

PROGETTO
MAGAZZINO AUTOMATICO

warematic project



MARCO PLESSI

MATURITA' 2013

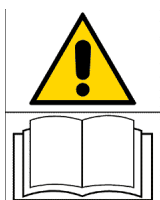
INDICE

1 - Introduzione	pag. 4
2 - Descrizione breve	pag. 4
3 - Funzionamento	pag. 5
4 - Meccanica (trasloelevatore)	pag. 6
4.1 - Numerazione scaffali	pag. 7
5 - Elettronica generale	pag. 8
5.1 - Microcontrollori	pag. 8
5.2 - Arduino	pag. 8
5.2.1 - Arduino UNO	pag. 9
5.2.2 - Arduino Mega 2560	pag. 9
5.3 - Comunicazione seriale (UART)	pag. 9
5.4 - Bus RS485	pag. 10
5.4.1 - Adattatore UART-RS485	pag. 10
5.5 - Fotocellule infrarossi	pag. 11
5.5.1 - Trasmettitore	pag. 12
5.5.2 - Ricevitore	pag. 13
5.6 - Ponte H per motori	pag. 13
5.6.1 - motori DC	pag. 15
5.7 - Regolatori di tensione 5 V	pag. 16
6 - Asse X	pag. 17
6.1 - Meccanica	pag. 17
6.2 - Motore	pag. 18
6.3 - Elettronica	pag. 19
7 - Asse Y-Z	pag. 21
7.1 - Meccanica asse Y	pag. 21
7.2 - Motore asse Y	pag. 22
7.3 - Meccanica asse Z	pag. 23
7.4 - Motore asse Z	pag. 23
7.5 - Elettronica asse Y-Z	pag. 24
8 - Nastro trasportatore	pag. 26
9.1 - Meccanica	pag. 26
9.2 - Motore	pag. 28
9.3 - Elettronica	pag. 29
9 - Centralino di comando (master+slater)	pag. 30
9.1 - Master	pag. 31
9.1.1 - Tastiera e display master	pag. 33
9.2 - Slater	pag. 34
10 - Controller display carico/scarico	pag. 35
10.1 - Display a 7 segmenti (generalità)	pag. 35
10.2 - Elettronica di controllo	pag. 36
11 - Alimentatore generale	pag. 37
11.1 - Ingresso e protezione 230 V	pag. 38
11.2 - Switching e pannello frontale	pag. 38
11.3 - Linea 12 Vdc per schede di controllo	pag. 39
11.4 - Linee alimentazione motori (12 / 24 Vdc)	pag. 40
11.5 - Cenni generali sulle apparecchiature	pag. 41
11.5.1 - Trasformatore	pag. 41
11.5.2 - Ponte raddrizzatore	pag. 43
11.5.3 - Condensatore di livellamento	pag. 43

12 - Cablaggio	pag. 45
13 - Accessori vari	pag. 48
13.1 - Pallets	pag. 48
13.2 - Carter	pag. 48
14 - Riferimenti agli schemi elettrici	pag. 52
15 - Riferimenti ai programmi dei microcontrollori	pag. 52
16 - Funzionamento del sistema (manuale utente)	pag. 53
16.1 - Funzioni pulsantiera di comando	pag. 53
16.2 - Creazione nuovo ordine	pag. 53
16.3 - Gestione ordini	pag. 54
16.4 - Carico materiale	pag. 54
16.5 - Gestione materiale	pag. 54
16.5.1 - Visualizza quantità	pag. 54
16.5.2 - Area protetta	pag. 54
16.6 - Altre informazioni per l'utilizzo	pag. 55

Allegati:

- 1 - Schemi elettrici
- 2 - Programmi microcontrollori



Leggere attentamente il manuale di istruzioni prima di effettuare qualsiasi operazione!
Al capitolo 16 sono presenti tutte le indicazioni.



Nell'impianto sono presenti tensioni pericolose (nell'alimentatore generale) e bassissime tensioni di sicurezza.



Ci sono parti in movimento, prestare la massima attenzione durante le operazioni di manutenzione, eseguibili solo da personale addestrato.

1 - INTRODUZIONE

Il progetto qui rappresentato è stato realizzato per passione, nelle ore di tempo libero, come passatempo. L'obiettivo finale è quello di realizzare un progetto funzionale, interessante e creativo, ma allo stesso tempo utilizzabile come tesina conclusiva di un corso di studi.

Il progetto nasce nel settembre 2012, dopo una lunga fase ideativa, con le prime prove di realizzazione meccanica, che si protrae per circa due mesi, quindi inizia la parte elettronica.

Questa viene modificata e migliorata diverse volte, fino ad arrivare ad un progetto affidabile.

Tutte le schede elettroniche (tranne Arduino) sono *auto-costruite* con il metodo dell'incisione ad acqua ossigenata, e anche la meccanica è realizzata artigianalmente.

2 - DESCRIZIONE BREVE

Il progetto prevede l'automazione di un processo comune in tutte le attività commerciali e industriali: **la gestione fisica del magazzino.**

Si sente parlare spesso di gestione automatizzata del magazzino, ma spesso si tratta solo della gestione dell'inventario; le merci, per essere spostate, necessitano comunque di personale addestrato, macchinari particolari (*muletti e trans pallet*) e ampi spazi.

Il personale può sbagliare, ad esempio può immagazzinare un prodotto in uno spazio non consono, o danneggiare i macchinari a causa di errori umani.

Il magazzino automatico, collegato con i software di gestione dell'inventario, permette una gestione fisica del magazzino, senza bisogno di personale.

La velocità di un **magazzino automatico** è molto più alta di quella di un operaio, in quanto appena il computer rileva l'ordine di un certo prodotto, lo preleva immediatamente, senza dover controllare la sua localizzazione, perché controllato dal sistema stesso che memorizza la posizione di tutti i prodotti.

Inoltre lo spazio per le operazioni necessarie risulta ridotto, in quanto mentre un operaio con un muletto deve fare diverse manovre, il sistema automatico lavora su tre assi fissi.

Questo progetto è un sistema di automazione abbastanza complesso, quindi necessita di diversi controlli.



3 - FUNZIONAMENTO

Di seguito verrà spiegato il funzionamento del magazzino automatico a *trasloelevatore*.

Il sistema è controllato da 5 microcontrollori.

Il *master* che gestisce gli ordini e le operazioni principali, è collegato ad uno “*slater*” (slave/master) e ad un microcontrollore che gestisce il display della postazione di carico/scarico.

Lo *slater* è collegato (tramite la rete RS485) al microcontrollore, che gestisce l’asse X e a quello che gestisce l’asse Y e Z.

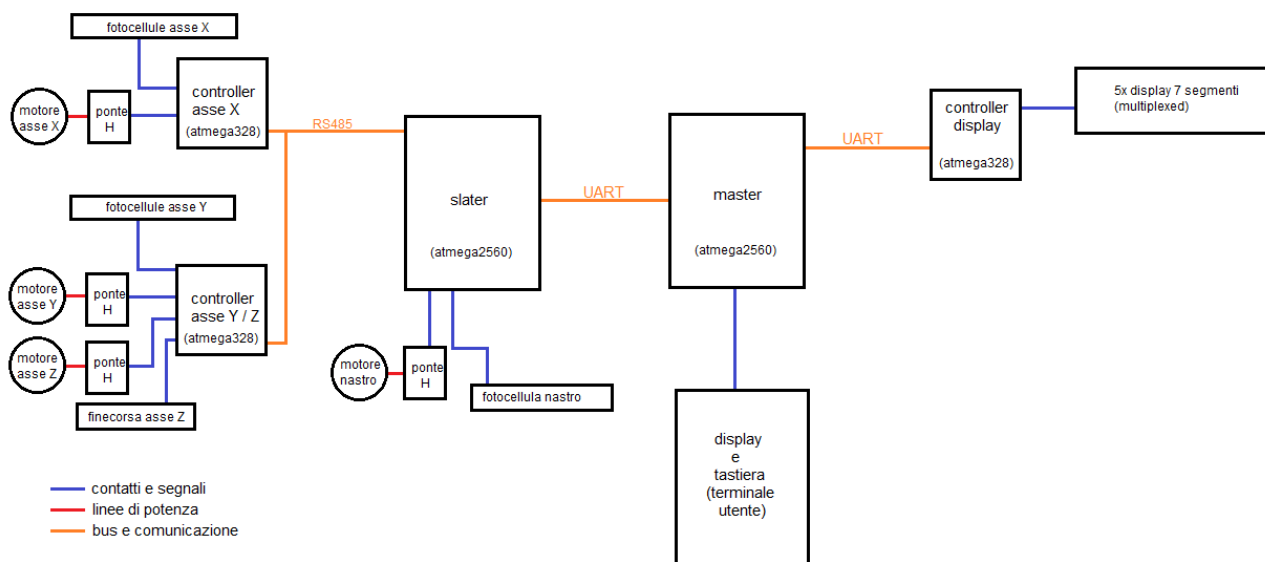
Quando il master registra un ordine di materiale (il programma attualmente può registrare un massimo di quattro ordini con quattro prodotti ognuno), invia allo *slater* il codice del prodotto richiesto (l’ordine viene frammentato in una serie di comandi), che elabora il codice, ed estrapola la posizione X e Y (mediante la mappatura del magazzino).

Lo *slater* quindi invia sul *bus RS485* i comandi per l’asse X e Y/Z, i quali raggiungono la posizione richiesta.

Quando i microcontrollori degli assi inviano il feedback di posizione raggiunta, lo *slater* invia all’asse Y/Z il comando di estrarre le forche del trasloelevatore per prelevare il materiale; quando le operazioni sono concluse, lo *slater* invia al master il feedback.

Di seguito il master ripete la stessa procedura per portare il trasloelevatore alla posizione di carico/scarico, e una volta scaricato il materiale, attiva il nastro, che ha il compito di fare uscire il pallet dalla zona magazzino, per permettere all’operatore esterno di compiere le operazioni di imballaggio. Sul display viene visualizzato il codice del prodotto, e la quantità da prelevare, nonché un simbolo che determina se si tratta un’operazioni di carico o scarico.

Quando l’operatore ha finito, preme il pulsante di fine lavoro (posto sulla colonnina all’esterno), e il trasloelevatore riporta il pallet nella sua posizione, ed è pronto per un nuovo prelievo (qualora ce ne fossero altri) o si ferma.



Ovviamente è possibile eseguire anche degli ordini di carico, per aggiungere materiali al magazzino.

Il programma prevede anche una serie di funzioni manuali, utili per effettuare dei test sull'impianto o per sbloccare eventuali situazioni pericolose.

4 - MECCANICA

La struttura meccanica è composta prevalentemente da acciaio inox, in piccole parti sostituito da ferro e alluminio.

Le superfici sono realizzate in legno.

Per realizzare il tutto sono stati utilizzati elettro utensili quali trapano, flessibile, smerigliatrice angolare, trapano a colonna, saldatrice a elettrodo e avvitatore. Per alcuni pezzi speciali (3 in tutto) si è rivelato indispensabile l'aiuto di un tornitore.

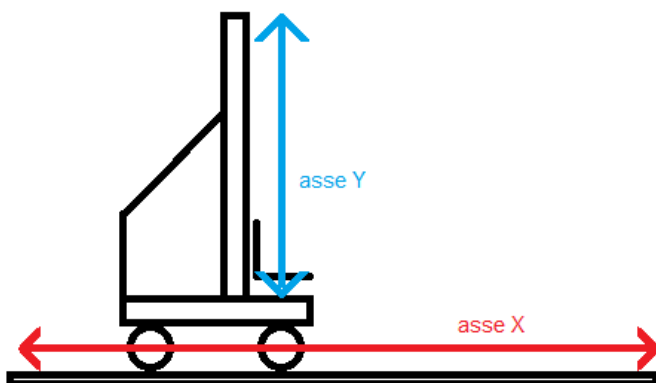
Il magazzino automatico è del tipo a *trasloelevatore*, cioè è dotato di un carrello semi-autonomo, che si trasla sull'asse X.

Sul carrello, è montato l'elevatore, che permette lo spostamento lungo l'asse Y.

Quindi sull'elevatore sono montate le forche di prelievo (asse Z), che hanno il compito di prelevare fisicamente il pallet.

Il sistema è corredato da una scaffalatura da 24 posti (4x6) e da un nastro trasportatore, che mette in comunicazione la zona magazzino (inaccessibile quando è in funzione) con la parte esterna.

Di seguito è riportato lo schema degli assi X e Y; dietro al carrello rappresentato ci sono gli scaffali (non disegnati per motivi di chiarezza).

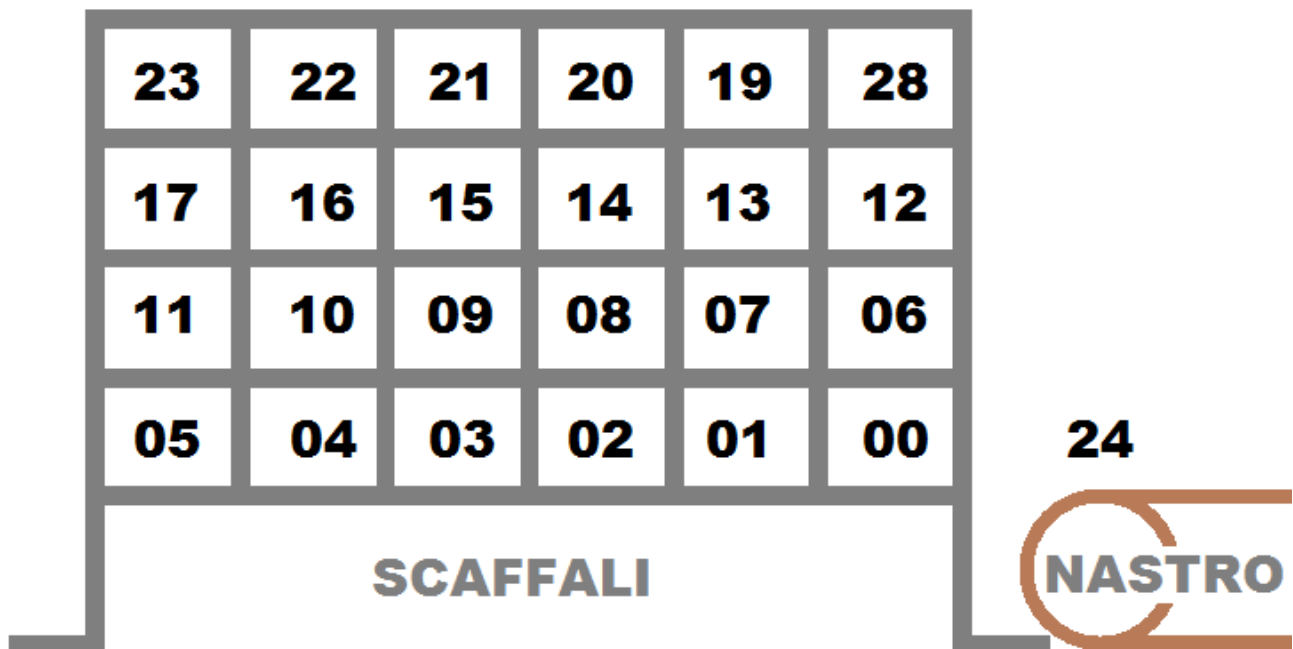


Fotografia del magazzino automatico con schemi degli assi:



4.1 - NUMERAZIONE SCAFFALI

Di seguito si riporta lo schema della numerazione degli scaffali, utile per gli ordini di prodotti e per i riferimenti del programma:



La posizione 24 è adibita al carico/scarico dei pallets.

5 - ELETTRONICA GENERALE

In questo capitolo verranno illustrati tutti i sistemi elettronici semplici, cioè i componenti, dei sistemi complessi (dei quali si parlerà nei capitoli relativi).

I sistemi elettronici semplici sono le schede, che connesse tra loro, secondo uno schema, compongono la centralina, ad esempio, di *gestione di un asse*.

5.1 - MICROCONTROLLORI

Il progetto prevede l'utilizzo di 5 microcontrollori, quindi è meglio spiegare cos'è un microcontrollore e come funziona.

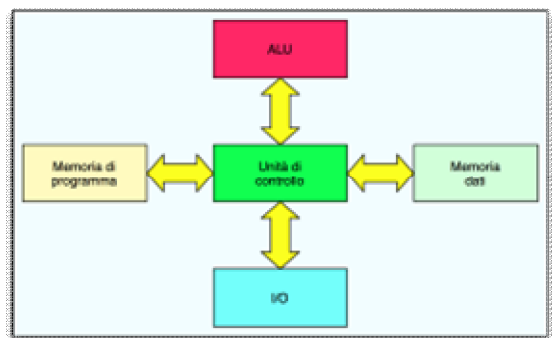
Il microcontrollore (MCU, Micro Controller Unit) è un'evoluzione del microprocessore, in quanto include in un singolo chip tutte le periferiche necessarie ad un computer.

Un MCU è effettivamente un micro computer programmabile che può avere un'ampiezza del bus dati di 8, 16 e 32 bit.

Ha prestazioni nettamente inferiori a quelle di un microprocessore, ma è composto da:

- CPU: è l'unità di calcolo;
- memoria FLASH per la memorizzazione del programma;
- memoria RAM per i dati volatili (variabili);
- memoria EEPROM per i dati non volatili (solitamente se ne utilizza una esterna);
- porte di I/O integrate
- porte di I/O con gestione degli interrupt;
- moduli vari (seriali, UART, RTC, I2C, timer, ADC).

L'MCU nella sua completezza ha un'*architettura Harvard*, in quanto i bus che collegano la memoria dati e la memoria programma sono separati, diversamente dall'*architettura di von Neumann*, in cui il bus è comune.



Pur avendo prestazioni limitate, viene comunque molto utilizzato, in quanto, permette di sostituire sistemi altamente complessi di integrati TTL e/o CMOS, con un singolo microcontrollore, aggiornabile nel tempo.

Il basso costo è uno dei tanti vantaggi che ne determinano un uso massiccio nell'industria dell'automazione.

Questi dispositivi inoltre hanno un consumo molto ridotto, nell'ordine dei mA, addirittura dei uA in modalità *sleep*.

Possono essere considerati come dei micro PLC (ovviamente il PLC ha molti componenti extra, come *relè*, *optoisolatori* e talvolta CPU separate).

