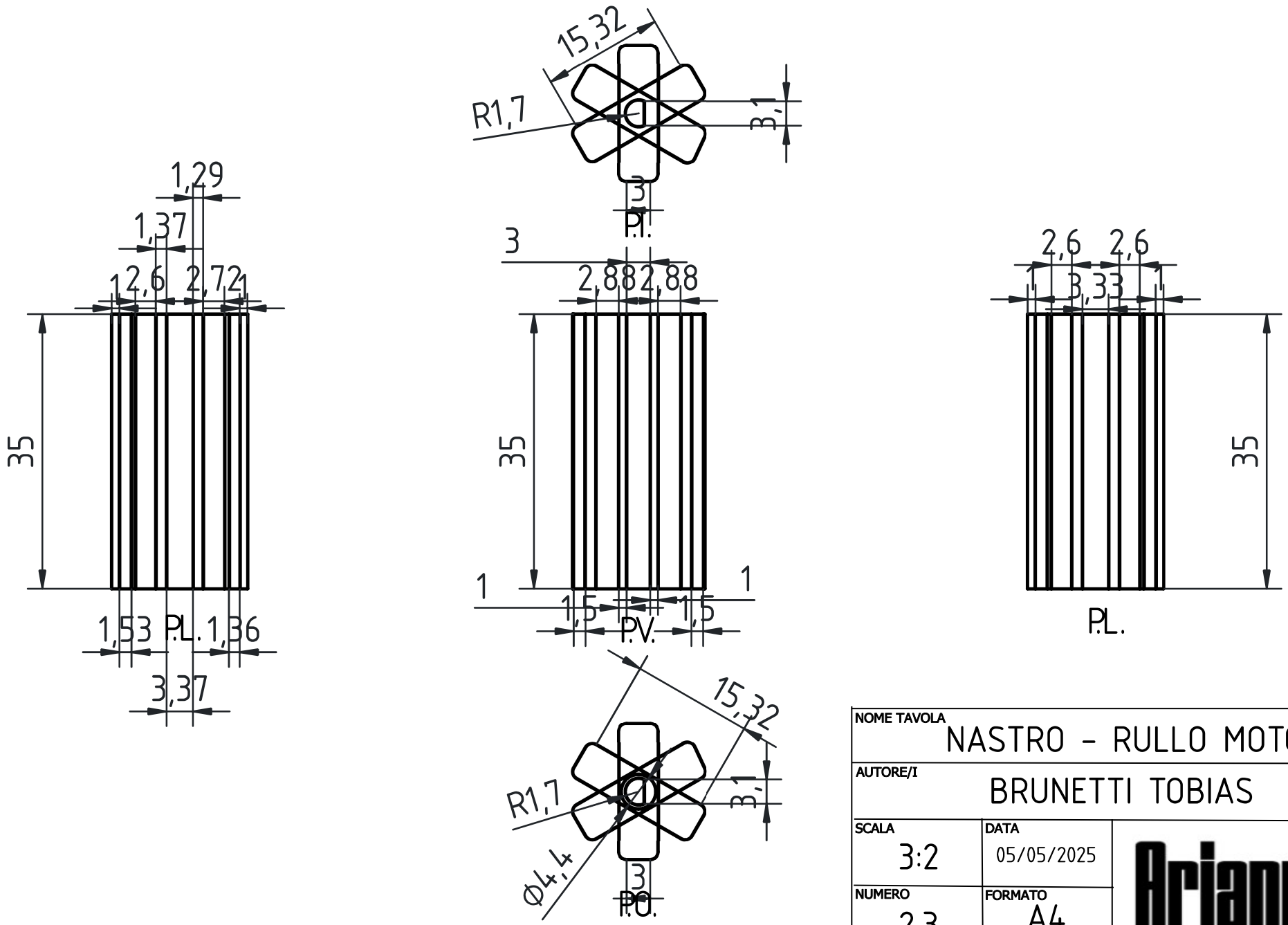
P.L.



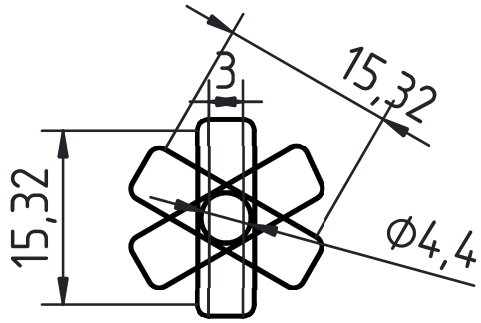
P.O.

NOME TAVOLA	NASTRO - SOSTEGNO
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 2:3	DATA 05/05/2025
NUMERO 2.2	FORMATO A4

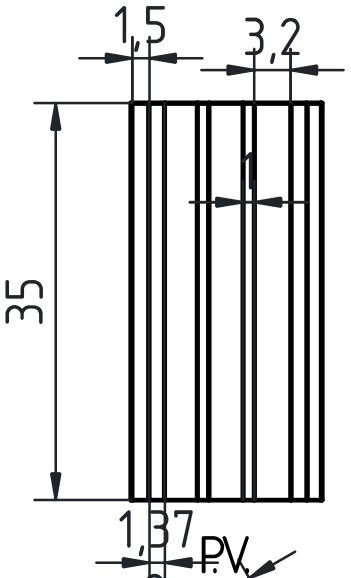
Arianna

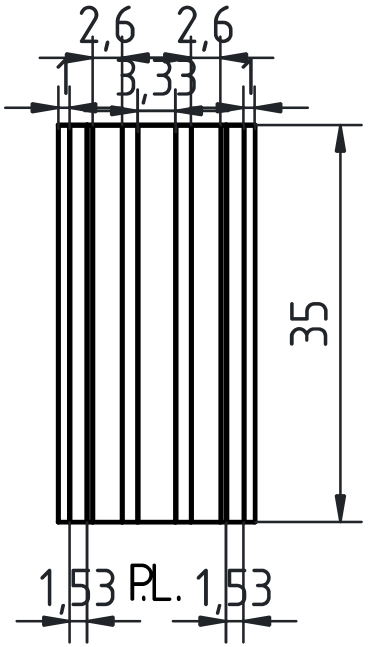


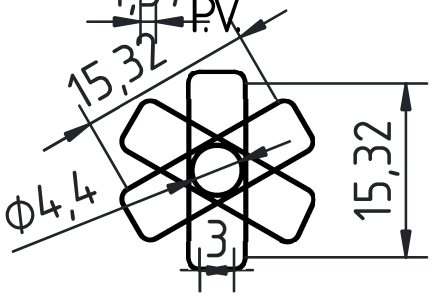
NOME TAVOLA	NASTRO - RULLO MOTORE	
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS	
SCALA 3:2	DATA 05/05/2025	Arianna
NUMERO 2.3	FORMATO A4	



P.I.