5.2 - ARDUINO

In questo progetto viene utilizzata la piattaforma "Arduino", che è una scheda che comprende il microcontrollore (Atmega) e il convertitore USB/seriale, quindi dispone di una porta USB per la programmazione e il debug.

Per la programmazione viene utilizzato un software, denominato appunto Arduino, che permette la stesura del programma utilizzando il C semplificato, corredato da una serie di librerie utilizzabili per funzioni avanzate.

5.2.1 - Arduino UNO

Arduino UNO è la versione base della serie delle schede Arduino, che fa uso di un microcontrollore Atmega328. Le caratteristiche della scheda sono:

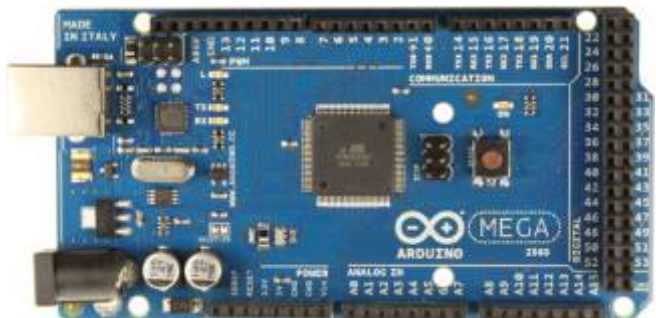
Pin di I/O digitali	14 (di cui 6 PWM);
Pin input analogico	6;
Corrente massima per pin	40 mA
Memoria FLASH	32 KB;
SRAM	2 KB;
EEPROM	1 KB;
Clock	16 MHz
Moduli UART	1



5.2.2 - Arduino Mega 2560

Arduino Mega è una versione abbastanza avanzata, ed è stata scelta per via dei suoi 3+1 moduli seriali, nonché per la sua grande quantità di pin di I/O. Il microcontrollore è un Atmega2560, in formato SMD. Le caratteristiche sono riportate nell'elenco di seguito:

Pin di I/O digitali	54 (di cui 15 PWM)
Pin input analogico	16
Corrente massima per pin	40 mA
Memoria FLASH	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock	16 MHz
Moduli UART	3+1



5.3 - COMUNICAZIONE SERIALE (UART)

Per scambiare i dati tra i vari microcontrollori, è necessario un metodo di comunicazione.

Esistono principalmente due tipi di comunicazione:

- Seriale
- Parallela

La comunicazione seriale permette di ridurre la quantità di linee, a discapito però della velocità di trasmissione.

La comunicazione parallela permette una velocità maggiore, ma necessita di molte linee.

Negli ultimi tempi si stanno adottando sempre di più le tecnologie seriali, perché riducono le linee, quindi non solo i cavi, ma anche l'ingombro.

I microcontrollori Atmega sono dotati di moduli seriali, denominati UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter), che permettono la comunicazione tra essi, oppure verso periferiche esterne.

È un tipo di comunicazione asincrona, cioè non dipende dalla frequenza del microcontrollore; infatti è possibile interfacciare dispositivi con frequenze diverse, l'importante è fissare un *baud-rate* (velocità dei dati in bps) uguale per tutti.

La comunicazione via UART è possibile solo per distanze corte e ambienti senza molti disturbi elettrici (se la distanza è corta e il cavo è schermato, possono essere tollerati anche i disturbi).

Se la distanza di trasmissione è lunga, oltre i 10 - 20 cm, per avere una totale affidabilità del sistema (soprattutto in ambito industriale), è necessario utilizzare un tipo di bus diverso, come il bus RS485.

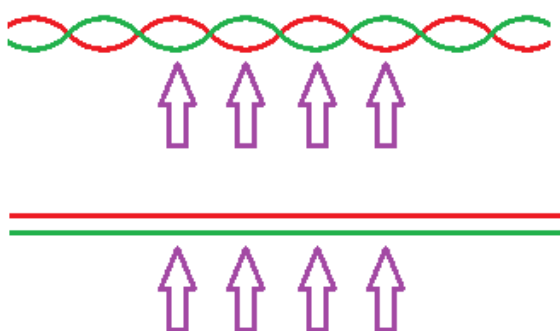
5.4 - BUS RS485

Il bus RS485 è molto usato in ambito industriale, in quanto prevede una trasmissione differenziale, ovvero gli stati logici dei bit non corrispondono più a 5 v e GND, ma ad una differenza positiva o negativa della tensione tra due conduttori.

In caso di differenza di tensione positiva, si verifica lo stato logico 1; in caso di differenza negativa, 0.

Questo si traduce in un enorme vantaggio, perché non importa il livello della tensione, che per via dei disturbi può anche essere sfalsata. La distanza massima raggiungibile infatti è 400-600 m, estendibile fino a 1200m, utilizzando un cavo a coppie ritorte (twistato).

Il cavo twistato è più immune ai disturbi, in quanto composto da diverse spire alternate (cioè il cavo A passa prima sopra poi sotto al cavo B), e i disturbi elettromagnetici agiscono allo stesso modo sui due conduttori. In un cavo normale bipolare, i disturbi elettromagnetici agiscono maggiormente sul conduttore più esterno.



Nell'immagine è possibile vedere che nel primo caso (cavo twistato), i disturbi (le frecce viola) interessano entrambi i conduttori.

Nel secondo caso (cavo normale, piattina), i disturbi interessano solo il conduttore verde.

Il bus RS485, permette l'interfacciamento di più dispositivi, di cui solo uno trasmettitore, sulla stessa linea bus.

Questo permette di realizzare reti di dispositivi anche abbastanza complesse, a basso costo, in quanto è sufficiente aggiungere alla porta UART del microcontrollore un modulo aggiuntivo, del quale si parlerà nel capitolo 5.4.1.

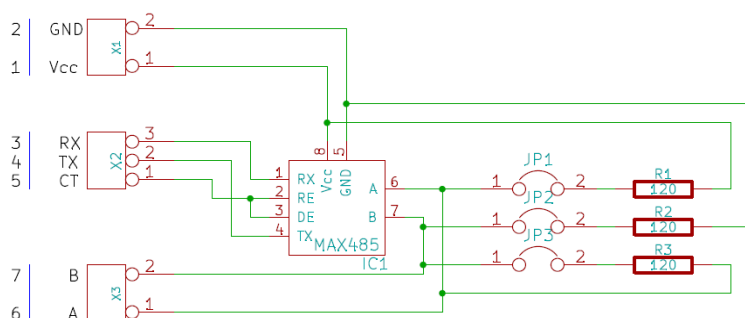
La quantità massima di dispositivi sulla stessa linea è 32, per via dell'assorbimento di corrente di ognuno di essi, ma utilizzando circuiti integrati a basso assorbimento è possibile estendere questo limite.

5.4.1 - ADATTATORE UART-RS485

Per poter usufruire del bus RS485, è necessario, come introdotto nel capitolo 5.4, utilizzare un modulo aggiuntivo, da collegare alla porta UART.

Il modulo aggiuntivo è composto principalmente da un circuito integrato (in formato DIL4), denominato MAX485, che ha il compito di adattare i segnali della porta UART a quelli del bus RS485.

I pin RX e TX si collegano alla UART, e il CT al pin 2 dell'Arduino. Il segnale CT determina lo stato



dell'interfaccia (trasmissione o ricezione), in quanto il bus RS485 è *half duplex*. Per rendere il bus *full-duplex*, è necessario gestire via software il flusso dei dati; infatti i controller dell'asse X e Y-Z possono occupare il bus solo se lo slater invia il consenso, per evitare conflitti.

Le tre resistenze servono a bilanciare le linee (A e B):

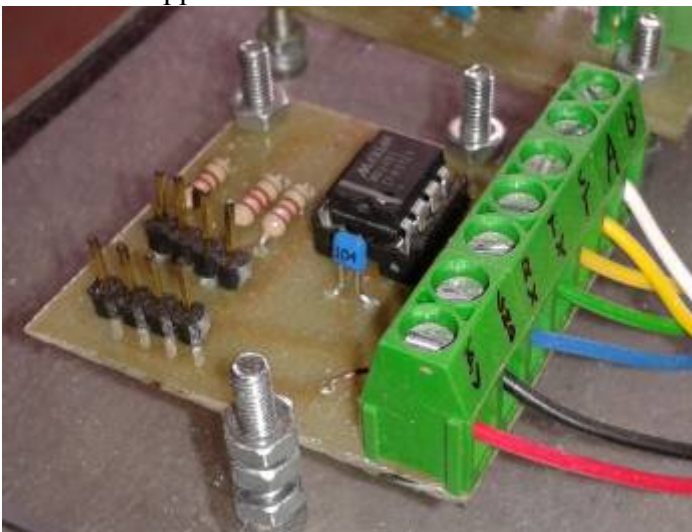
- La R1 è di pull-up, e tiene il segnale della linea A alto per evitare problemi durante le fasi in cui non ci sono trasmettitori collegati, e per ogni rete RS485 ce ne deve essere solo una attiva;

- la R2 è di pull-down, e tiene il segnale della linea B basso, in una rete RS485 ce ne deve essere solo una attiva;

- la R3 è la resistenza di terminazione, per le reti corte a basso *baud-rate* (9600 bps) si può anche non attivare, ma se il baud-rate aumenta (o anche la lunghezza della linea), si attiva quella del primo e dell'ultimo modulo della rete.

Utilizzando il MAX485 come adattatore, è possibile collegare sulla stessa rete fino a 128 dispositivi, in quanto è un rice-trasmettitore a basso assorbimento.

In basso è rappresentata la scheda dell'adattatore UART-RS485 (schema S305).



Nella scheda è presente anche un condensatore da 100 nF sulla'alimentazione, aggiunto successivamente per livellare maggiormente la tensione in ingresso.

5.5 - FOTOCELLULE INFRAROSSI

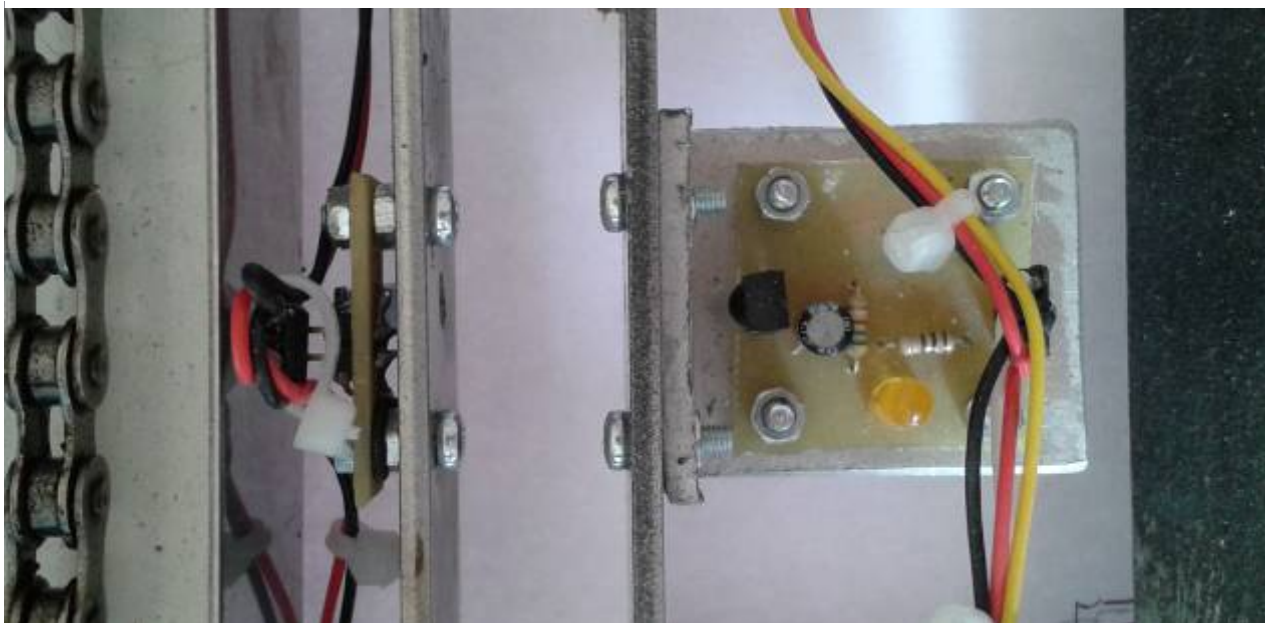
Per rilevare la presenza del carrello, o dell'elevatore, o comunque di qualsiasi oggetto, si è pensato all'utilizzo di fotocellule a infrarossi.

Le fotocellule permettono, con un'alta precisione, di rilevare un eventuale ostacolo posto tra ricevitore e trasmettitore, cosa non possibile utilizzando, ad esempio, un sensore magnetico a *contatto reed*.

Lo svantaggio è che tali fotocellule non possono essere utilizzate in ambienti molto sporchi e polverosi, in quanto l'accumulo della sporcizia potrebbe ostacolare il raggio infrarosso quindi pregiudicare il corretto funzionamento della fotocellula stessa.

Nei capitoli 6.1 e 6.2 si parlerà separatamente del funzionamento del trasmettitore e del ricevitore.

In basso è rappresentata la fotografia della fotocellula completa, a sinistra il trasmettitore (solo led) e a destra il ricevitore. Al centro c'è una corsia, in cui passa un perno solidale con il meccanismo da controllare, in questo caso il carrello del trasloelevatore, per la rilevazione della posizione.

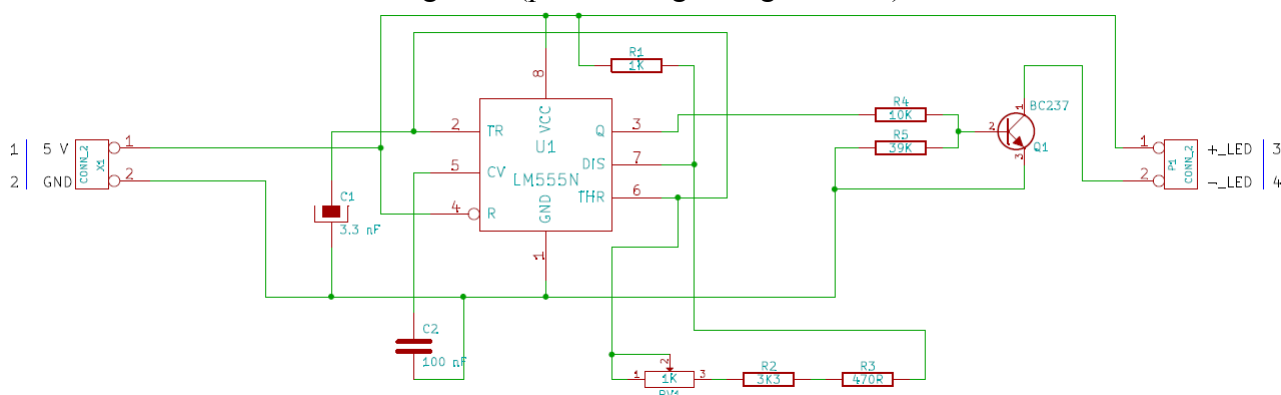


5.5.1 - TRASMETTITORE IR

La luce infrarossa deve essere modulata per poter essere rilevata dal ricevitore. Questo per evitare di influenzare il ricevitore con la luce ambientale.

Il trasmettitore è composto da un LED a luce infrarossa a 940 nm, pilotato tramite un oscillatore tarato sulla frequenza di 38 kHz (frequenza di rilevazione del ricevitore).

Lo schema dell'oscillatore è il seguente (presente negli allegati: S300):



È un NE555 (chiamato anche LM555) in configurazione astabile, cioè come oscillatore.

Per poter calcolare la frequenza di uscita, si usano le formule:

$$t_1 = 0,7 \times C \times R_b$$

$$t_2 = 0,7 \times (R_a + R_b) \times C$$

I valori di capacità sono espressi in Farad, e quelli di resistenza in Ohm.

Quindi si ottengono i valori in secondi, e sommandoli si ottiene la durata del periodo.

$1 / T$ ($1 / \text{periodo}$), serve ad ottenere la frequenza.

La R_a è composta solo dalla $R1$ da 1 K Ω , e la R_b è formata dalla serie di $R2$ (3,3 K Ω), $R3$ (470 Ω) e $RV1$ (trimmer da 1 K Ω).

Dato che la R_b complessivamente è variabile, si può regolare la frequenza di uscita, per avere un valore il più possibile prossimo a quello di riferimento (38 kHz), che può avere una tolleranza massima del 5-10 %.

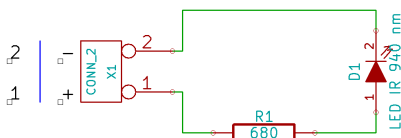
Lo stadio di potenza costituito dal transistor BJT NPN $Q1$ e dalle resistenze di polarizzazione $R4$ e $R5$, serve a pilotare più LED insieme, senza sovraccaricare il 555.

Per una barra di fotocellule è necessario un solo driver per led, mentre è necessario un led per ogni ricevitore (in basso è rappresentata la scheda del driver, i due cavi (giallo e grigio) sono collegati ai vari led trasmettitori).



Il LED deve essere collegato (come da schema) con l'anodo direttamente all'alimentazione (5 v) e il catodo al collettore del transistor del driver.

Tutti questi collegamenti sono comunque chiaramente comprensibili dagli schemi, dei quali si farà la rassegna completa alla fine della presente relazione tecnica.

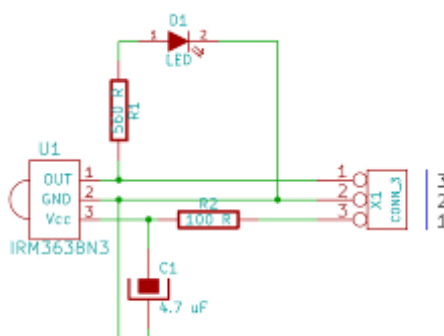


5.5.2 - RICEVITORE IR

Il ricevitore è molto semplice, infatti è costituito da un modulo infrarosso, che comprende internamente tutta la circuiteria necessaria, la lente e il filtro IR.

Il modulo ricevitore integrato è siglato IR3638N3, ed è prodotto dalla Everlight Electronics Ltd.

La scheda del ricevitore si realizza con pochissimi componenti esterni, come è possibile vedere dallo schema seguente:



Il filtro RC composto da C1 e R2, serve ad eliminare i disturbi presenti sull'alimentazione, che potrebbero dare seri problemi al corretto funzionamento del ricevitore.

R1 e D1 compongono la parte di segnalazione. Quando il ricevitore riceve il fascio di luce IR dal trasmettitore, il led D1 è acceso.

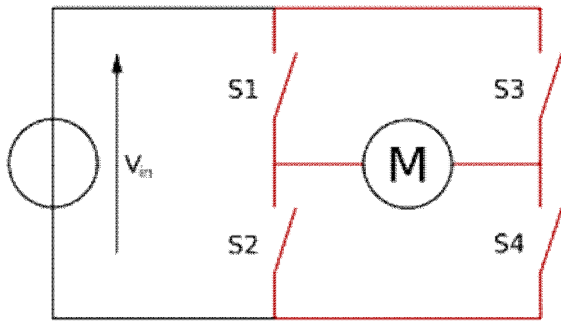
Quindi durante il transito del carrello (o dell'elevatore) davanti al ricevitore, il led si spegne.

I segnali dei ricevitori vengono inviati direttamente all'Arduino.

5.6 - PONTE H PER MOTORI

Arduino pilota i motori tramite un driver di potenza, che ha il duplice compito di isolare galvanicamente il circuito dei motori da quello delle schede di controllo (prevenzione dei disturbi indotti sull'alimentazioni) e di comandare un carico di elevata potenza con le uscite del microcontrollore.

E' stata adottata la soluzione del ponte H, che permette un controllo totale del motore, nelle direzioni e nella frenatura.

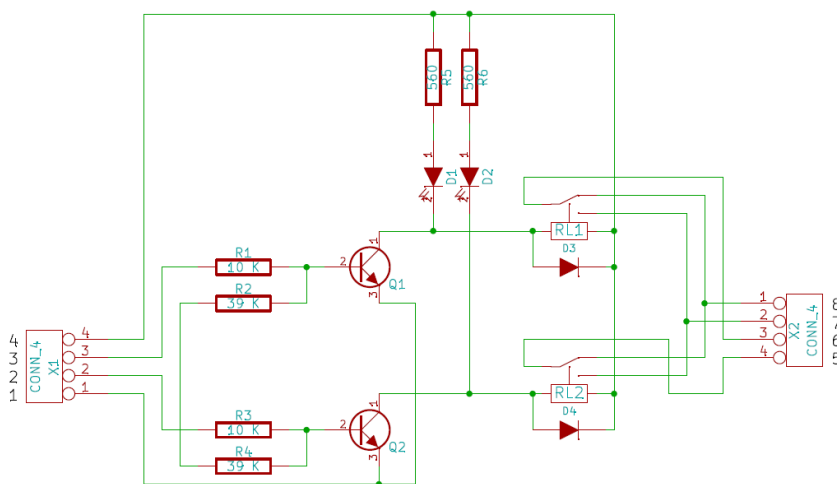


Lo schema sopra mostra il funzionamento del ponte H.

Chiudendo S1 e S4, la corrente scorre nel motore in un verso, facendolo girare in senso orario, chiudendo S2 e S3, la corrente scorre nel verso opposto, ottenendo una rotazione antioraria.

Chiudendo S1 e S3 oppure S2 e S4, il motore si blocca istantaneamente, funzionando da freno; questo accade perché le correnti indotte sullo statore dal rotore che gira per inerzia, vengono cortocircuitate, quindi si ha una condizione di sforzo eccessivo del motore (che nel momento di inerzia funziona da generatore in corrente continua), che arriva ad una situazione di blocco.

Sostituendo i 4 contatti con dei relé (o, nei ponti H di livello alto, con dei mosfet optoisolati per poter effettuare anche la regolazione di velocità tramite PWM), si comanda elettronicamente il funzionamento del driver.



Dallo schema risulta chiaramente che, applicando una tensione (di 5 V, perché proveniente dagli I/O di Arduino) ai morsetti 2 o 3, si polarizza uno dei due transistor Q1 e Q2, che collegano a massa la bobina del relé, il quale genera la condizione di motore in movimento. Quando i morsetti 2 e 3 vengono collegati entrambi a massa (GND), il ponte H va in condizione di riposo, cortocircuitando i morsetti del motore, che si blocca, e rimane fermo.

Al morsetto 1 si collega la massa, e al 4 i 12 V (i relé funzionano a 12 V); al 5 e 6 la tensione di alimentazione del motore, e al 7 e 8 i morsetti del motore.

Sono previsti due led (D1 e D2) per la segnalazione dello stato del motore (avanti o indietro, la condizione di fermo equivale a led spenti).

5.6.1 - MOTORI IN DC (generalità)

I motori in corrente continua sono formati essenzialmente da tre parti:

- induttore
- indotto
- collettore a lamelle

L'induttore è l'equivalente dello statore, ed è la parte fissa del motore, che genera il campo magnetico. Può essere realizzato con magneti permanenti (caso dei motori utilizzati del progetto) oppure con degli avvolgimenti (si parla di induttore avvolto) ma dovrà essere previsto un circuito di eccitazione.

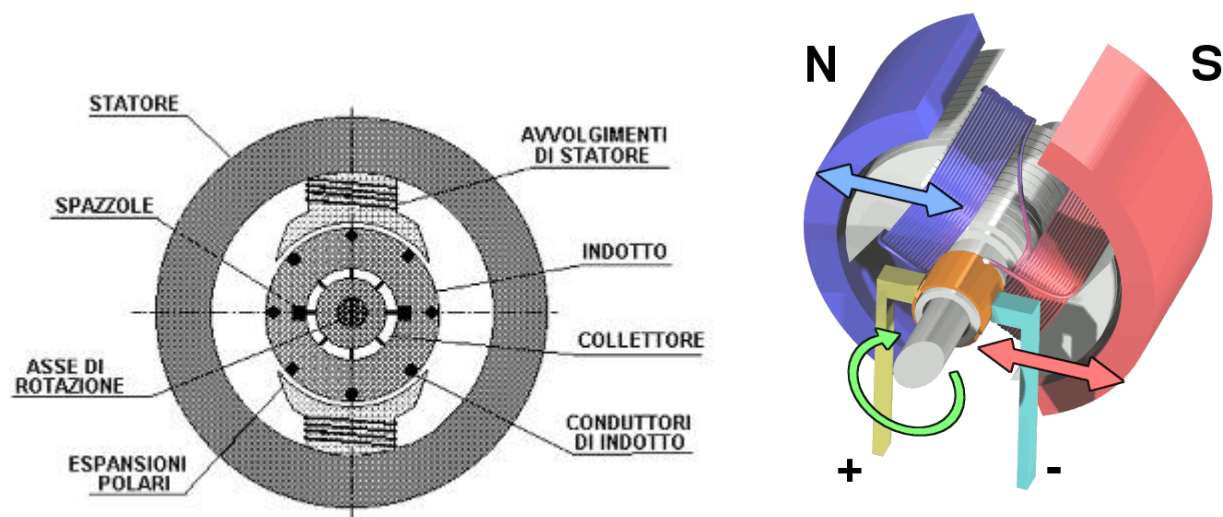
L'indotto è l'equivalente del rotore, fornisce il moto all'albero.

È composto da un nucleo ferromagnetico, con delle *cave* in cui si alloggiano gli avvolgimenti. Quando gli avvolgimenti vengono alimentati e producono un campo magnetico opposto a quello dello statore, tendono a raggiungere una condizione di equilibrio, quindi il rotore gira.

Il collettore a lamelle è un organo calettato sull'albero motore, che ha delle lamelle a spicchi, divise da strati di materiale isolante, una per ogni avvolgimento rotorico. Ha il compito di alimentare gli avvolgimenti del rotore, in modo che il campo magnetico risulti sempre opposto a quello dello statore.

Di seguito, viene rappresentato lo schema della costruzione del motore in corrente continua a statore avvolto; al posto degli avvolgimenti possono esserci i magneti permanenti, le espansioni polari (o scarpe polari) convogliano il flusso in modo migliore, per abbassare le perdite.

A destra, schema tridimensionale del motore dc.



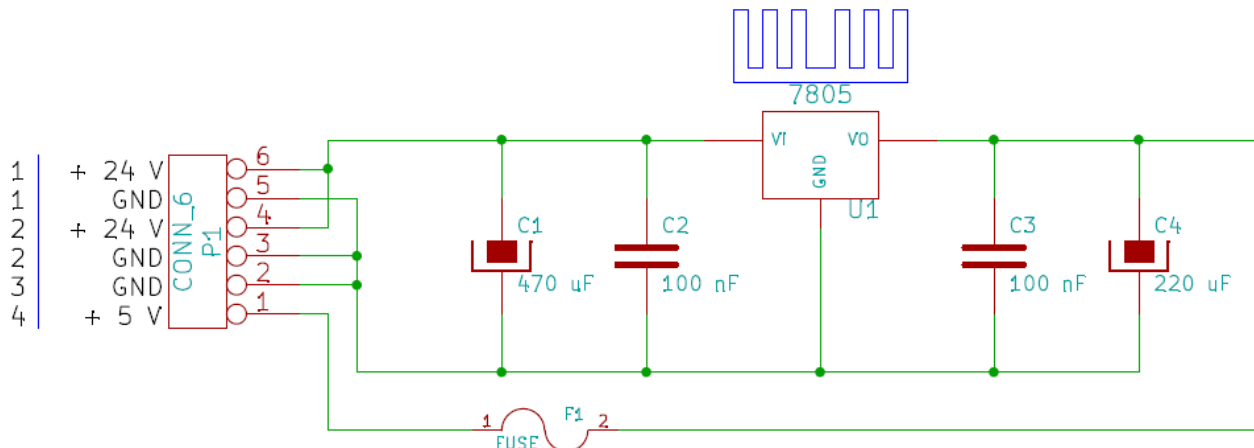
5.7 - REGOLATORI DI TENSIONE (5V @ 1A)

I microcontrollori per funzionare in modo efficace, hanno bisogno di una tensione continua stabilizzata di 5 V, quindi è necessario realizzare degli appositi alimentatori atti allo scopo di trasformare i 12 V della linea di alimentazione.

I regolatori sono realizzati con un integrato regolatore denominato L7805 (facente parte della serie L78xx).

Questo integrato accetta in ingresso tensioni da 7 a 35 V.

In uscita si può prelevare un massimo di corrente di 1 A.



I morsetti di ingresso sono contrassegnati dall'etichetta "24 V" per motivi di sicurezza, in quanto la tensione massima di 24 V è raggiungibile senza problemi, oltre questo valore l'integrato potrebbe surriscaldarsi.

Il condensatore C1 serve ad eliminare la componente alternata della corrente in ingresso, ma è sottodimensionato; infatti il condensatore di filtro vero e proprio è montato sull'alimentatore generale (capitolo 12).

Il condensatore C4 in uscita serve per livellare ulteriormente il livello di tensione.

I condensatori C2 e C3 (ceramici) servono ad eliminare i disturbi di alte frequenze indotte sull'alimentazione.

In uscita c'è un fusibile da 1 A contro il corto circuito e i sovraccarichi pesanti (tipo problemi a componenti elettronici quali transistor).

Ovviamente l'integrato regolatore deve essere fissato su un dissipatore in alluminio.



6 - ASSE X

L'asse X è il più esterno, e ha il compito di muovere il trasloelevatore (movimento di traslazione). Questo si traduce in un bisogno di potenza e stabilità abbastanza elevato.

6.1 - MECCANICA (asse X)

Per il movimento di traslazione, è stato progettato un sistema di binari paralleli, realizzati con profilato angolare fissato con l'angolo retto in alto, su cui scorre un carrello con quattro ruote con gola a "V", di diametro 60 mm e spessore 15 mm.

Le ruote sono indipendenti tra loro, infatti il movimento è trasmesso da una catena di tipo 420 (lunghezza maglie: mezzo pollice).

La catena è messa in movimento da un pignone fissato sull'albero del motore, e tirata mediante un *pignone folle* montato dalla parte opposta su un meccanismo di tiraggio a doppia barra filettata. È fissata sul carrello mediante due bulloni M4 infilati tra le maglie.

Di seguito è possibile vedere la catena, in fondo alla fotografia c'è il sistema di tiraggio, e alle spalle del punto di ripresa il motore con il pignone (visibile nel capitolo successivo).



Di seguito particolare del *tiracatena* a doppia barra filettata:



avvitando i dadi interni (i più vicini al pignone), la catena viene tirata, mentre svitandoli, viene allentata. Quando si è ultimata la regolazione (eseguita con il carrello in funzione per verificare che la catena non giri storta o non produca rumori), si avvitano i due dadi esterni, per assicurare il mantenimento della regolazione.

6.2 - MOTORE (asse X)

È stato utilizzato un motore con motoriduttore funzionante a 24 V, la cui potenza risulta essere 250 W.

Il motore proviene da materiale di recupero.

Il motoriduttore è del tipo a vite senza fine (accoppiata con una ruota dentata), infatti riduce di molto la velocità del motore, ma ha una coppia elevatissima.

Il motore è fissato alla struttura dei binari mediante i suoi 3 punti di fissaggio.

L'albero del motore ha l'estremità che fuoriesce dal corpo del motoriduttore di soli 8 mm, con un perno filettato. Pertanto è stato realizzato (partendo da un distanziale M6), un perno filettato da avvitare sull'albero motore. Per rendere il perno realizzato solidale con l'albero è stato saldato.

La potenza del motore è stata quantizzata sperimentalmente, in quanto privo di qualsiasi etichetta e riferimento ad un *datasheet*.

Aprendo la carcassa metallica, è stato possibile determinare il numero di poli di statore (2 poli) e il numero di cave rotoriche (12 cave).

Di seguito è riportata la fotografia del motore montato:



Sotto è riportata la fotografia del motoriduttore aperto, le tre lamelle in alto a destra fanno parte dell'encoder, che è stato rimosso in quanto permetteva la rotazione solo in un senso.



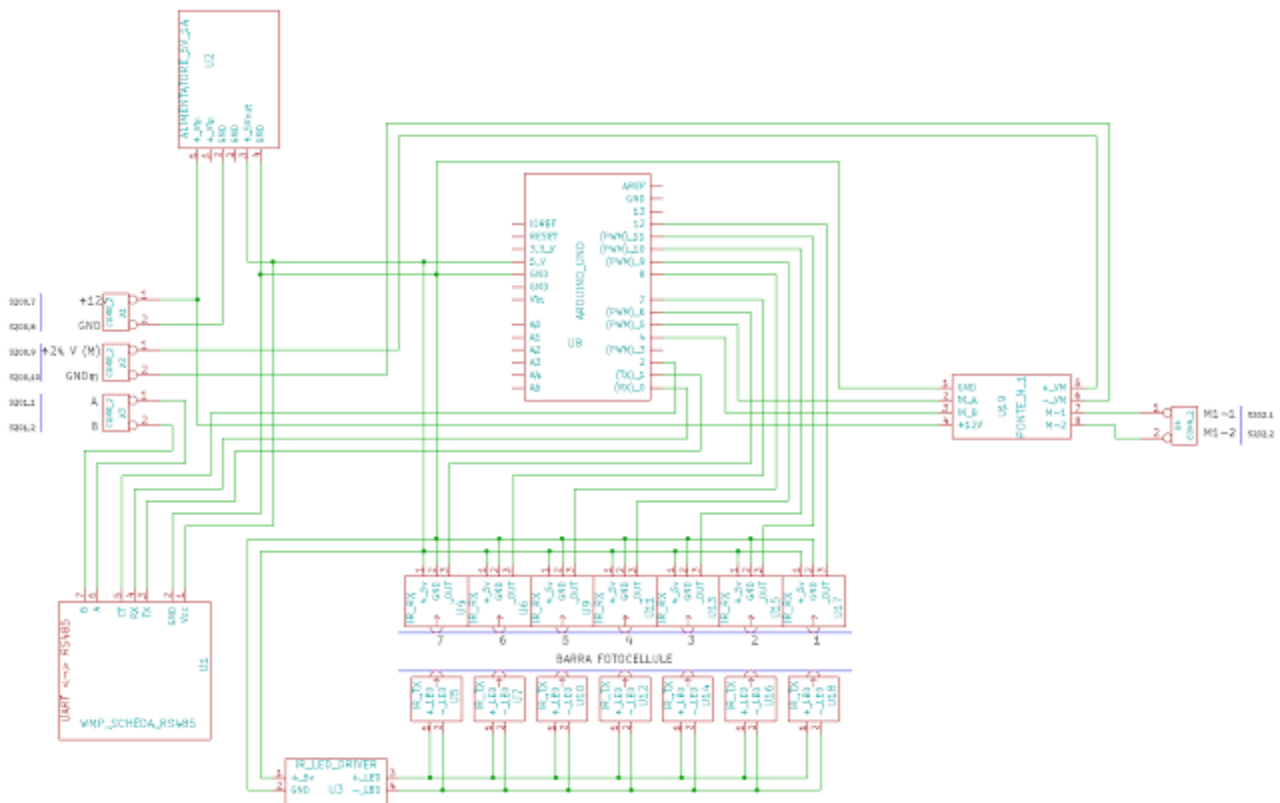
Alcune fotografie del corpo motore aperto (a sinistra: induttore (statore) ; a destra: indotto (rotore) :



6.3 - ELETTRONICA (asse X)

Per il controllo dell'asse X è stato previsto un sistema a microcontrollore (atmega328, Arduino UNO), che controlla la posizione attuale del carrello e, in caso di posizione richiesta diversa, attiva il relè del ponte H che corrisponde al movimento verso la posizione stabilita.

Lo schema del circuito è il seguente (elaborato grafico n° S101):



Le fotocellule dalla 2 alla 7 sono le posizioni del magazzino, la numero 1 è la posizione di carico/scarico, dove c'è il nastro trasportatore.

IL circuito viene alimentato a 12 V, in modo che, anche se ci sono cadute di tensione sulla linea di alimentazione, l'alimentatore U2 (capitolo 5.7) regola la tensione a 5 V.

Il ponte H (U19, capitolo 5.6) è l'unico componente ad essere alimentato direttamente a 12 V, in quanto i relè funzionano a 12 V (questo per evitare di utilizzare relè a 5 V, che darebbero disturbi sull'alimentazione del microcontrollore, e sono molto più rumorosi).

IL ponte H comanda il motore, e quest'ultimo è alimentato a 24 V (linea galvanicamente isolata dalla linea di alimentazione delle schede di controllo).