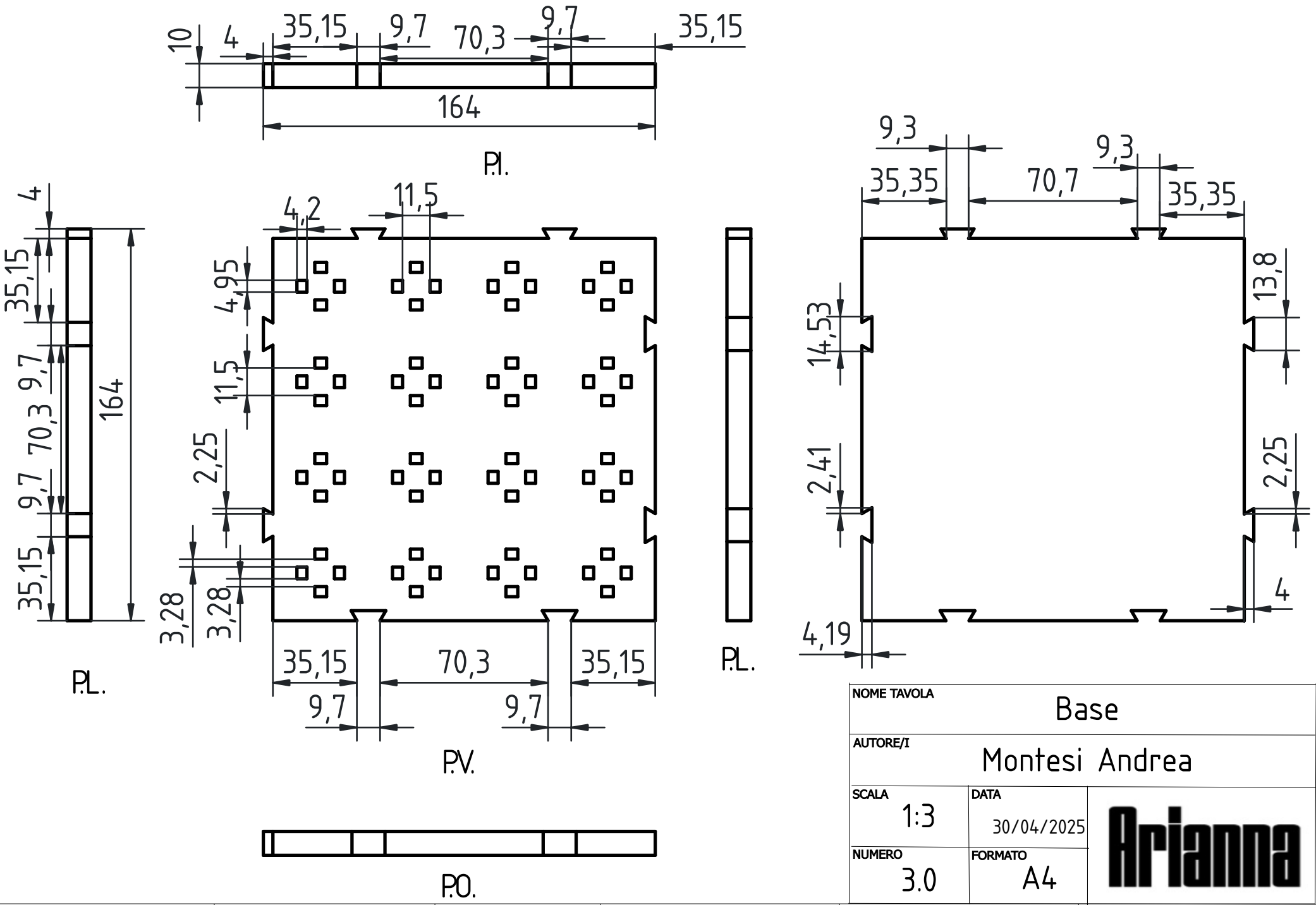




P.O.

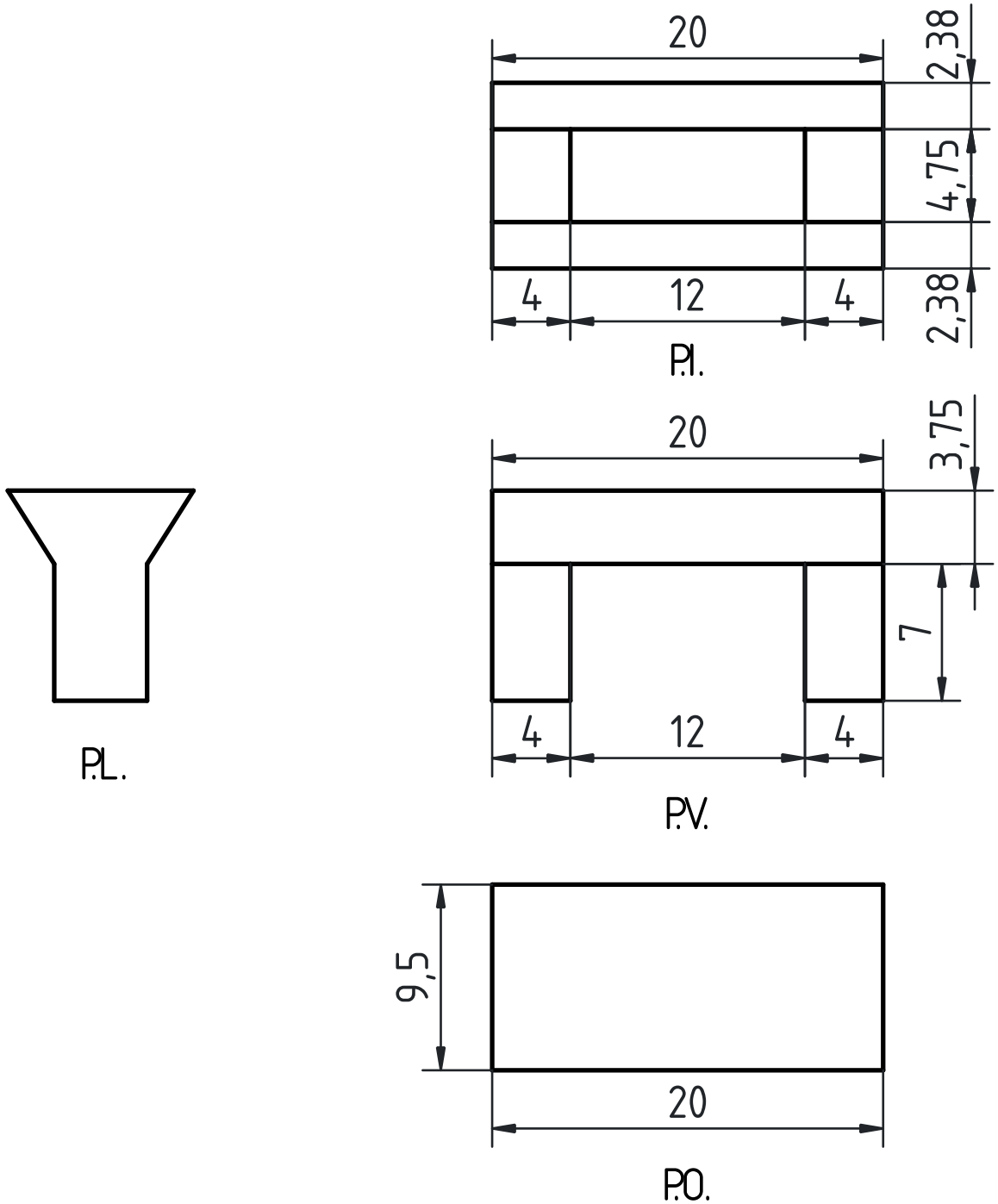
NOME TAVOLA	NASTRO - RULLO SEMPLICE
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 3:2	DATA 05/05/2025
NUMERO 2.4	FORMATO A4

Arianna

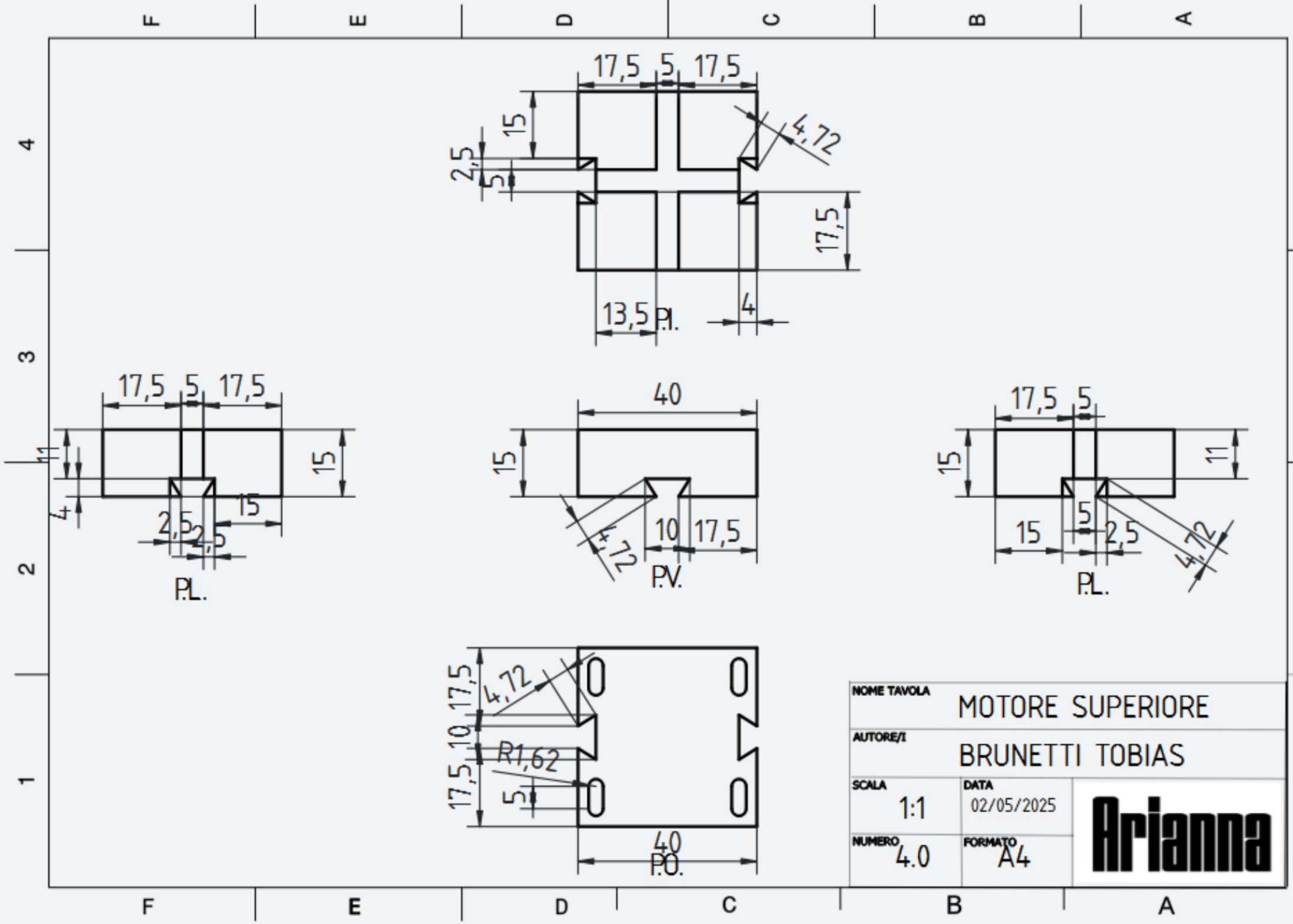


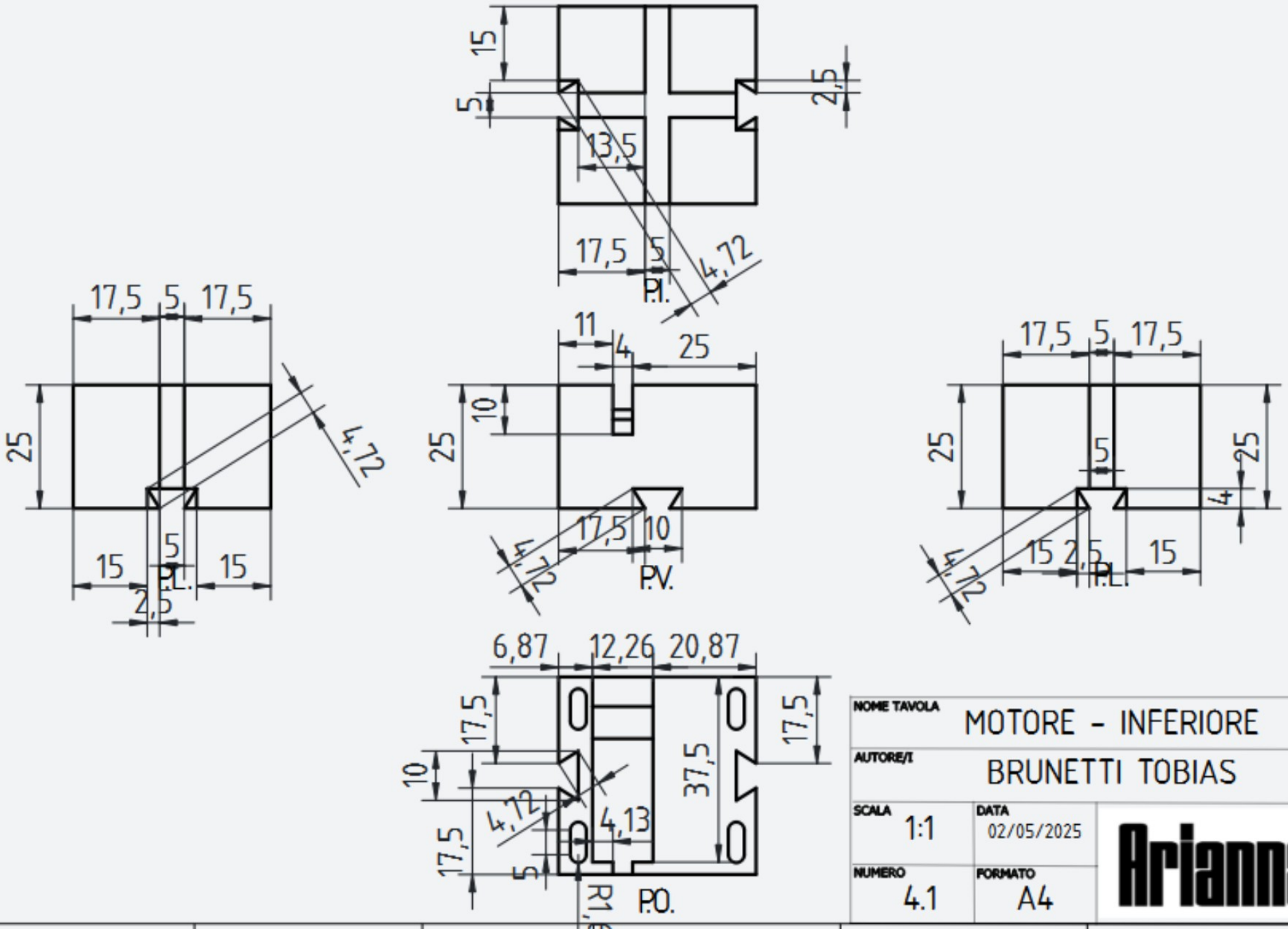
NOME TAVOLA	Base
AUTORE/I	Montesi Andrea
SCALA 1:3	DATA 30/04/2025
NUMERO 3.0	FORMATO A4

Arianna



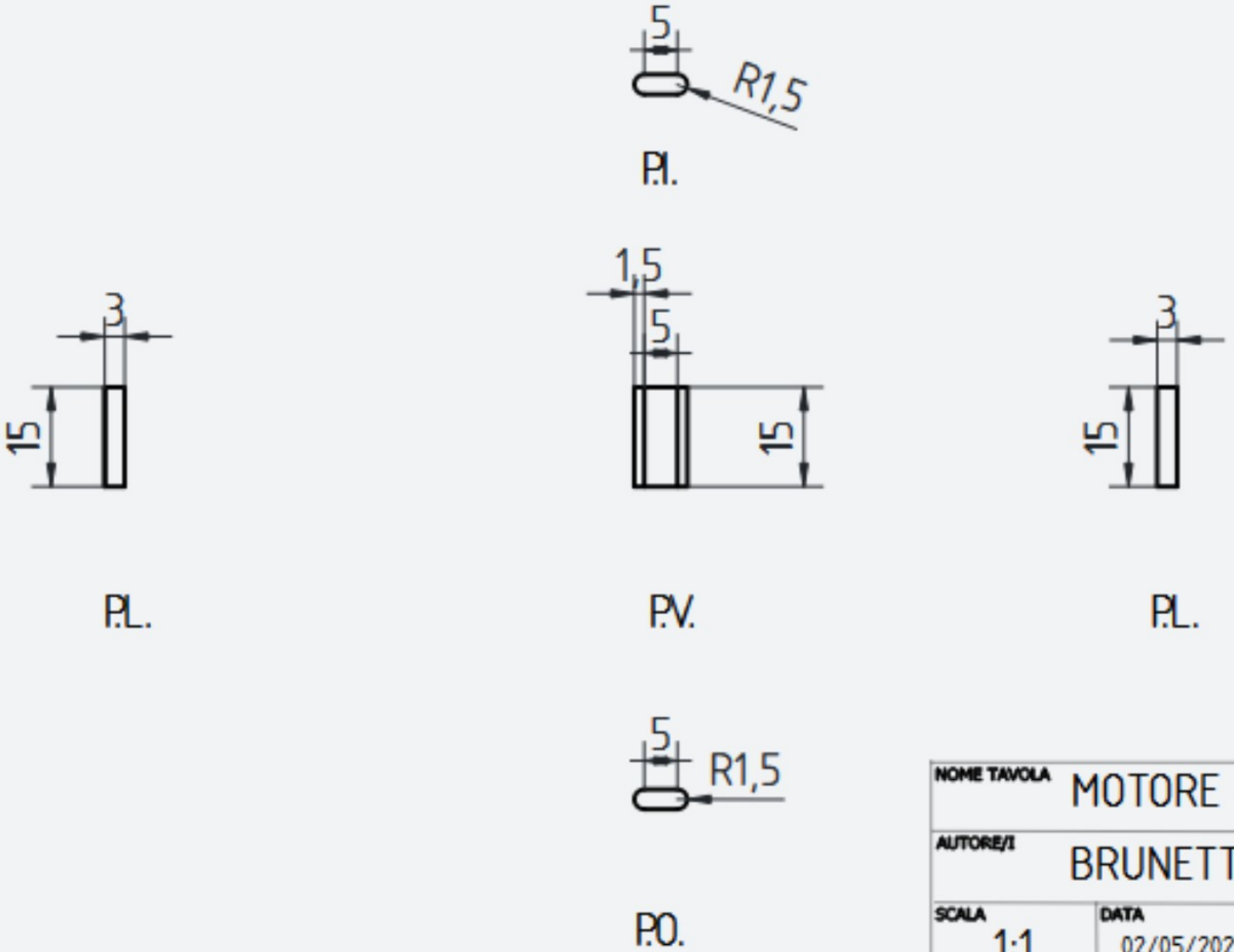
NOME TAVOLA	Base - Slider	
AUTORE/I	Montesi Andrea	
SCALA 4:1	DATA 30/04/2025	Arianna
NUMERO 3.1	FORMATO A4	