In basso ci sono le fotocellule (TX + RX), i trasmettitori (U5, U7, U10, U12, U14, U16, U18; capitolo 5.5.1) sono pilotati dal driver per led infrarossi a 38 kHz (U3, capitolo 5.5.1).

I ricevitori infrarossi (U4, U6, U9, U11, U13, U15, U17, U19; capitolo 5.5.2) sono collegati agli ingressi del microcontrollore, per la rilevazione della posizione.

U1 è il convertitore UART-RS485 (capitolo 5.4.1), ed è collegato ai pin 0 e 1 di Arduino (UART), e al morsetto X3 (rete RS485). Le resistenze di terminazione, *pull-up* e *pull-down* devono essere tutte disinserite, in quanto il convertitore è un nodo intermedio della rete 485.

I cavi di collegamento del bus seriale UART e del bus RS485 devono essere del tipo AWG26 schermati e a coppie ritorte (vedi capitolo 5.4).

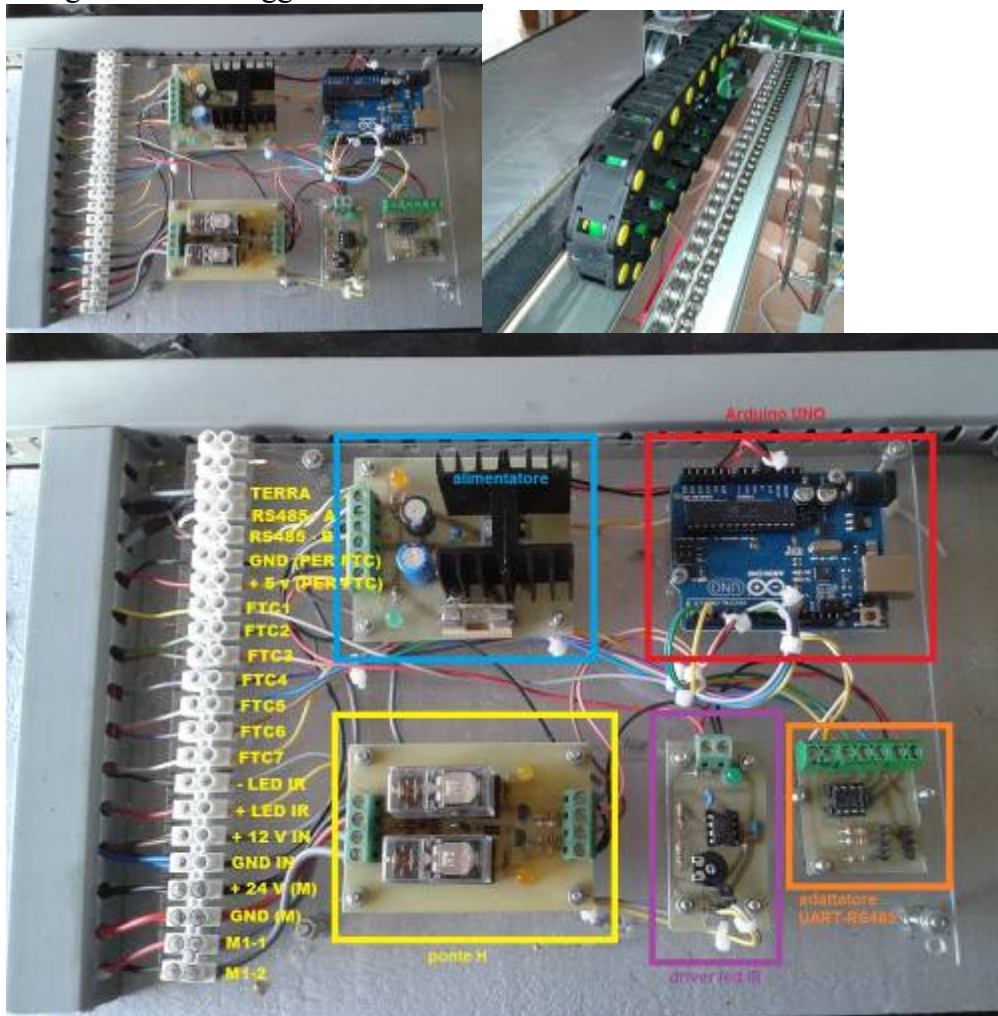
Il programma caricato su Arduino è riportato nel capitolo 15.2.

Le schede sono state montate su un piano in plexiglass, quindi collegate ad una morsettiera per il collegamento con l'impianto.

Per collegare le schede sul carrello con il resto dell'impianto è stata utilizzata una catena passacavi, della ditta "Brevetti Stendalto", in cui passano tre cavi multipolari:

- quadripolare schermato 2x1;2x0,75 per le tensioni dei motori;
- bipolare 2x0,75 per la tensione delle schede di controllo;
- bipolare AWG26 schermato a coppie ritorte per il bus RS485;

Fotografie del cablaggio dell'asse X:



7 - ASSE Y-Z

L'asse Y ha il compito di muovere verticalmente l'elevatore, mentre l'asse Z rappresenta le forche che hanno il compito di prelevare il pallet dallo scaffale.

I due assi sono stati uniti in quanto l'asse Z è molto semplice, pertanto poteva essere integrato nel sistema dell'asse Y.

7.1 - MECCANICA (asse Y)

L'elevatore scorre verticalmente mediante due guide per cassette pesanti, a sfilo con tre elementi, con sfere a gabbia per diminuire l'attrito.



La lunghezza delle guide è di 35 cm e la parte fissa è stata montata alla struttura verticale del carrello, mentre quella mobile è solidale a due staffe angolari, su cui è montato il meccanismo dell'asse Z.

Per la movimentazione è stato realizzato un sistema di carrucole con due corde: una che solleva l'elevatore e l'altra che lo tira verso il basso (utile in caso di blocco di una guida per via di sporcizia).

La doppia carrucola, montata sul motore, è realizzata in bachelite, e ha due avvolgimenti separati, con foro di passaggio per fissare la corda.

Le due corde (che inizialmente seguono due percorsi separati), si fissano entrambe sul retro dell'elevatore.

Fotografie: a sinistra c'è il meccanismo dell'elevatore, una corda passa sulla carrucola in alto, e l'altra passa sotto una piccola carrucola dietro al motore. A destra particolare della carrucola a doppio avvolgimento.



7.2 - MOTORE (asse Y)

È stato utilizzato un motore per portoni basculanti con motoriduttore incorporato.

Il motore è della ditta Silvelox (marcato 1466), e ha i seguenti dati di targa:

Vn (Vdc)	24	36
P (W)	220	360
Rpm	90	120

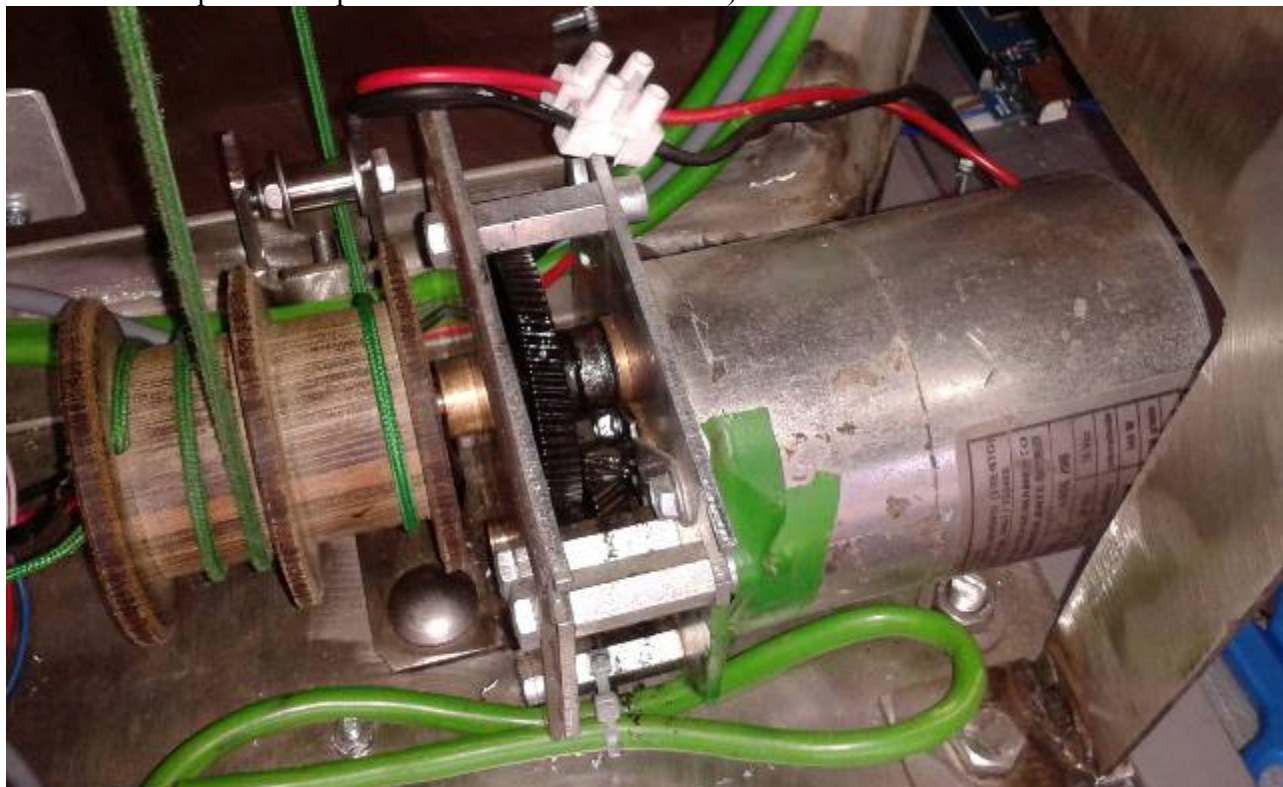
A destra è riportata l'etichetta del motore (in due parti separate):



Il motoriduttore è dotato di ruote dentate a denti elicoidali (per una migliore aerazione e distribuzione del lubrificante), per ridurre il moto e aumentare la coppia.

Il motore è dotato anche di un *encoder rotativo*, che però non è stato utilizzato in quanto la corda non è sempre tirata allo stesso modo, quindi per questa applicazione risulterebbe meno affidabile delle fotocellule.

Fotografia del motore montato (il nastro isolante verde copre il foro dell'encoder, per evitare infiltrazioni di polvere e sporcizia all'interno del motore):



Il motore viene alimentato a 12 V per ridurre la velocità, in quanto quella nominale sarebbe troppo elevata.

7.3 - MECCANICA (asse Z)

L'asse Z è realizzato con delle piccole guide da cassette a due elementi a sfilo, con sfere a gabbia per diminuire l'attrito.

Le guide vengono utilizzate direttamente come forche, in quanto sono della misura adeguata.

Le due guide sono unite insieme da una piastra, su cui è fissato il perno per la movimentazione.

Il motore è accoppiato (con un giunto in gomma) ad una barra filettata TPN di diametro 20 mm (*barra trapezia*, per automatismi ad alta precisione). La barra TPN muove avanti e indietro la chiocciola, sulla quale è infilato il perno delle forche. Il perno non è stato fissato saldamente, ma solo infilato, perché la barra, mentre gira, oscilla leggermente in verticale, e in questo modo non influenza la linearità del moto delle forche.

Fotografia del sistema a barra filettata dell'asse Z (ancora in fase di montaggio):



7.4 - MOTORE (asse Z)

Viene installato un motore di ridotta potenza, da 50 W, con un motoriduttore a due ruote dentate a denti dritti.

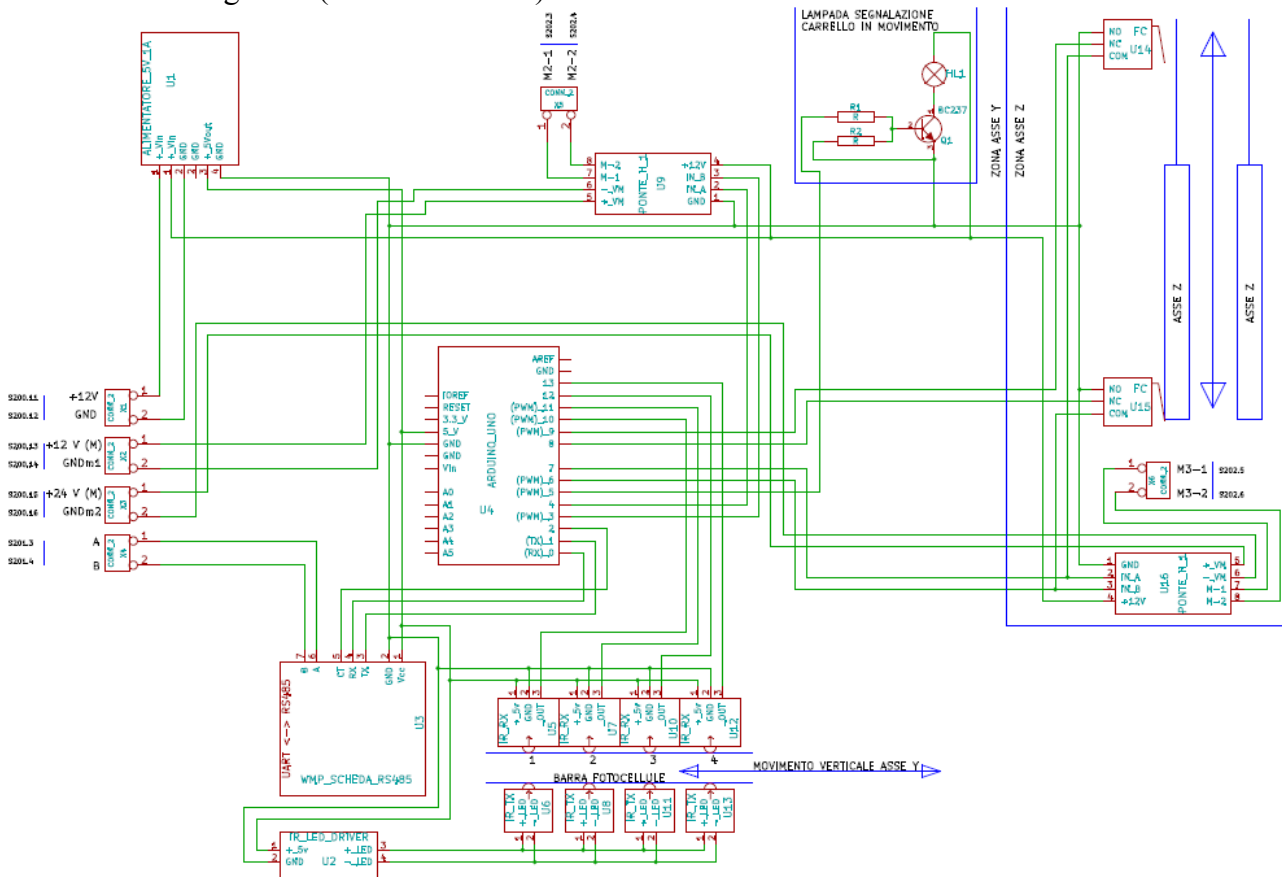
Il motore ha una velocità a vuoto di 240 rpm, ed è alimentato a 24 Vdc (la sua tensione nominale), anche se la potenza non è alta, riesce comunque a superare la coppia resistente, in quanto il meccanismo a barra TPN costituisce un motoriduttore con un alto rapporto di riduzione.

Il motore proviene da una pompa per liquidi corrosivi del tipo Autoclude:



7.3 - ELETTRONICA (asse Y-Z)

Come accennato in precedenza, l'elettronica degli assi Y e Z è integrata nello stesso sistema. Lo schema è il seguente (schema n° S102):



La parte relativa all'alimentazione e al collegamento alla rete RS485 è analoga a quella dell'asse X, la parte di controllo dell'asse Y ha 4 fotocellule invece che 7, per il resto è uguale.

Viene aggiunto un ulteriore controllo (in alto a destra), che è quello per l'asse Z, infatti c'è un ponte H (per il controllo del motore) e due finecorsa, che sono collegati agli ingressi dell'Arduino, ma, interrompono anche le linee dei relè del ponte H, in modo da avere un controllo più affidabile, in quanto ci sono solo due punti di fermata.

Il morsetto X6 si utilizza per il collegamento del motore dell'asse Z.

Le tensioni da collegare qui sono 3: quella per le schede di controllo e le due tensioni dei motori.

I conduttori che passano attraverso la linea blu (nel riquadro dell'asse Z) devono passare attraverso la catena passacavo.

La lampada di segnalazione (riquadro piccolo blu in alto), serve a segnalare il movimento del trasloelevatore, e ogni sua azione (carico e scarico).

La lampada, dato che funziona a 12 V e assorbe una corrente di 150 mA, è controllata tramite un transistor (Q1) polarizzato tramite le resistenze R1 e R2, per poter attivare la lampada con un'uscita dell'Arduino. Il comando di accensione della lampada viene inviato via RS485 dallo *slater*.

Le schede sono state montate su un piano in plexiglass sagomato a trapezio, per occupare tutto lo spazio disponibile di una parete del trasloelevatore.

Il piano in plexiglass è stato fissato sulla parete in acciaio con 4 bulloni. Questo perché in caso di modifica al cablaggio o aggiunta di una scheda, è sufficiente smontare il piano e forarlo, e la struttura in plexiglass facilita le lavorazioni, che sarebbero molto difficoltose (anche per via dello spazio scarso) direttamente sull'acciaio.

Non è stata prevista la morsettiera di collegamento, per via dello spazio scarso, appena sufficiente per le sole schede.

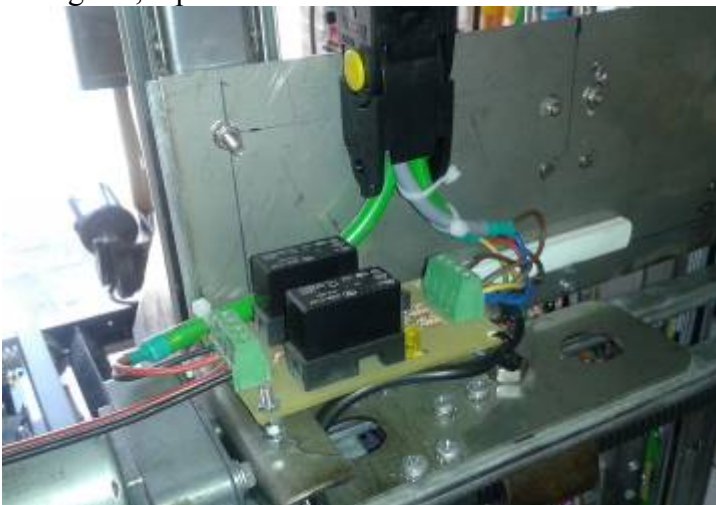


A sinistra fotografia delle schede di controllo montate. Come è evidente sono le stesse dell'asse X, montate diversamente.