17,5
5
17,5
15
2,5
5
4,72
17,5
13,5
P.I.
4
17,5
5
17,5
11
15
4
15
2,5
2,5
P.L.
40
15
4,72
10
17,5
P.V.
17,5
5
15
11
15
5
2,5
4,72
P.L.
17,5
4,72
10
R1,62
17,5
5
40
P.O.
NOME TAVOLA
MOTORE SUPERIORE
AUTORE/I
BRUNETTI TOBIAS
SCALA
1:1
DATA
02/05/2025
NUMERO
4.0
FORMATO
A4
Arianna



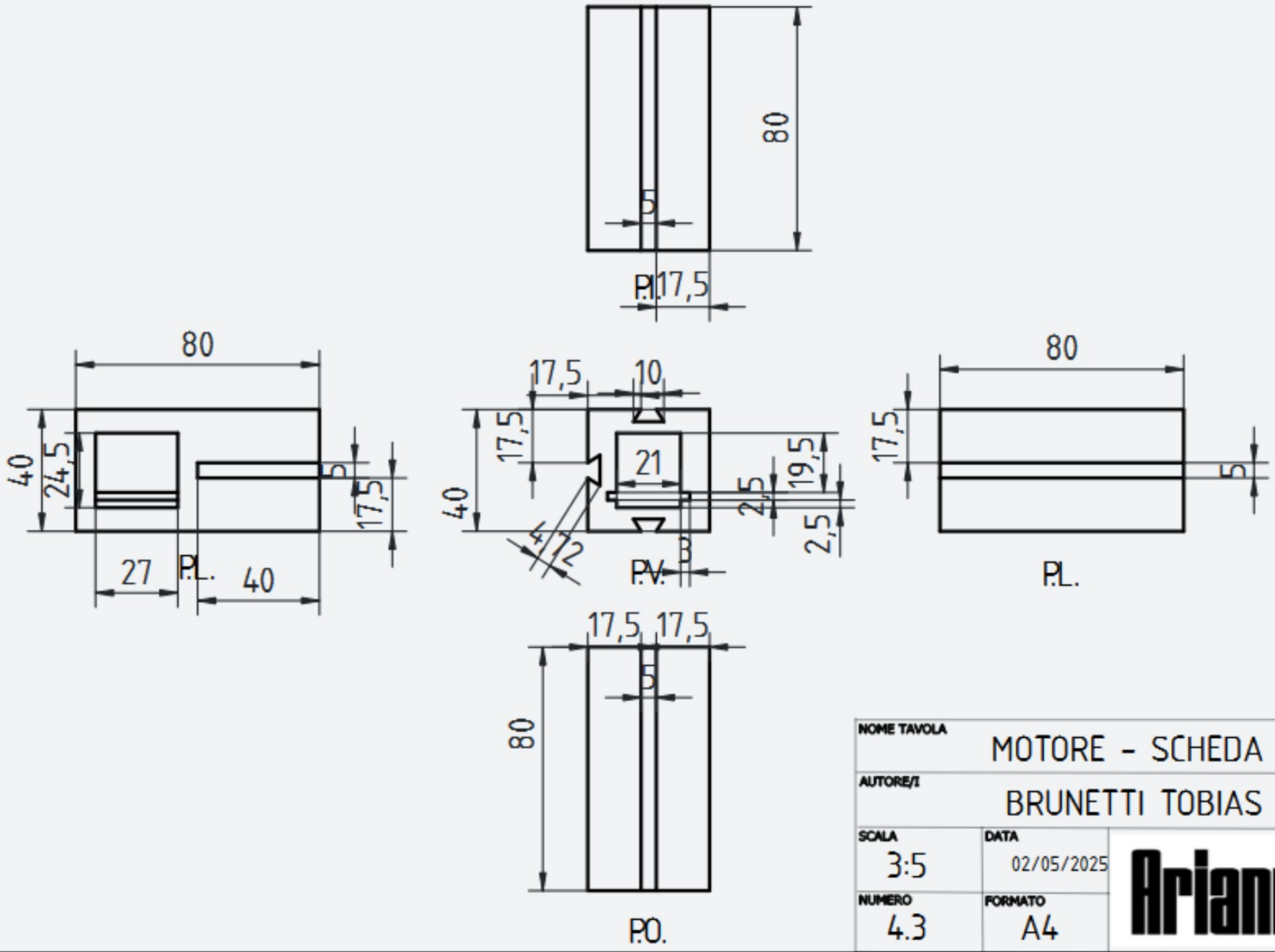
NOME TAVOLA	MOTORE - INFERIORE
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 1:1	DATA 02/05/2025
NUMERO 4.1	FORMATO A4