Sotto, la lampada di segnalazione montata sulla traversa più alta del trasloelevatore:



Di seguito, il ponte H dell'asse Z:



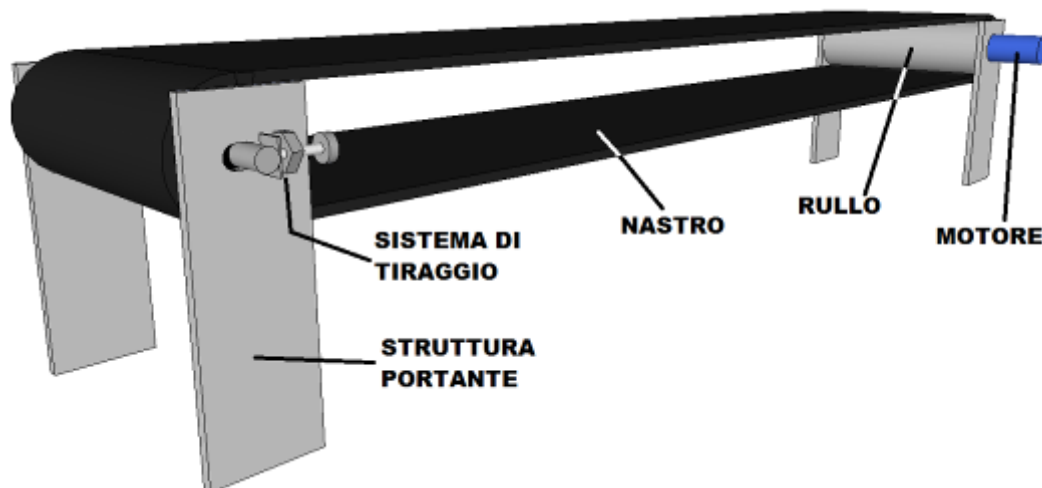
9 - NASTRO TRASPORTATORE

Il sistema è stato dotato di un nastro trasportatore per movimentare i carichi dalla zona magazzino alla zona del personale, in quanto la zona in cui opera il trasloelevatore non deve essere accessibile alle persone, per evitare danni alle stesse.

9.1 - MECCANICA (nastro)

Il nastro trasportatore è composto essenzialmente da quattro parti:

- 2 rulli;
- il motore;
- nastro;
- sistema di tiraggio;
- struttura portante.



I rulli servono per il sostegno del nastro e per farlo scorrere, devono avere il diametro più grande del raggio minimo di curvatura del nastro. Possono esserci anche rulli più piccoli posti in punti intermedi, per sostenere il peso del carico qualora sia eccessivo. I rulli intermedi possono essere sostituiti da una lamiera. Nel progetto i rulli sono due tubi tappati alle estremità.

Il motore è collegato ad uno dei due rulli principali, direttamente o tramite un motoriduttore, per fornire il moto. Si tratterà nel capitolo 9.2.

Il nastro è la parte vera e propria (chiamato anche *tappeto*), che viene a contatto con il materiale da spostare, deve essere sufficientemente abrasivo da poter trainare il carico senza slittamenti, ma non troppo, per evitare di danneggiarlo.

Nel progetto è stata utilizzata una striscia di carta abrasiva unita alle estremità, utilizzata normalmente come ricambio per le macchine levigatrici a nastro.



Il sistema di tiraggio serve a tenere in tensione il nastro, solitamente è montato sul rullo folle, da entrambe le estremità.

È stato realizzato un sistema a vite, in cui avvitando la vite, si tira il nastro e svitandola si allenta. È stato inserito anche un dado di sicurezza, che deve essere allentato prima di ogni operazione di tiraggio, quindi nuovamente serrato.



Visuale totale del nastro trasportatore:



9.2 - MOTORE (nastro)

È stato utilizzato un motore in corrente continua con motoriduttore, della ditta “Japan Servo”.

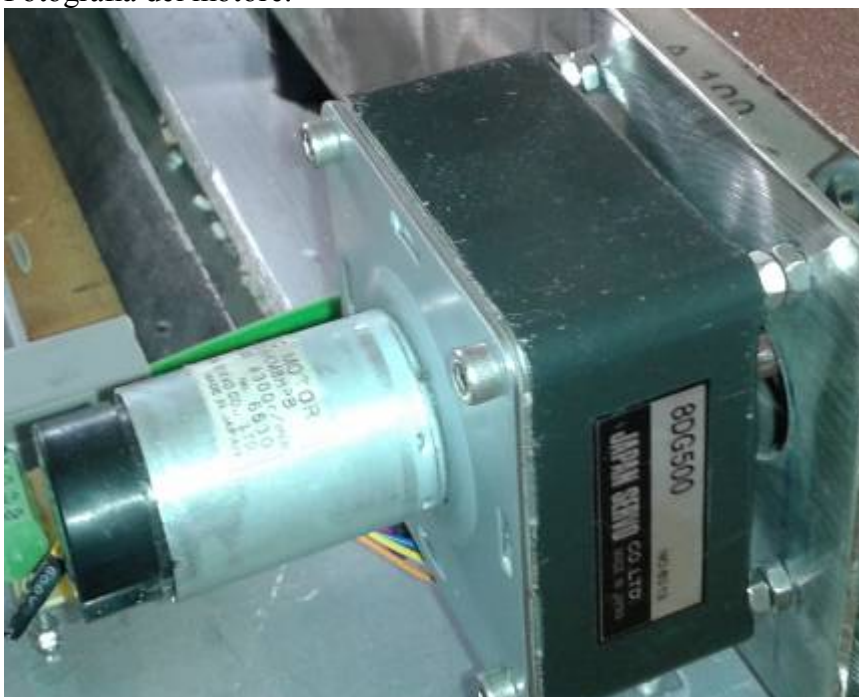
Il motore funziona a 24 V, e il numero di giri dell'albero del motore è 4300 rpm. Il motore agisce su un motoriduttore, che riduce i giri fino a 30 rpm, che, accoppiati al rullo di diametro 50 mm, si traducono in una traslazione del nastro di 7,8 cm (crf rullo = 157mm).

Il motore è dotato anche di un sensore ad *effetto Hall*, accoppiato con un magnete posto sul rotore per il controllo del numero di giri e della velocità di rotazione. Non è stato utilizzato in questa applicazione per semplificare la gestione, in quanto il motore deve traslare il nastro in modo che raggiunga solo due posizioni fisse.

Etichette del motore:



Fotografia del motore:



9.3 - ELETTRONICA (nastro)

Il sistema di controllo del nastro trasportatore è composto semplicemente da un ponte H (cap. 5.6) e da una fotocellula IR (cap. 5.5). Il led trasmettitore della fotocellula in questo caso è collegato ad un pin dell'Arduino, configurato per generare un onda quadra da 38 kHz (con la funzione pinTone, in uscita sul pin 3), per semplificare il circuito complessivo.

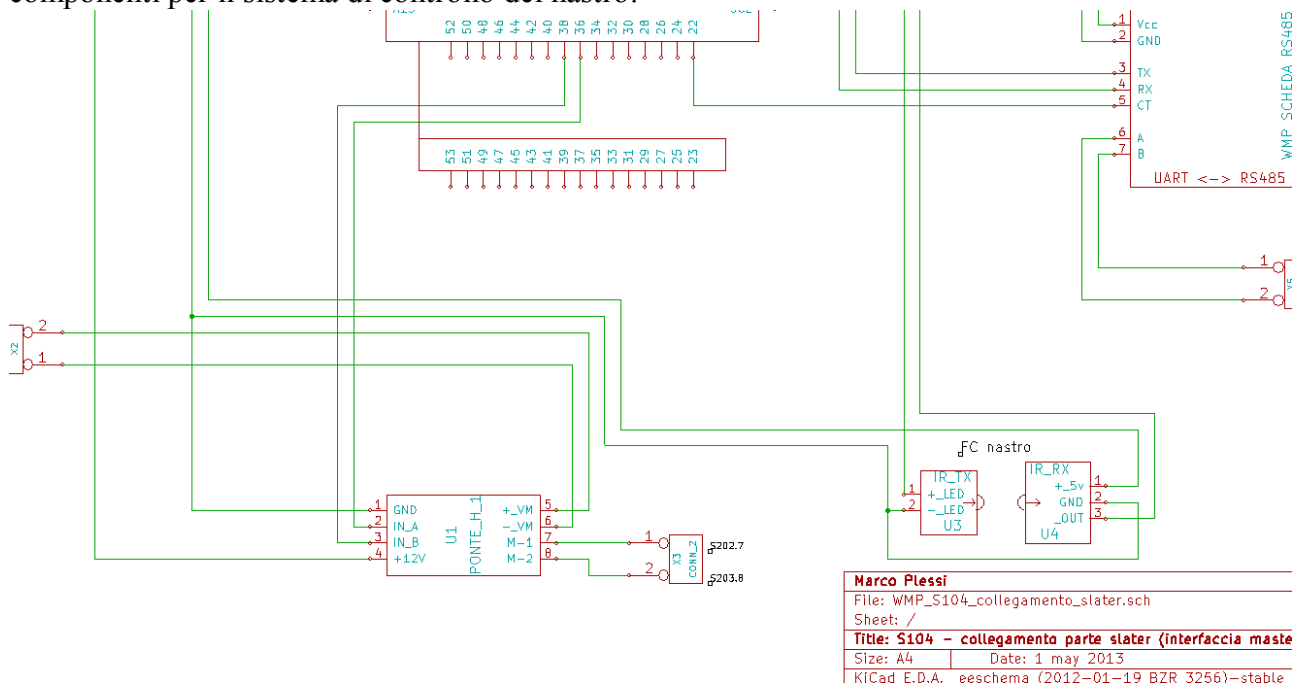
Il sistema è controllato dallo slater (cap. 9), e non da un Arduino dedicato, questo a causa dell'estrema semplicità del sistema.

Quando lo slater riceve il comando dal master via UART di far uscire il pallet dalla zona magazzino, attiva il ponte H per far avanzare il motore in avanti e attende 6 secondi, dopodiché lo ferma.

Quando invece il comando comunica di fare rientrare il pallet nella zona magazzino, lo slater attiva il ponte H per fare marciare il motore indietro, finché la fotocellula non rileva il pallet, quindi il motore si ferma.

Il fatto che il pallet quando torna indietro si fermi sempre nello stesso punto, aumenta anche la precisione dell'intero sistema del magazzino.

Di seguito è riportato il frammento dello schema dello slater (n° S104) relativo al collegamento dei componenti per il sistema di controllo del nastro:



Il morsetto X3 deve essere collegato al motore del nastro.



A sinistra fotocellula del nastro; il ricevitore è fissato sulla parete esterna degli scaffali, il modulo è stato saldato sulla scheda senza accorciare i reofori, in modo da poterlo orientare piegandolo.

Il trasmettitore è fissato alla struttura del nastro con un bullone M3, in modo da poter ruotare la scheda sull'asse del bullone per regolare meglio il punto in cui il pallet si deve fermare.

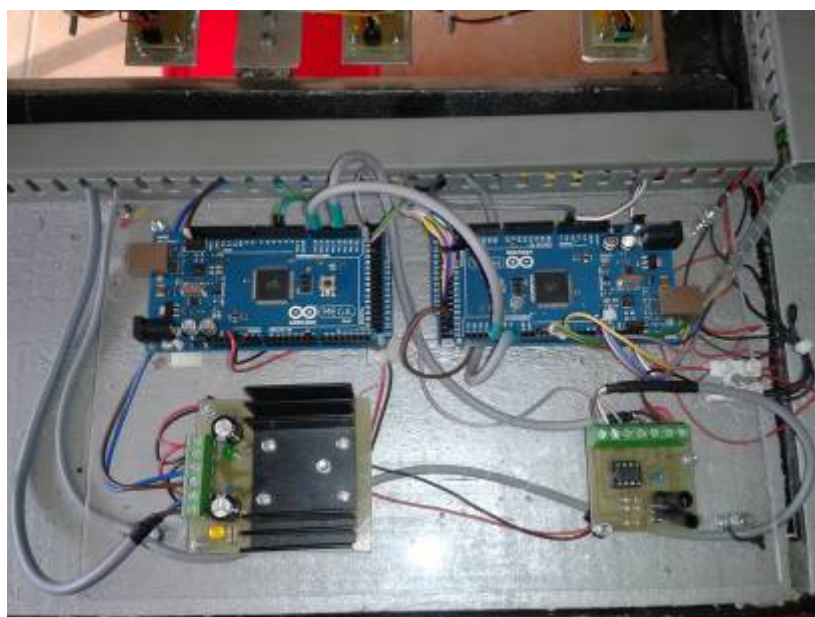
Di seguito, il motore del nastro, e al suo fianco, il ponte H per il pilotaggio.



9 - CENTRALINO DI COMANDO (master + slater)

Per controllare tutto il sistema, è necessario un centralino che comandi tutto. Questo centralino è diviso in due schede separate, che svolgono due distinte funzioni: il *master* e lo *slater*.

Il funzionamento del sistema degli ordini è già stato esposto nel capitolo 3, quindi in questo capitolo non se ne parlerà, ma verranno spiegate le caratteristiche delle due schede, i loro schemi, a cosa sono collegate, e il sistema complessivo master+slater.



A sinistra la foto del centralino di comando, composto da master (in alto a destra), slater (in alto a sinistra) alimentatore e adattatore UART-RS485 (in basso). I cavi grigi più grossi rispetto gli altri sono gli AWG26 delle comunicazioni.

9.1 - MASTER

Il master ha il compito di controllare gli ordini e i carichi dei prodotti, nonché le quantità.

Per realizzare il terminale, sono stati collegati al master (Arduino Mega2560) una pulsantiera (a 12 pulsanti) e un display alfanumerico HD44780 a 20 colonne e 4 righe.

Per il controllo del display è stata utilizzata una libreria nativa di Arduino.

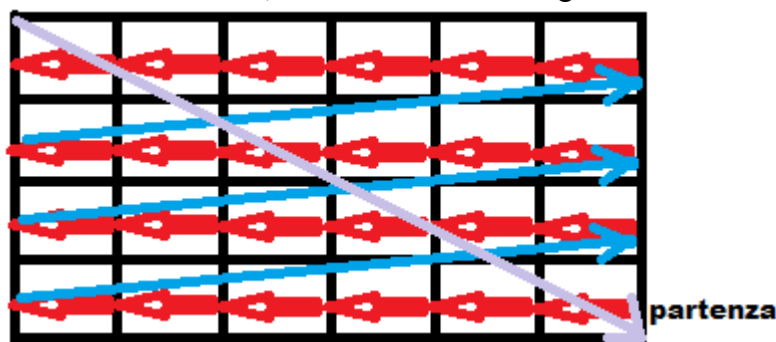
Il sistema è dotato di un menu a 4 voci: nuovo ordine, gestione ordini, carico materiale, gestione materiale.

Il menu “nuovo ordine” serve ad inserire nel sistema nuovi ordini di prodotti (massimo 4 ordini da 4 prodotti ognuno), e quando si attiva, bisogna inserire il numero del prodotto (codice $0 \div 23$, fare riferimento al capitolo 4.1) e la quantità desiderata ($0 \div 9$ pezzi). Se sono stati inseriti dati validi (codice tra 0 e 23, quantità non superiore a 9 pezzi e non superiore ai pezzi presenti a magazzino, riportati nella relativa schermata), si passa alla conferma dell'ordine e alla richiesta di altri prodotti da ordinare. In questo caso l'ordine viene memorizzato e gestito anche in relazione al mancato ordinativo di altri prodotti. Ogni volta che viene attivato il menu, se ci sono già ordini in memoria, il sistema cerca automaticamente la prima locazione di memoria libera, se è già piena (4 ordini memorizzati), non viene attivato.

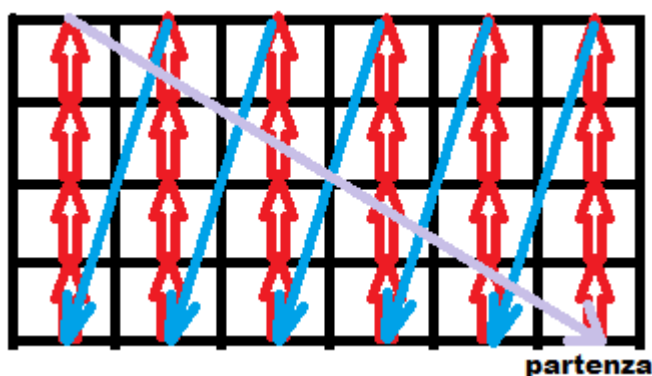
Il menu “gestione ordini” visualizza gli ordini attivi e i prodotti memorizzati in ognuno, e offre la possibilità di eliminarli.

Il menu “Carico prodotti” permette di caricare dei prodotti a magazzino (massimo 4 prodotti), e funziona in modo analogo al menu “nuovo ordine”, ma la quantità impostata, oltre ad avere un massimo di 99 pezzi, viene aggiunta al magazzino e non sottratta.

Il menu “gestione materiale” permette di visualizzare tutte le quantità dei prodotti a magazzino e quelle in arrivo. È possibile accedere al menu “area protetta” (solo con inserimento di password, impostata di default a “1234”), in cui è possibile modificare manualmente le quantità dei prodotti ed avviare una procedura di test, selezionabile tra due modalità: orizzontale e verticale. Nella modalità orizzontale, il trasloelevatore viene fatto passare per tutte le posizioni prevalentemente con un movimento orizzontale, secondo lo schema seguente:



Il test verticale invece funziona secondo lo schema seguente:



Durante il funzionamento, il master invia al controller del display a 7 segmenti i dati da visualizzare, che possono essere molteplici:

Durante il carico/scarico, viene visualizzata la seguente sintassi:

<codice prodotto> <carico/scarico> <quantità>

L'etichetta <carico/scarico> corrisponde a due simboli, rappresentanti una freccia *su* o *giù*.