Arianna



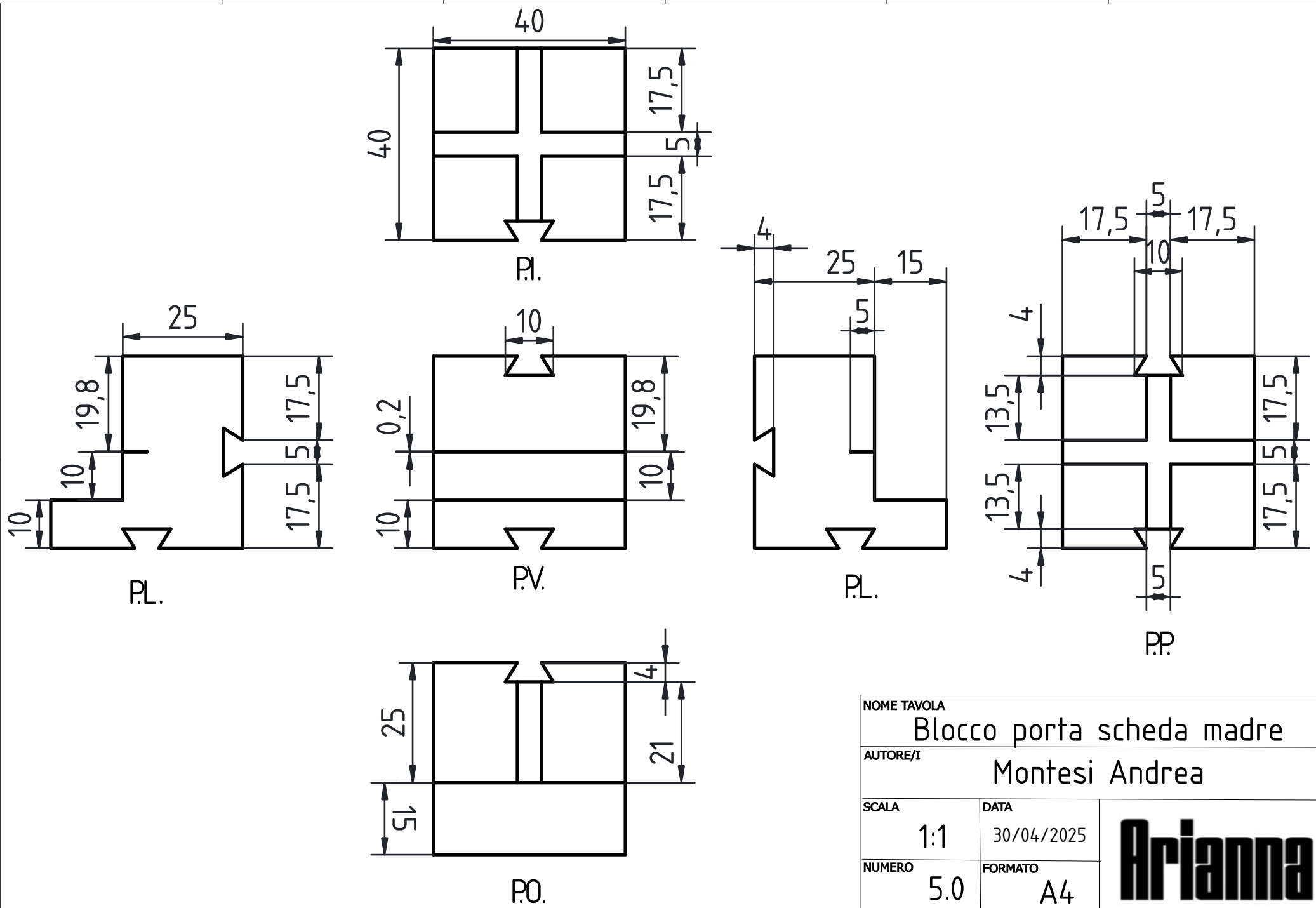
NOME TAVOLA	MOTORE - PERNO
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 1:1	DATA 02/05/2025
NUMERO 4.2	FORMATO A4

Arianna

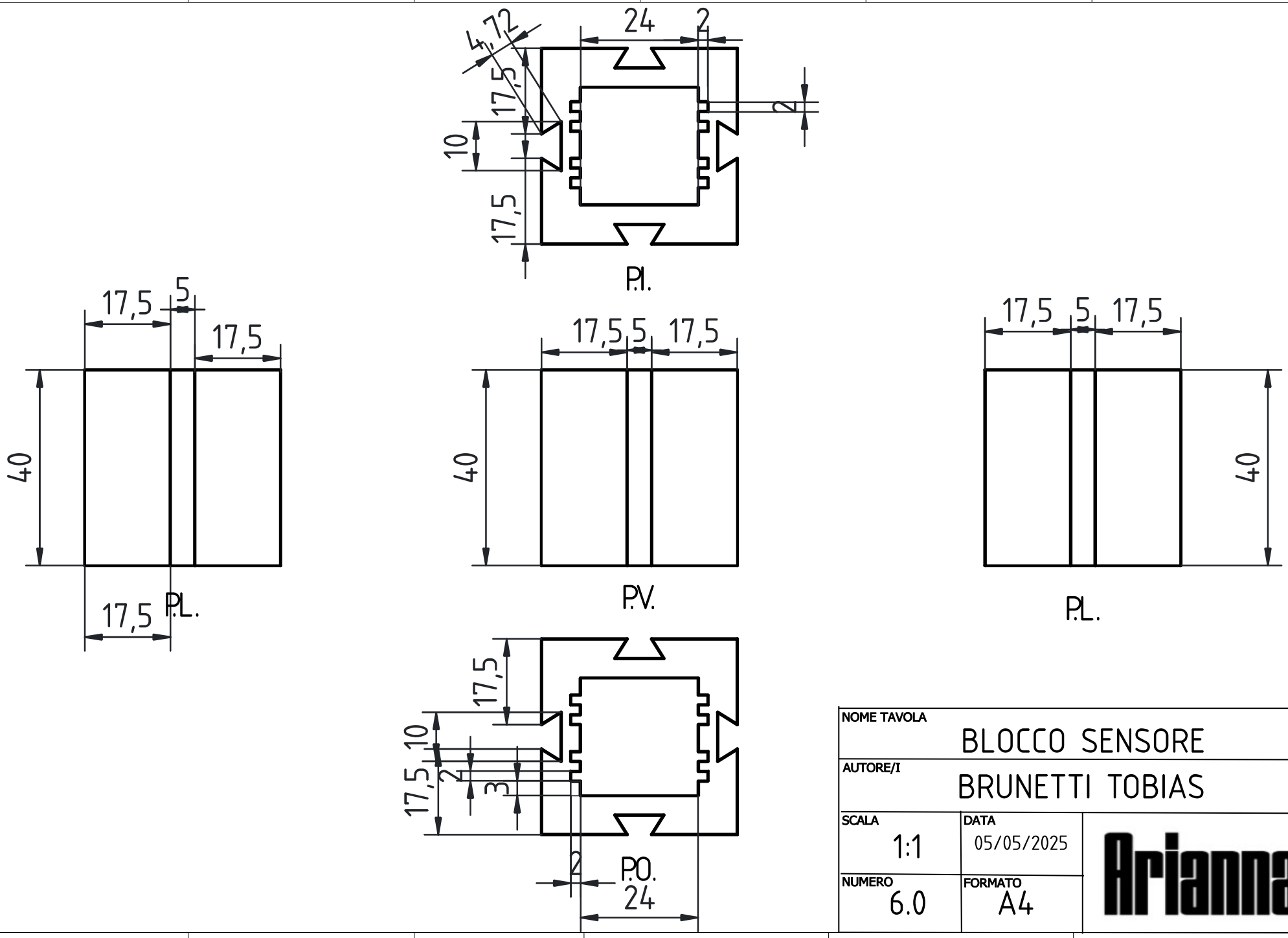


NOME TAVOLA	MOTORE - SCHEDA
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 3:5	DATA 02/05/2025
NUMERO 4.3	FORMATO A4

Arianna

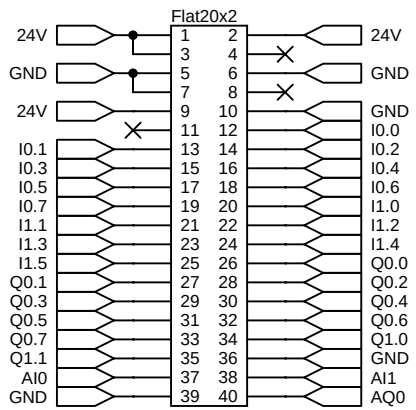


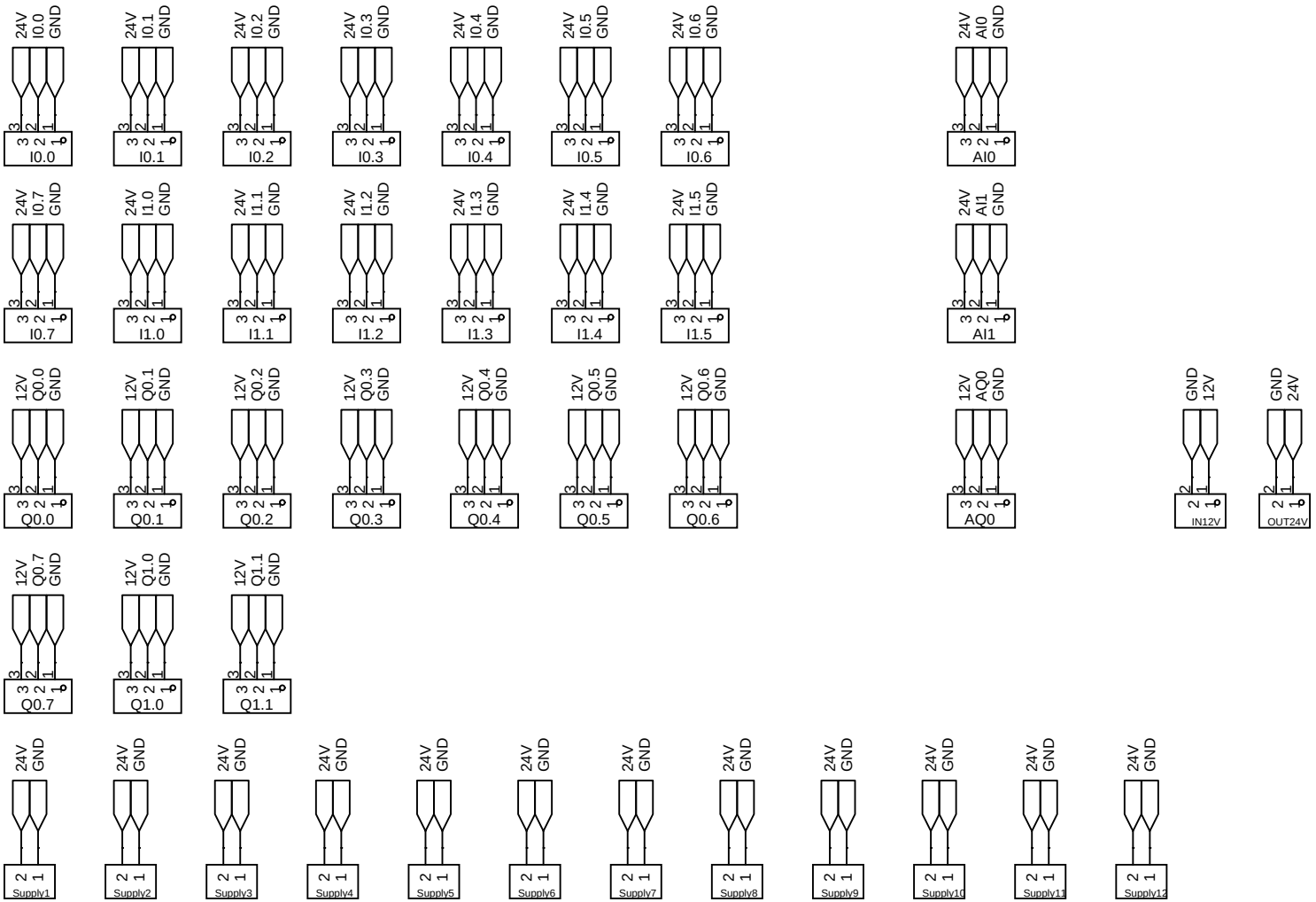
NOME TAVOLA	Blocco porta scheda madre	
AUTORE/I	Montesi Andrea	
SCALA 1:1	DATA 30/04/2025	Arianna
NUMERO 5.0	FORMATO A4	



NOME TAVOLA	BLOCCO SENSORE
AUTORE/I	BRUNETTI TOBIAS
SCALA 1:1	DATA 05/05/2025
NUMERO 6.0	FORMATO A4

Arianna





Sigla	Componente	Descrizione
Qx.x, Ix.x, Ax.x, Qx.x	Connettori JST XH	3 pin
SupplyX	Connettori JST XH	2 pin
Flat20x2	Connettore flat	2 x 20 pin
IN12V, OUT24V	Connettori a morsetto	2 pin