Quando si tratta di operazioni di scarico (ordine prodotti), viene visualizzata la freccia che indica in *giù*, e quando si tratta di operazioni di carico viene visualizzata la freccia in *su*.

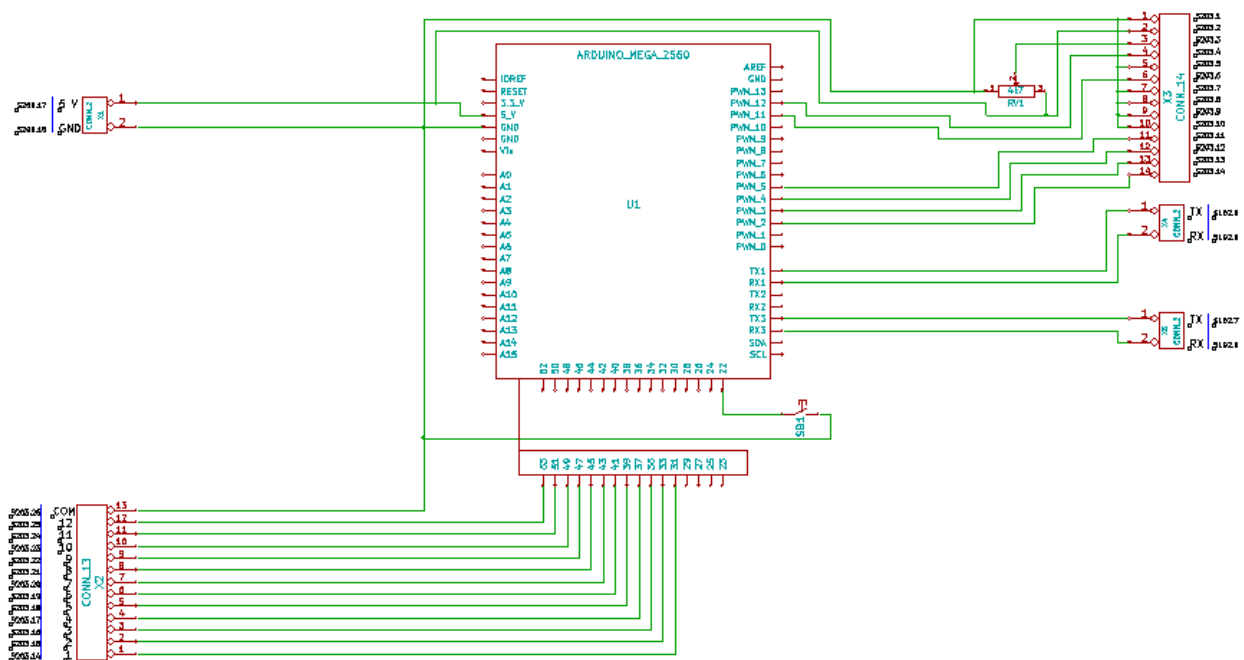
Quando l'operatore preme il pulsante di *operazione effettuata*, viene visualizzata la scritta "Att--" che significa "attendere".

Il pulsante collegato al pin 22 è la conferma di *fine operazione*, che deve essere premuto dall'operatore ogni volta che finisce le operazioni di carico/scarico.

Quando tutte le operazioni sono finite il display visualizza "0o0o0": si tratta di una simbologia che significa "*fine delle operazioni*".

Per il funzionamento specifico del controller per il display a 7 segmenti, occorre fare riferimento al capitolo 9.

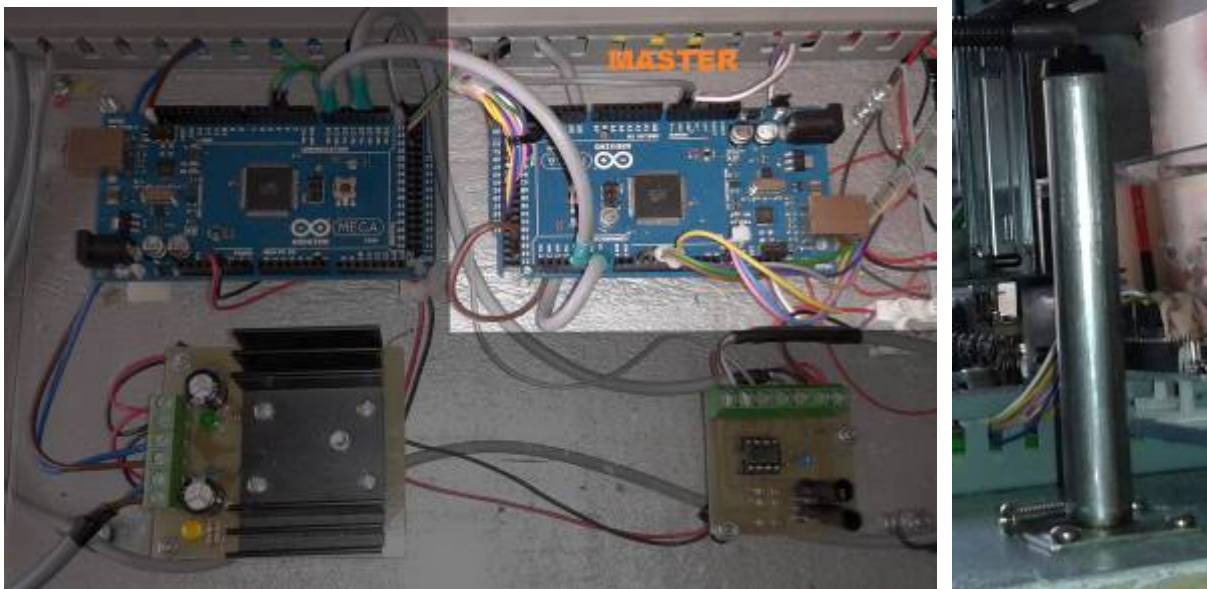
Schema del cablaggio relativo al sistema Master (schema n° S103):



Il sistema è molto semplice, infatti è composto solo da Arduino Mega, dai connettori e dal *trimmer* del display.

Il sistema di controllo generale infatti è composto da *master+slater*.

Di seguito la fotografia del centralino, con il particolare del master evidenziato (sinistra) e la colonnina del pulsante di operazioni concluse (destra):



9.1.1 - TASTIERA E DISPLAY MASTER

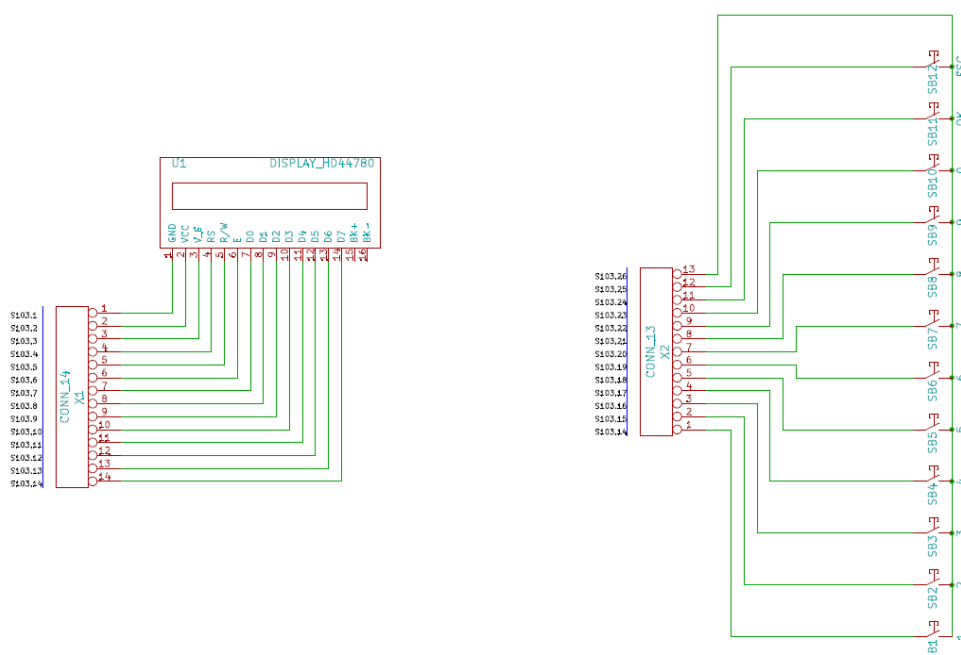
Il master è collegato ad un display 4x20 alfanumerico HD44780, per la visualizzazione dei dati, e ad una tastiera a 12 pulsanti per l'input delle informazioni.

Il display è composto da 4 righe e 20 colonne (4x20) ed è del tipo “intelligente” ovvero dotato di un microprocessore interno adibito al controllo (denominato HD44780), e permette la semplificazione del circuito e del programma, in quanto sono sufficienti 4 linee dati e due linee di controllo.

I pulsanti sono normalmente aperti, e sono stati collegati agli ingressi dispari da 31 a 53.

Il tutto è stato montato su un piano in plexiglass da 4mm, per assicurare affidabilità e stabilità al terminale, in quanto sottoposto a continue sollecitazioni meccaniche durante l'impostazione dei comandi.

Di seguito è riportato lo schema delle periferiche:



Fotografia del terminale composto da tastiera e display collegati al master:



9.2 - SLATER

Lo slater è l'interfaccia tra il master e i motori, infatti è dotato di interfaccia RS485 per collegarsi alla rete di controllo degli assi, ed è collegato al ponte H per il controllo del nastro trasportatore.

È stato progettato per diminuire il carico di lavoro del master, già abbastanza pesante a causa della gestione degli ordini.

Mediante una connessione seriale UART a 9600 bps, lo slater riceve i comandi dal master e invia i feedback allo stesso.

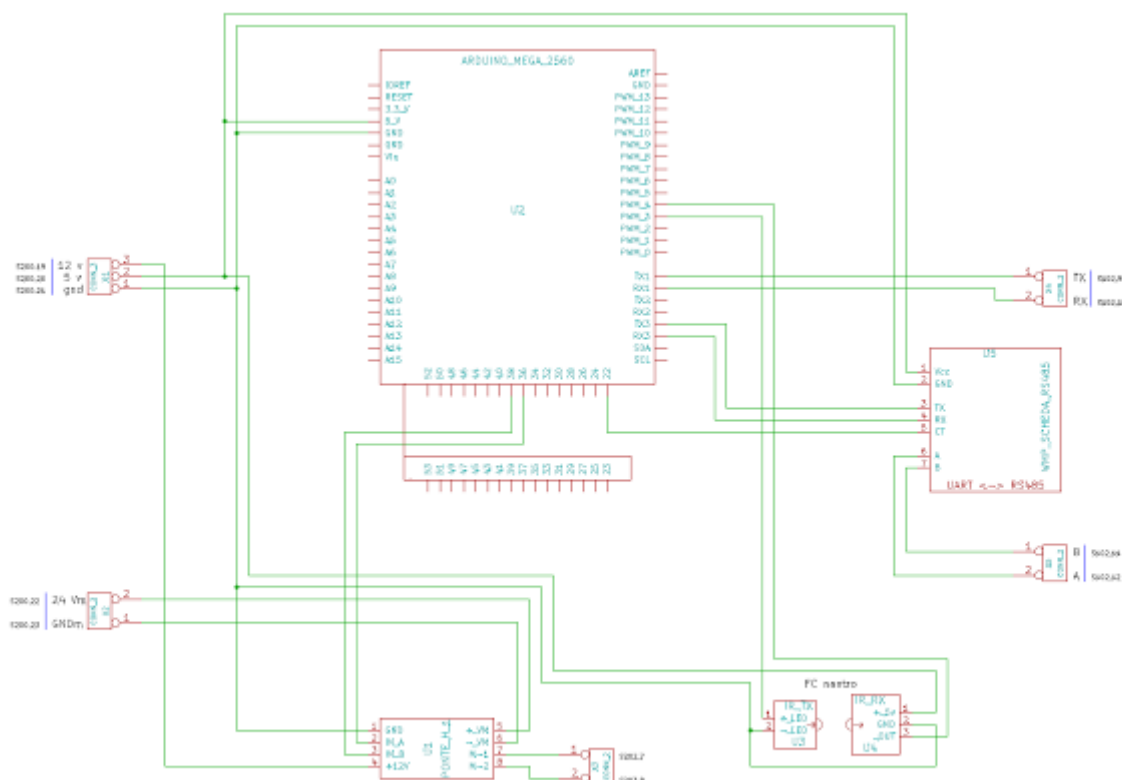
Tutti i cavi di collegamento tra le porte seriali e della rete RS485 devono essere schermati (consigliato *AWG26*)

È stato utilizzato un Arduino Mega2560, non tanto per la quantità di pin di I/O, quanto per le tre porte seriali di cui dispone.

La fotocellula consente di fermare il nastro trasportatore con il pallet esattamente in posizione di carico/scarico, anche per riposizionare il pallet, in quanto a causa delle tolleranze delle fotocellule, potrebbe spostarsi di alcuni decimi di millimetro.

Il sistema è ovviamente ampliabile, per consentire il collegamento di più periferiche (altri nastri trasportatori o spostamenti vari).

Di seguito è riportato lo schema del collegamento dello slater (schema n° S104):



10 - CONTROLLER DISPLAY CARICO/SCARICO

Per visualizzare il codice del prodotto e la quantità da prelevare o depositare, è necessario un display ben visibile, in modo da agevolare le operazioni da parte del personale addetto. È stato utilizzato un display a 7 segmenti, composto da 5 cifre, alte 16 mm.

10.1 - DISPLAY A 7 SEGMENTI (GENERALITA')

Il display a 7 segmenti è un dispositivo di visualizzazione molto diffuso, permette infatti una facile lettura, ed è semplice da pilotare.

È composto da 7 led di forma caratteristica, disposti in modo da formare un “8”. Attivando i segmenti secondo alcune configurazioni, è possibile visualizzare tutti i numeri, e alcune lettere e simboli.

I display a 7 segmenti possono essere di due tipi: *anodo comune* e *catodo comune*. I primi hanno tutti gli anodi dei led collegati assieme, e i vari segmenti si attivano collegando a massa i rispettivi pin (catodi); i secondi hanno i catodi collegati insieme e si attivano collegando a Vcc i pin dei vari segmenti.

Solitamente è presente anche il punto decimale.

I segmenti vengono denominati con le lettere minuscole da “a” ad “f”, secondo lo schema seguente:



Nel progetto sono stati utilizzati dei display a catodo comune.

10.2 - ELETTRONICA DI CONTROLLO

Per il controllo dei 5 display, è stato utilizzato un Arduino UNO (con Atmega328), collegato via UART al master.

Il master invia le cifre da visualizzare secondo lo schema:



I rettangoli rossi sono segnali di controllo, in cui il master comunica al controller che sta per inviare la cifra da visualizzare sul visualizzatore corrispondente.

I rettangoli gialli sono le cifre inviate.

È stata utilizzata la tecnica del multiplexing, per risparmiare sul numero di pin di I/O utilizzati.

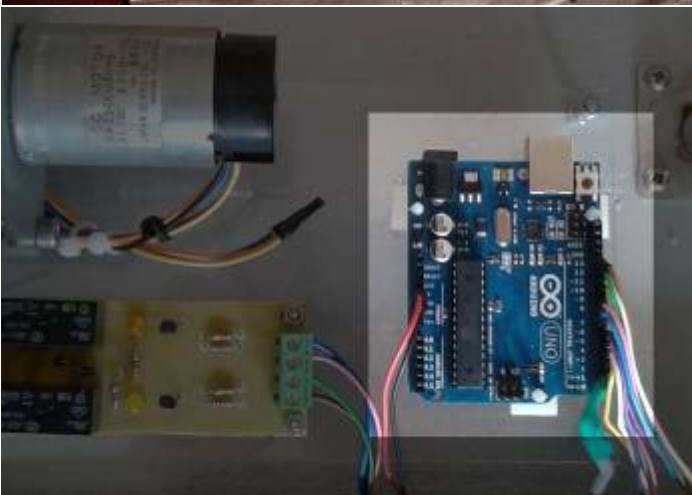
Il multiplexing sfrutta l'effetto della persistenza dell'immagine sulla retina dell'occhio umano; infatti i display vengono attivati (collegando a massa mediante un *BJT* il relativo catodo), uno alla volta, e nello stesso istante vengono attivati i segmenti nella configurazione relativa alla cifra da visualizzare. Dopo circa due millisecondi, viene ripetuto il ciclo per i display successivi, e arrivato al quinto ciclo, riparte. Questo ciclo viene eseguito molto velocemente, e l'effetto ottico risultante è l'illusione dei 5 display attivi contemporaneamente.

I segmenti dei display sono collegati tutti insieme per lettera (ovvero i segmenti "a" con gli "a" ecc.), ma si attivano solo quelli del display interessato, in quanto solo quest'ultimo è collegato a massa.



A sinistra, la scheda su cui è montato il multi display e i 5 transistor BJT NPN per il collegamento a massa consecutivo dei vari display.

I 5 cavi a sinistra sono, appunto, gli ingressi per pilotare i transistor, e i 7 in alto a destra sono i segmenti, collegati tutti in parallelo.



Particolare dell'Arduino UNO utilizzato per il controllo del display.

Il cavo grigio intestato con il *termo restringente* verde in basso a destra è un AWG26 per la comunicazione seriale con il Master.

11 - ALIMENTATORE GENERALE

Per alimentare tutto il sistema è necessario un circuito in grado di fornire tre diverse tensioni:

- 12 Vdc per il motore dell'asse Y;
- 24 Vdc per gli altri motori;
- 12 Vdc per le schede di controllo (isolati dalle linee dei motori)

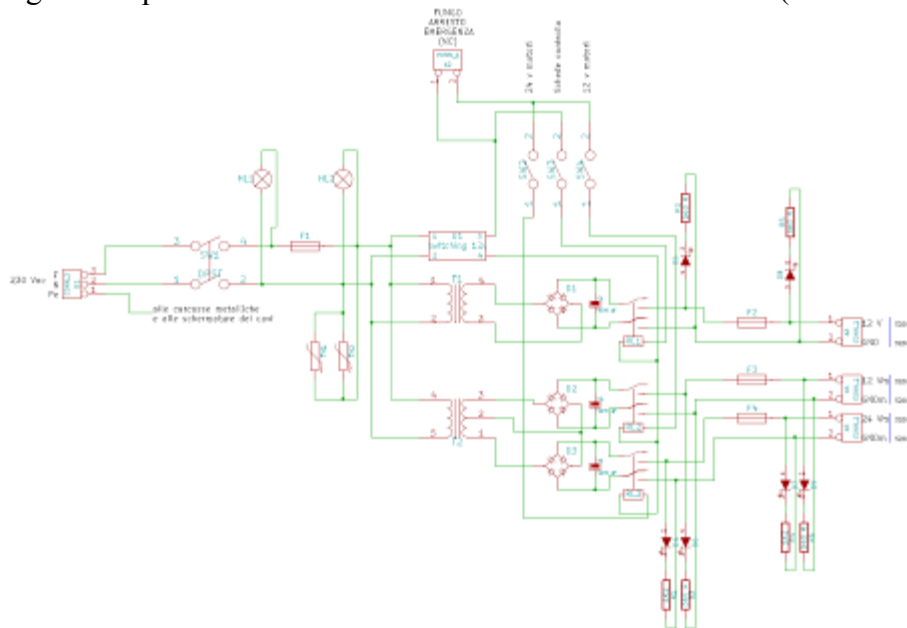
Per isolare galvanicamente le linee dei motori da quella delle schede di controllo, è necessario utilizzare due trasformatori.

Un trasformatore da 12 V per le schede e uno da 12-24 V per i motori.

Quindi è stato utilizzato anche un piccolo trasformatore *switching* per gestire il pannello dell'alimentatore.

Tutti i cavi della 230 V e delle linee dei motori sono schermati.

Di seguito è riportato lo schema elettrico di tutto l'alimentatore (schema n° S100):

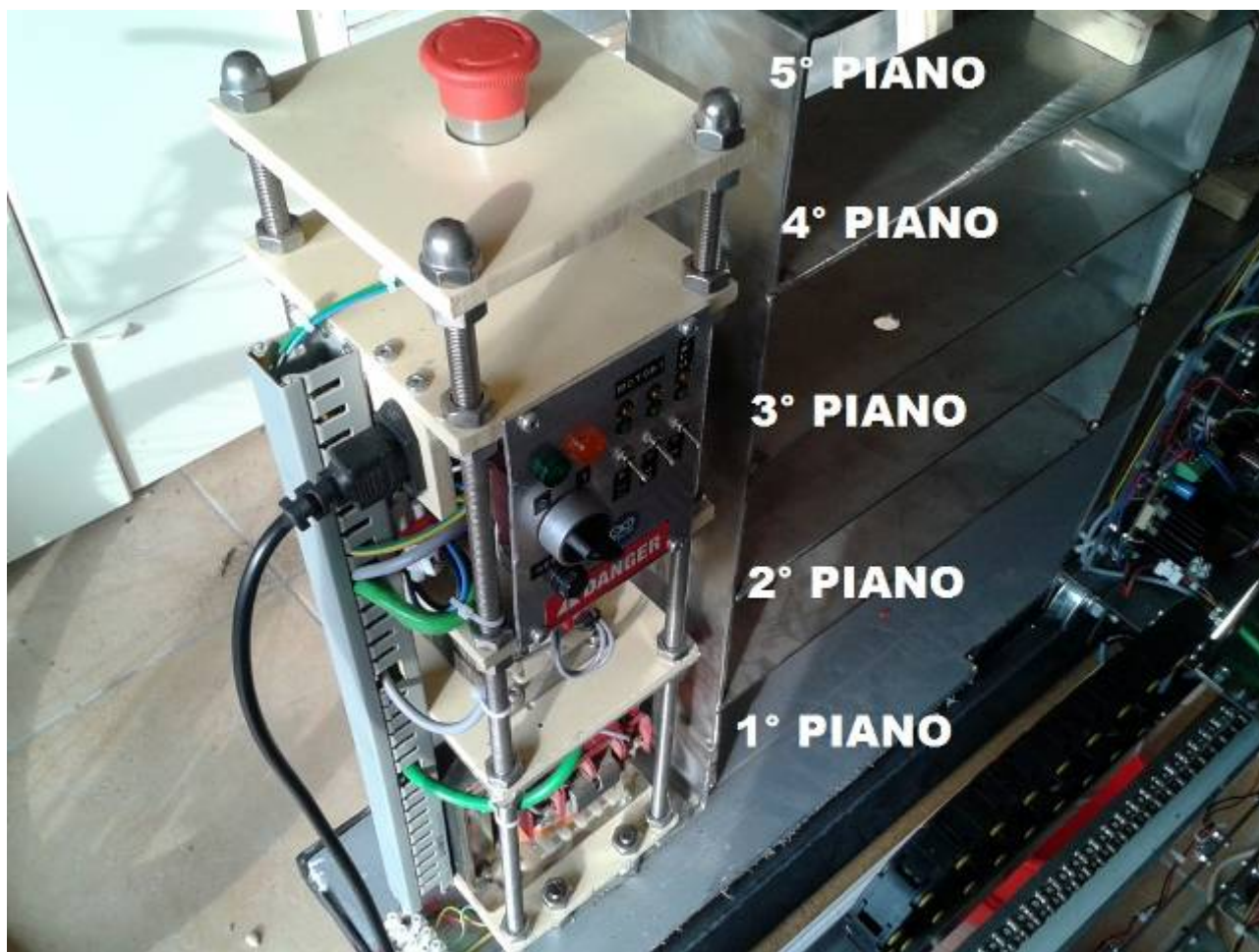


Tutte le schermature dei cavi e le carcasse metalliche devono essere collegate al conduttore equipotenziale *Pe*.

Le masse dell'alimentazione dei motori (GNDm) e delle schede di controllo (GND) non devono essere assolutamente collegate insieme, per garantire l'isolamento galvanico tra le linee, e a nessuna carcassa metallica, altrimenti potrebbero generarsi disturbi sull'alimentazione, che potrebbero influire negativamente sul funzionamento dei microcontrollori.

Il sistema viene alimentato con corrente alternata a 230 V, con frequenza di 50 Hz.

L'alimentatore è stato sviluppato su una struttura verticale a 5 piani, per ottimizzare al massimo lo spazio, realizzata mediante la sovrapposizione di pannelli in materiale plastico, distanziati da barre filettate in acciaio inox. La canalina porta cavi attraversa i piani dell'alimentatore dal primo al quarto.



11.1 - INGRESSO E PROTEZIONE 230 V

Successivamente al connettore X1, che rappresenta la spina, c'è un interruttore bipolare a selettore da pannello, per interrompere l'alimentazione a tutto il sistema (interruttore generale).

La presenza della tensione di rete viene segnalata dalle due lampade HL1 (gialla) e HL2 (verde). Il fusibile F1 da 6 A protegge la linea e i componenti dai cortocircuiti.

I varistori TH1 e TH2 proteggono dalle sovratensioni, che possono essere causate da problemi della linea a monte, o *spike* provocati dai trasformatori. In caso di sovratensione, i varistori abbassano bruscamente la loro resistenza (che normalmente è talmente alta da avere una corrente di perdita nell'ordine dei micro-ampere), in modo da cortocircuitare la linea; quindi il fusibile F1 rileva un guasto e interviene, interrompendo totalmente l'alimentazione.

La linea in uscita alimenta i trasformatori.

Il tutto è posto nel 3° piano dell'alimentatore, insieme al pannello frontale (cap. 11.2)

11.2 - SWITCHING E PANNELLO FRONTALE

Lo switching permette il controllo delle tre linee mediante tre relè, alimentati ognuno con un interruttore posto sul pannello frontale.

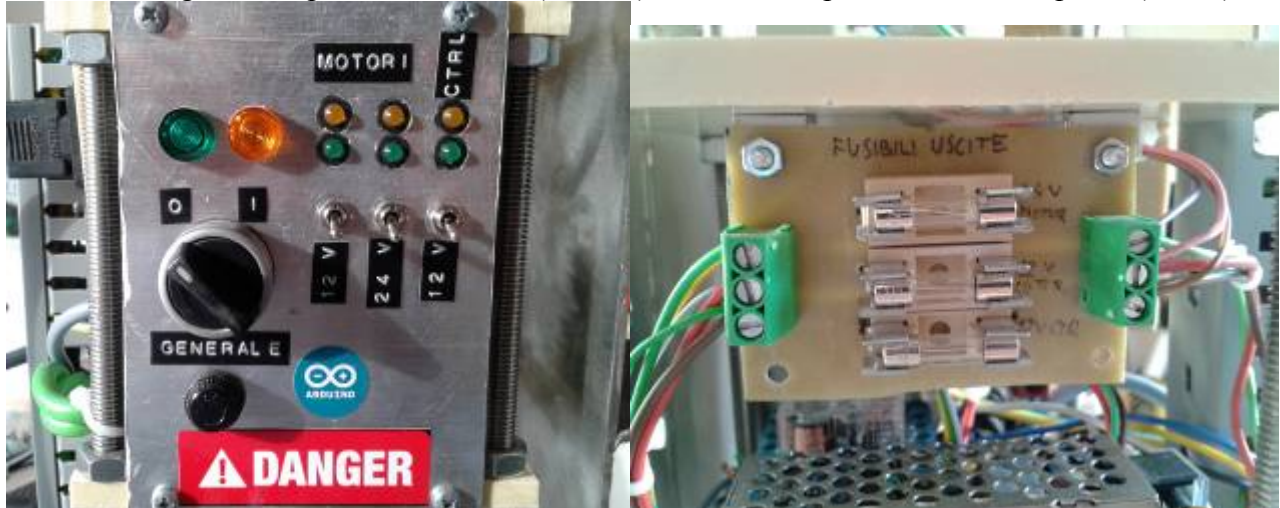
I relè delle linee dei motori sono collegati alla massa dello switching, mediante un contatto N.C. comandato dal *fungo di emergenza*, in modo che in caso di emergenza, vengano interrotte le linee di alimentazione dei motori, interrompendone il funzionamento.

Sul pannello frontale sono installati il fusibile F1, tutte le lampade di segnalazione e gli interruttori di controllo.

Sul retro del piano, c'è il pannellino con i fusibili F2, F3, F4.
Caratteristiche dell'alimentatore switching:

V _{in}	110 / 230 Vac (selezionabile);
V _{out}	12 Vdc (regolabile ± 1 V)
I _{max}	2 A

In basso, fotografia del pannello frontale (sinistra) e dei fusibili posti sul retro del piano (destra).



11.3 - LINEA 12 Vdc PER SCHEDE DI CONTROLLO

Al secondo piano dell'alimentatore, è installato il *trasformatore per l'alimentazione* delle schede di controllo, il *ponte raddrizzatore* a onda intera e il *condensatore di livellamento*.

Il fusibile della linea, le lampade di segnalazione e il relè di controllo sono al 3° piano.

La base del piano è stata realizzata con due strati in plastica, per poter inserire in mezzo un foglio di alluminio collegato a terra, per una maggiore schermatura dal piano inferiore.

Caratteristiche del trasformatore utilizzato:

S _n	50 VA
V _{1N}	230 / 400 Vac (F+N);
V ₂₀	12 / 24 Vac;
I _{1n}	0,22 / 0,125 A
I _{2n}	4,16 / 2,08 A

Caratteristiche del condensatore di livellamento:

V _L	35 V
C	4700 uF

Caratteristiche del ponte raddrizzatore KBPC2506:

V _{rms}	420 V
I _{rms}	25 A

Fusibile F2 (12 V ctrl) : 6 A / 250 V

Di seguito, fotografia del secondo piano dell'alimentatore, si nota il trasformatore (e la targa), e il ponte raddrizzatore. Sul retro (non visibile in foto) c'è il condensatore.



11.4 - LINEE ALIMENTAZIONE MOTORI (12 / 24 Vdc)

Al primo piano dell'alimentatore si trova il trasformatore per l'alimentazione dei motori, corredato dai due ponti raddrizzatori e dai due condensatori di livellamento.

Come per la linea delle schede (cap. 11.3) i fusibili, le lampade e i relè di controllo sono al 3° piano.

Caratteristiche del trasformatore utilizzato:

S_n	250 VA
V_{1N}	230 / 400 Vac
V_{20}	12 / 24 Vac
I_{1n}	1,08 / 0,62 A
I_{2n}	20,83 / 10,41 A

Caratteristiche dei condensatori di livellamento:

V_L	50 V
C	4700 uF

Caratteristiche del ponte raddrizzatore KBPC2506:

V_{rms}	420 V
I_{rms}	25 A

Fusibile F3 (12 V) : 15 A

Fusibile F4 (24 V) : 8 A

Sotto, fotografia del primo piano (sinistra) dove si vede chiaramente il trasformatore, e davanti i due ponti raddrizzatori, sul retro è visibile uno dei due condensatori di livellamento. A destra, fotografia della targa del trasformatore.



11.5 - CENNI GENERALI SULLE APPARECCHIATURE

In questo capitolo verranno spiegate dal punto di vista tecnico e teorico le apparecchiature utilizzate nell'alimentatore.

11.5.1 - TRASFORMATORE

Il trasformatore è una macchina elettrica statica, funzionante in corrente alternata.

Si basa sul principio dell'elettromagnetismo; infatti quando si alimenta l'avvolgimento primario, esso genera un flusso di campo magnetico che si concatena, per mezzo del nucleo ferromagnetico, con l'avvolgimento secondario, generando in esso una forza elettromotrice indotta.

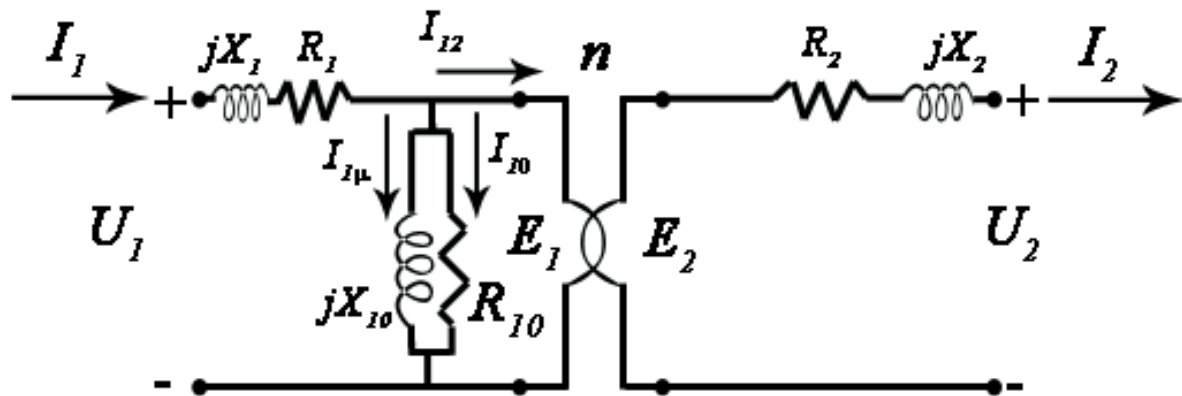
Viene definito trasformatore di potenza; infatti, la stessa potenza immessa, trascurando le perdite, viene erogata dal secondario, cambiando i parametri tensione e corrente.

Nel trasformatore reale, gli avvolgimenti hanno una resistenza, pertanto si verificano delle perdite per effetto joule; inoltre il nucleo ferromagnetico ha una *riluttanza*, e si genera una corrente di magnetizzazione, che circola anche in caso di funzionamento a vuoto.

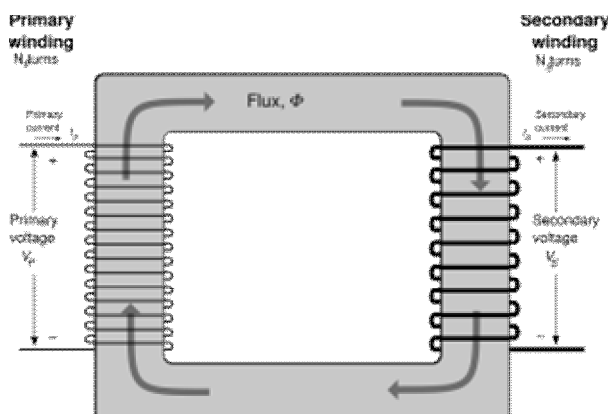
Il rapporto tra le spire (K_0) determina il rapporto che c'è tra le tensioni e le correnti (quindi anche tra i parametri longitudinali e trasversali, esposti di seguito).

Se il rapporto K_0 è maggiore di 1, il trasformatore è *abbassatore*; se è minore di 1, è *elevatore*; se è uguale a 1, si parla di *trasformatori di isolamento*.

Di seguito è riportato lo schema equivalente del trasformatore monofase.



In ingresso c'è la corrente I_1 che passa sull'impedenza 1, disperdendo calore. La corrente I_1 si deriva in I_{10} che passa sul cappio parallelo, composto dalla *reattanza di dispersione* X_{10} e dalla resistenza R_{10} . La corrente I_{12} genera effettivamente il flusso magnetico, che si concatena con il secondario, generando la I_2 , che passa sull'impedenza 2.