NOME TAVOLA
Scheda centrale - Schema elettrico

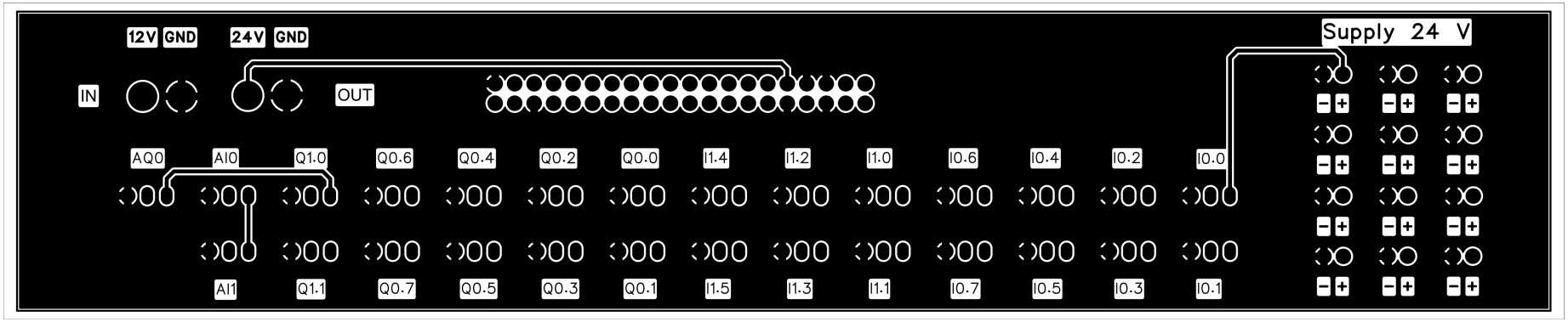
AUTORE/I
Andriolo Federico

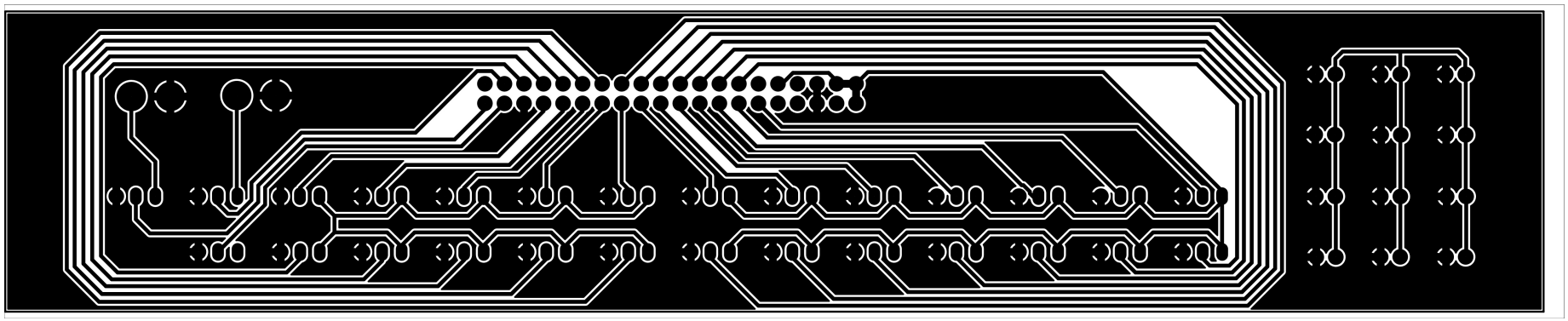
DATA
28/04/2025

NUMERO
10.0

FORMATO
A4

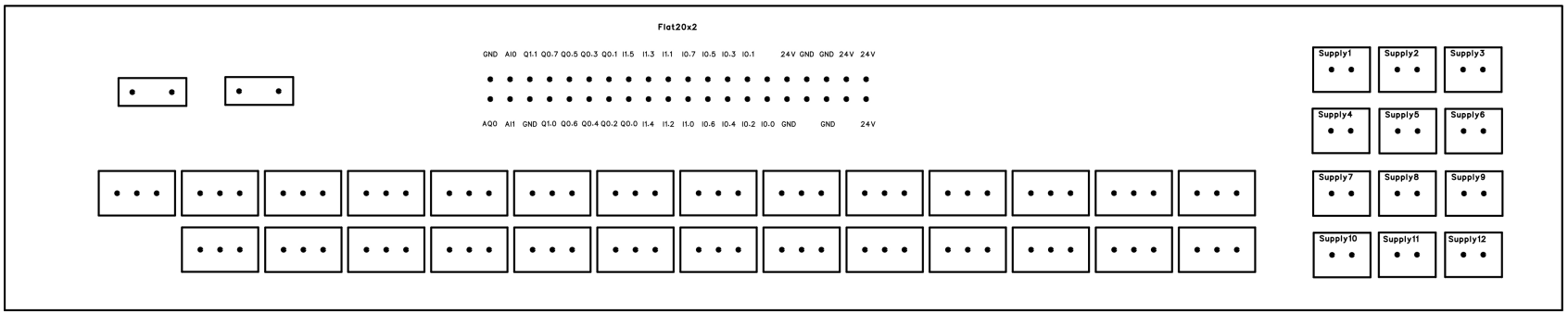
Arianna





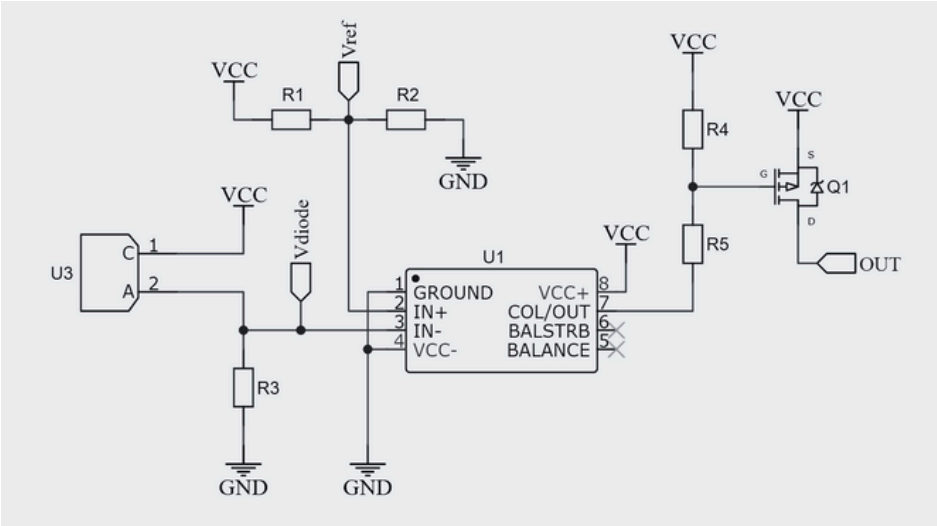
NOME TAVOLA	Scheda centrale - PCB
AUTORE/I	Andriolo Federico
DATA	28/04/2025
NUMERO	10.1
FORMATO	A4

Arianna



NOME TAVOLA	Scheda principale - Disposizione componenti
AUTORE/I	Andriolo Federico
DATA	28/04/2025
NUMERO	10.2
FORMATO	A4

Arianna



Sigla	Componente	Descrizione
U3	Fotodiodo ad infrarossi	BPW41N
U1	Comparatore di tensioni	LM311
Q1	Mosfet a canale p	BS250P
R3	Resistenza da 1MΩ	1/4 di W
R1, R2, R4, R5	Resistenze da 10kΩ	1/4 di W

NOME TAVOLA
Ingresso fotodiodo - Schema elettrico

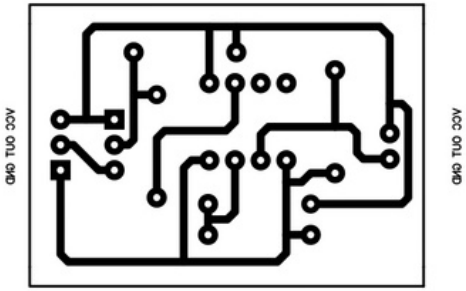
AUTORE/I
Mattia Corona

DATA
26/04/2025

NUMERO
11.0

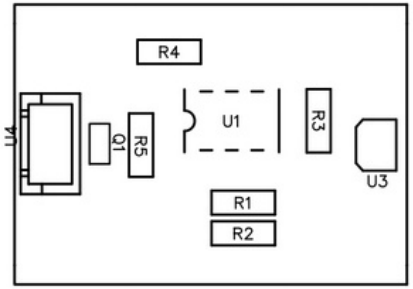
FORMATO
A4

Arianna



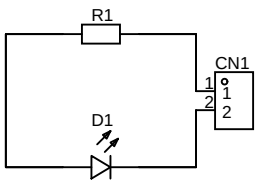
NOME TAVOLA	Ingresso fotodiodo - PCB
AUTORE/I	Mattia Corona
DATA	26/04/2025
NUMERO	11.1
FORMATO	A4

Arianna



NOME TAVOLA	Ingresso fotodiodo - Disposizione componenti
AUTORE/I	Mattia Corona
DATA	26/04/2025
NUMERO	11.2
FORMATO	A4

Arianna



Sigla	Componente	Descrizione
D1	LED ad infrarossi	TCRT5000
R1	Resistenza da 560 Ω	2W
CN1	Connettori JST XH	3 pin

NOME TAVOLA

Trasmettitore per fotodiodo - Schema elettrico

AUTORE/I

Corona & Formenti

DATA

28/04/2025

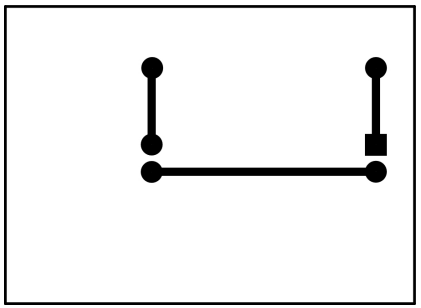
NUMERO

12.0

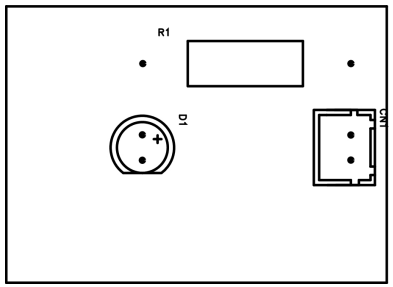
FORMATO

A4

Arianna



NOME TAVOLA	Trasmettitore per fotodiodo - PCB
AUTORE/I	Corona & Formenti
DATA	28/04/2025
NUMERO	12.1
FORMATO	A4



NOME TAVOLA

Trasmettitore per fotodiodo - Disposizione componenti

AUTORE/I

Corona & Formenti

DATA

28/04/2025

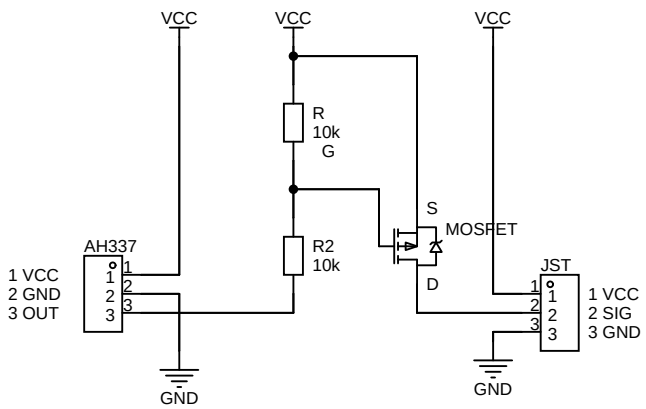
NUMERO

12.2

FORMATO

A4

Arianna



Sigla	Componente	Descrizione
AH337	Sensore magnetico ad effetto hall	AH337
MOSFET	Mosfet a canale p	BS250P
JST	Connettori JST XH	3 pin
R, R2	Resistenze da 10kΩ	1/4 di W

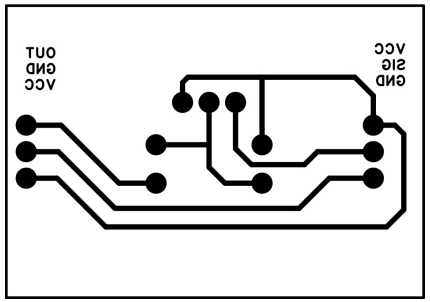
NOME TAVOLA
Ingresso effetto hall - Schema elettrico

AUTORE/I
Andriolo Federico

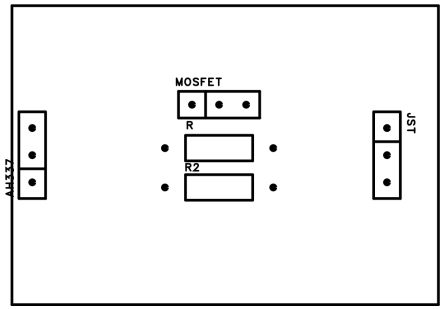
DATA
17/04/2025

NUMERO
13.0

FORMATO
A4



NOME TAVOLA	Ingresso effetto hall - PCB
AUTORE/I	Andriolo Federico
DATA	17/04/2025
NUMERO	13.1
FORMATO	A4



NOME TAVOLA

Ingresso effetto hall - Disposizione componenti

AUTORE/I

Andriolo Federico

DATA

17/04/2025

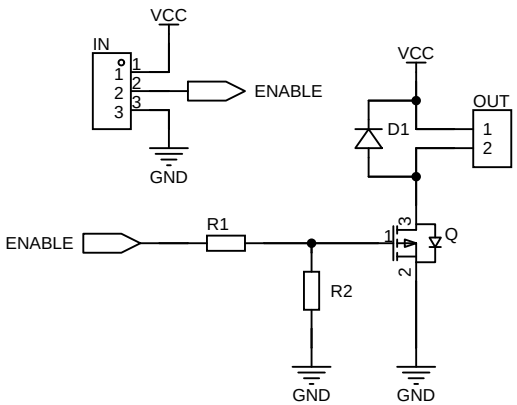
NUMERO

13.2

FORMATO

A4

Arianna



Sigla	Componente	Descrizione
Q	Transistor MOSFET	*IRFZ44N*
R 1-2	Resistenze	1kΩ e 2.7kΩ ¼ W
D1	Diodo	*1N5818*
IN	Connettore JST XH	JST a 3
OUT	Connettore JST XH	JST a 2

NOME TAVOLA
Scheda motore avanti - Schama elettrico

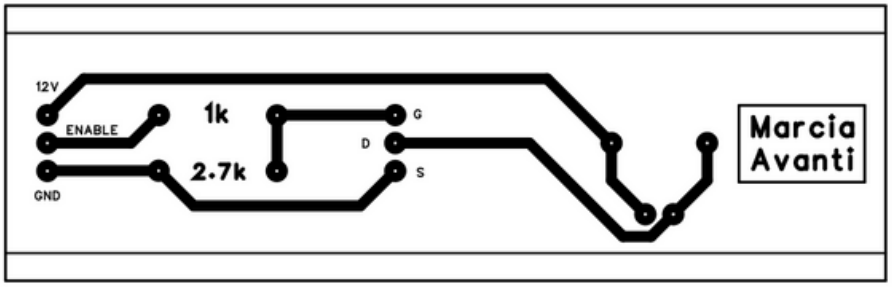
AUTORE/I
Campagnaro e Vivian

DATA
20/03/2025

NUMERO
14.0

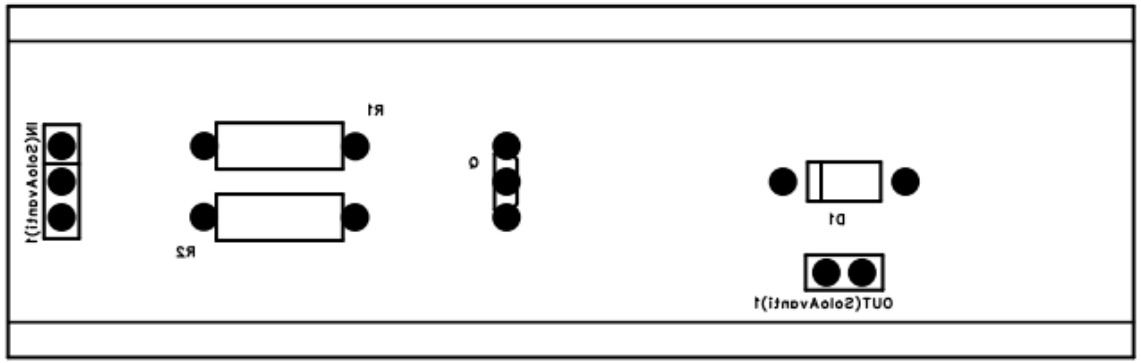
FORMATO
A4

Arianna



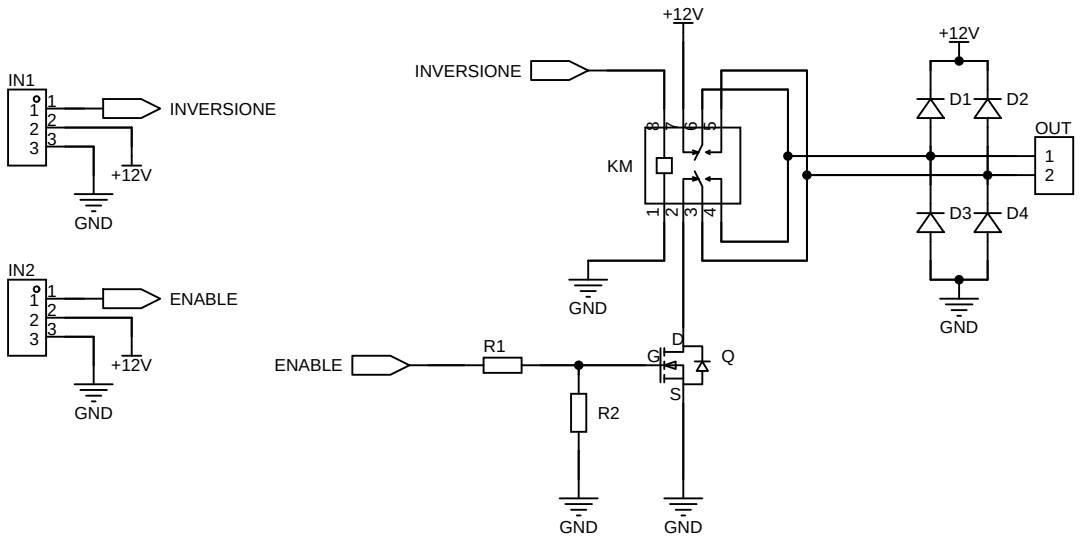
NOME TAVOLA	Scheda motore avanti - PCB
AUTORE/I	Campagnaro e Vivian
DATA	20/03/2025
NUMERO	14.1
FORMATO	A4

Arianna



NOME TAVOLA	Scheda motore avanti - Disposizione componenti
AUTORE/I	Campagnaro e Vivian
DATA	20/03/2025
NUMERO	14.2
FORMATO	A4

Arianna



Sigla	Componente	Descrizione
Q	Transistor MOSFET	*IRFZ44N*
R 1-2	Resistenze	1kΩ e 2.7kΩ ¼ W
KM	Relè DPDT	*HK19F-DC24V*
D 1-4	Diodi	*1N5818*
IN 1-2	Connettori JST XH	JST a 3
OUT	Connettore JST XH	JST a 2

NOME TAVOLA
Scheda motore avanti & indietro - Schema elettrico

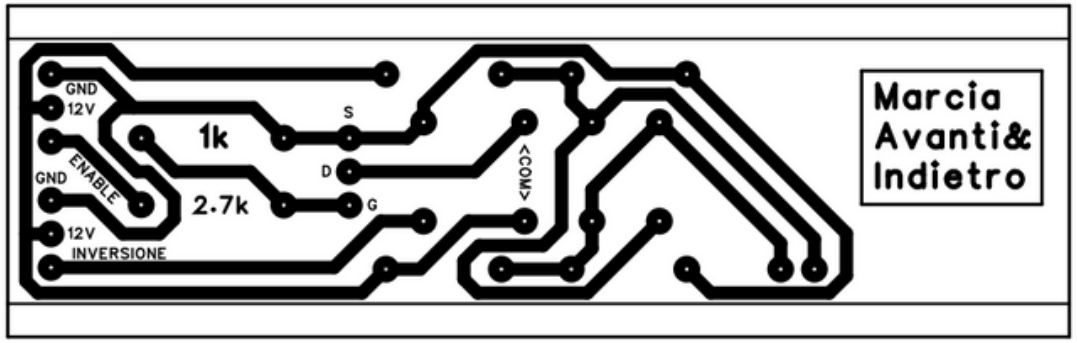
AUTORE/I
Campagnaro e Vivian

DATA
20/03/2025

NUMERO
15.0

FORMATO
A4

Arianna



NOME TAVOLA	Scheda motore avanti & indietro - PCB
AUTORE/I	Campagnaro e Vivian
DATA	20/03/2025
NUMERO	15.1
FORMATO	A4

Arianna