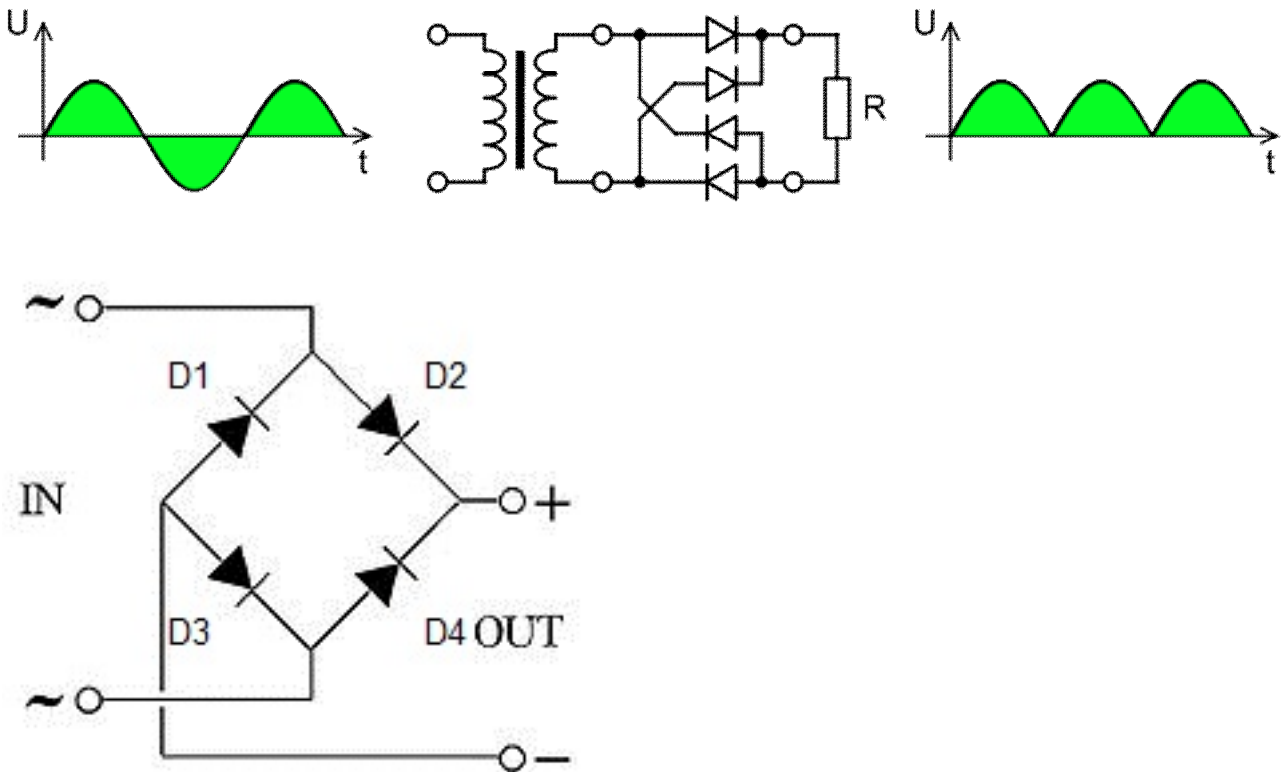
Per determinare le perdite del trasformatore a vuoto, si esegue la prova a vuoto, in cui si alimenta il trasformatore a tensione nominale e si misura la corrente assorbita e la potenza, con i morsetti del secondario aperti.

Per determinare le perdite per effetto joule, si effettua la prova di corto circuito, in cui si chiude in corto circuito il *secondario*, e si alimenta la macchina a corrente nominale, quindi si misura la potenza assorbita e la tensione sul *primario*.

I dati di targa di un trasformatore sono sempre: la *potenza nominale* (VA); *tensione primaria* (V / kV); *tensione secondaria* (V / kV); *frequenza* (Hz); dati della prova a vuoto e dati della prova di cortocircuito. Da questi dati è possibile ricavare tutti gli altri.

11.5.2 - PONTE RADDRIZZATORE

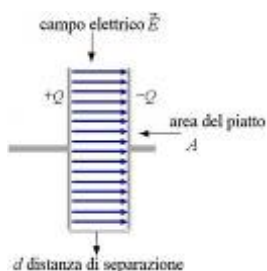
Il ponte raddrizzatore, o ponte di Graetz, è composto da quattro diodi, e permette di ottenere un segnale unidirezionale partendo da uno bidirezionale.



Quando il *semiperiodo* della corrente alternata in ingresso è positivo, i diodi D2 e D3 sono in conduzione, e si interdicono quando il semiperiodo è negativo, facendo condurre i diodi D1 e D4. Questo permette di avere sul morsetto “+” un potenziale sempre maggiore rispetto il morsetto “-”. Ogni diodo introduce una caduta di tensione di 0,7 V per i diodi al silicio e 0,3 V per quelli al germanio, quindi il segnale in uscita sarà traslato in basso di 1,4 V (silicio) e 0,6 V (germanio). Il segnale in uscita però non è idoneo ad alimentare circuiti elettronici in corrente continua e/o motori DC, ed è necessario un condensatore di livellamento (cap. 11.5.3).



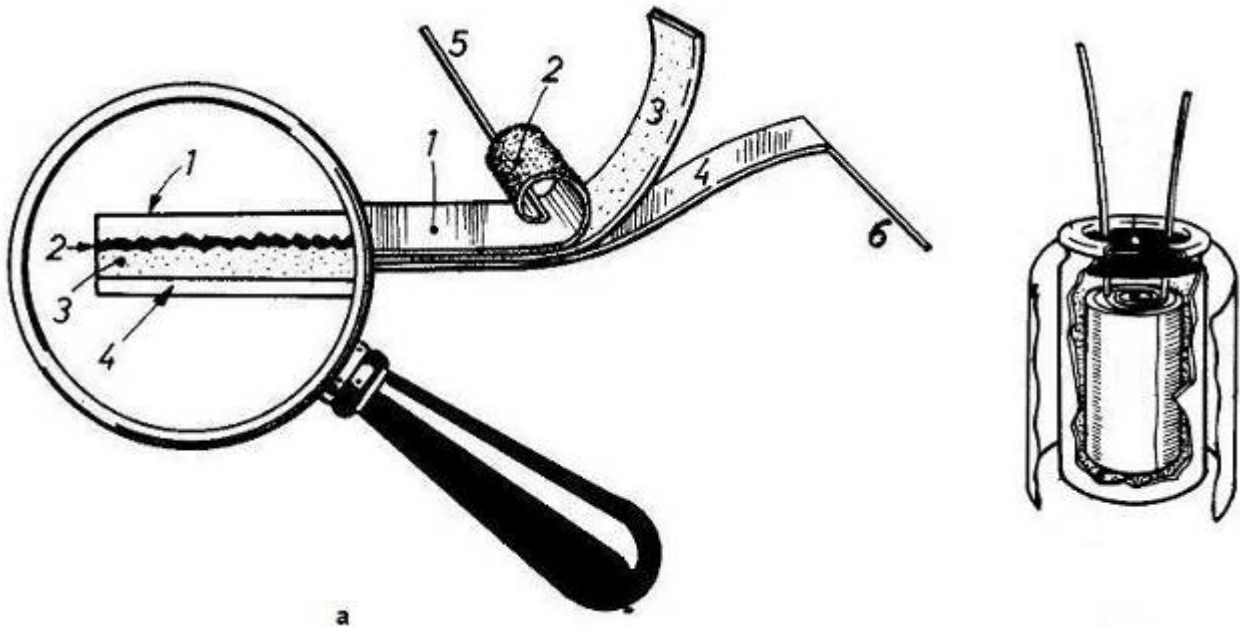
11.5.3 - CONDENSATORE DI LIVELLAMENTO



Il condensatore è un componente che, grazie a due armature metalliche collegate ai due morsetti e divise da materiale isolante, può accumulare carica elettrica.

La carica di un condensatore si esprime in *Farad* (F). i condensatori hanno anche una tensione massima di lavoro (V_L) che è il limite di d.d.p. che l’isolante può sopportare prima della rottura.

I condensatori esistono di diversi tipi, a seconda soprattutto dal tipo di isolante utilizzato. Esistono condensatori elettrolitici (come quelli utilizzati nel progetto), che sono polarizzati; infatti la piastra collegata al terminale positivo è ossidata internamente, per permettere una maggiore capacità in un minore spazio; questi sono utilizzati molto infatti per la stabilizzazione della corrente alternata raddrizzata.

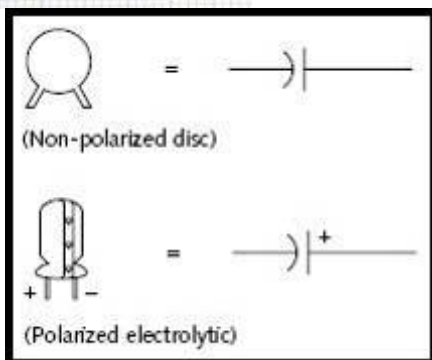


- 1) striscia di alluminio ossidata internamente;
- 2) parte ossidata del foglio di alluminio;
- 3) elettrolita;
- 4) striscia di alluminio non ossidata;
- 5) terminale positivo;
- 6) terminale negativo.

Lo “svantaggio” dei condensatori elettrolitici è che se vengono alimentati al contrario, si danneggiano, con il pericolo che gli stessi possano esplodere.



Infatti (come è visibile nella foto a sinistra), il terminale negativo è chiaramente contrassegnato, e solitamente il *reoforo* è più corto di quello positivo.

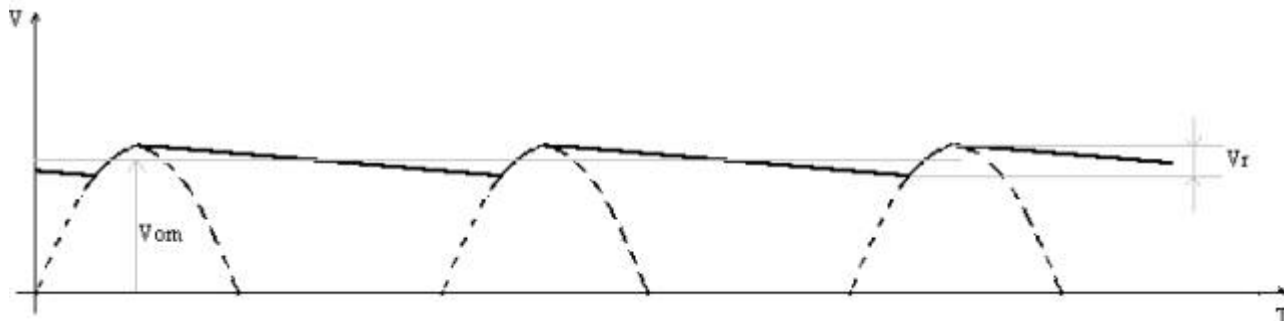


A sinistra, la differenza della simbologia utilizzata per i due tipi di condensatori.

Per calcolare il valore del condensatore di livellamento, solitamente si usa un metodo empirico:

- per basse prestazioni, si usano 1000 μF per ogni ampere di corrente;
- per alte prestazioni, si usano 2000 $\div$ 2200 μF per ogni ampere.

Il segnale raddrizzato, facendo uso di un condensatore di opportuno valore, ha un andamento del seguente tipo:



Dove V_r è la tensione di ripple (residuo di corrente alternata), che verrà poi eliminato dai regolatori di tensione per le schede di controllo; per i motori il ripple è trascurabile.

12 - CABLAGGIO

Il capitolo 12 descrive i vari tipi di cavo che sono stati utilizzati nel progetto.

H03BA7B--K 2x1/2x0,5

Cavo schermato composto da due conduttori da 1 mmq (rosso e nero) e due da 0,5 mmq (giallo e verde). I quattro conduttori sono avvolti tra di essi (*twistati*) per neutralizzare i disturbi.

Il cavo è dotato di un'anima in nylon, per mantenerne la forma, e di una pellicola trasparente che divide i conduttori dalla schermatura, per una maggiore protezione.

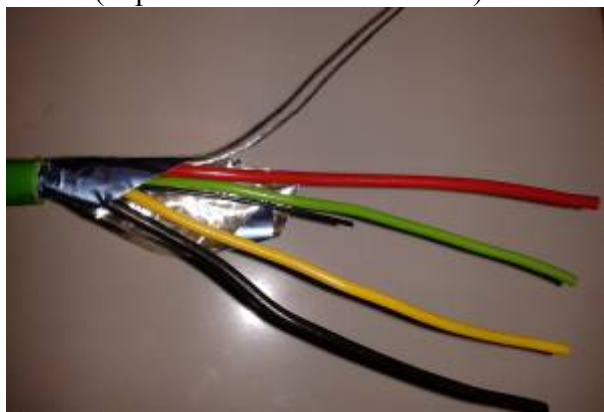
Viene utilizzato per le linee di alimentazione dei motori, le uscite dei ponti H dei motori e per le linee di alimentazione a 230 Vac dei trasformatori dell'alimentatore (cap. 11).

La schermatura è composta da un foglio in alluminio avvolto sui conduttori, percorso per tutta la lunghezza da una corda di acciaio a contatto, per il collegamento a terra della schermatura.

Per il circuito dei motori, i colori dei conduttori sono stati utilizzati nel seguente modo:

- rosso e nero : positivo e negativo alimentazione motori a 24 Vdc;
- giallo e verde : positivo e negativo alimentazione motori a 12 Vdc.
-

Per l'alimentazione a 230 Vac dei trasformatori sono stati utilizzati solo i conduttori di colore rosso e nero (rispettivamente fase e neutro).



H03BB--K 2x0,75

Cavo composto da due conduttori di colore marrone e blu. Sono utilizzati per la linea di alimentazione a 12 Vdc delle schede di controllo.

Il marrone è il positivo (12 Vdc) e il blu è la massa dell'alimentazione (da tenere galvanicamente isolata dalla massa dell'alimentazione dei motori).



H03BB--K 10x0,25

Il cavo è composto da 10 conduttori da 0,25 mmq.

I conduttori sono distinguibili grazie alla diversa colorazione, ovvero:

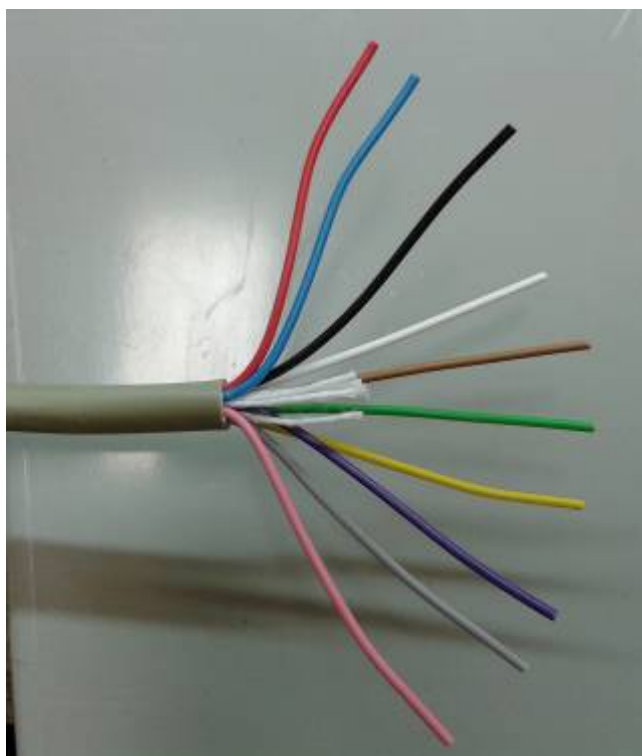
- rosso (riservato per linea + 5 Vdc)
- nero (riservato per la massa della linea 5 Vdc)
- azzurro
- bianco
- marrone
- verde
- giallo
- rosa
- viola
- grigio

Viene utilizzato per il collegamento del display a 7 segmenti al controller (capitolo 10).

Alcuni metri di questo cavo sono stati utilizzati per ricavare i singoli conduttori, eliminando la guaina esterna. Questo per permettere il collegamento tra le schede nei vari centralini; Anche nel caso dei singoli cavetti, il rosso e il nero sono riservati all'alimentazione. E i conduttori per il collegamento degli adattatori RS485-UART sono sempre dello stesso colore, ovvero:

- RX giallo
- TX verde
- CT azzurro

Il cavo è dotato di un'anima in tessuto per agevolarne la posa in caso di lunghe tratte in percorsi murati o comunque non accessibili.



AWG26 (H00SC4S-A-F 2x0,25)

Cavo composto da due conduttori in alluminio *twistati*, di sezione 0,25 mmq, con schermatura a calza di alluminio.

Gli isolanti sono in gomma siliconata molto flessibile; il cavo è infatti utilizzato principalmente per applicazioni mobili, anche se in questo caso la caratteristica è sfruttata solo nelle catene passacavo. Il cavo è della ditta “Prospecta Cavi Speciali s.r.l.”

Il cavo è utilizzato per la trasmissione dei segnali della comunicazione seriale (sia RS485 che UART), e la schermatura deve essere collegata a terra per assicurare una migliore protezione dai campi magnetici, soprattutto per le trasmissioni UART (vedere i capitoli 5.3 e 5.4 per maggiori informazioni).

I due conduttori sono di colore marrone e bianco, e hanno la seguente funzione:

- marrone RS485 - A
- bianco RS485 - B

Per la comunicazione UART è necessario collegare il TX del primo dispositivo al RX del secondo e il RX del primo al TX del secondo, quindi i due colori devono essere alternati.



CAVI VARI

Sono stati utilizzati anche piccoli spezzoni di cavi di varie misure per il collegamento dell'alimentatore. Infatti i cavi precedentemente citati sono quelli di tipo speciale.



13 - ACCESSORI VARI

Il progetto è dotato di diversi accessori, alcuni essenziali, altri utili in alcune circostanze. Questo capitolo è presente una panoramica degli accessori, a cosa servono e come funzionano.

13.1 - PALLETS

Per permettere lo stoccaggio delle merci, è necessario disporre di contenitori adeguati.

I contenitori devono essere conformati in modo da poter essere prelevati velocemente e con sicurezza dal trasloelevatore.

Quindi si è pensato di utilizzare dei pallets, sui quali si adagia la merce da immagazzinare.



I pallets sono realizzati in legno, e sono composti da due basi (profilato rettangolare 8x12 mm di lunghezza 50 mm) fissate ad un piano di dimensione 50x60 mm, di spessore 5 mm.

I fissaggi sono realizzati mediante 4 chiodi da legno a testa piccola, e un piccolo strato di colla.

13.2 - CARTER

Per proteggere le schede elettroniche e alcune parti in movimento, sono stati realizzati dei *carter di protezione*, in lamiera di acciaio inox.

I carter sono facilmente rimovibili, per controllare o solo per vedere le parti interne.

i carter rimovibili sono i seguenti:
-Alimentatore;



-Schede di controllo asse X e centralino di comando;



-Parti attive asse Y-Z (retro carrello);



-Controller display 7 segmenti e ponte H motore nastro (composto da due carter separati);



-Ponte H asse Z;



-Pignone motore asse X;



-Paracatena asse X (non rimovibile).



Fotografia del progetto con tutti i carter installati, non solo è migliorata l'estetica, ma anche la sicurezza dell'impianto.



14 - RIFERIMENTI AGLI SCHEMI ELETTRICI

L'allegato 1 della presente relazione tecnica, contiene gli schemi elettrici del progetto, e la numerazione degli stessi ha il seguente significato:

SXYY

X è il tipo di schema, e può avere tre significati:

- 1 cablaggio sistemi complessi
- 2 cablaggio tra i sistemi complessi (sistema totale)
- 3 schemi delle schede elettroniche (sistemi semplici)

YY è il numero progressivo dello schema.

Di seguito è riportato l'elenco di tutti gli schemi allegati:

S100 alimentatore multiplo;
S101 cablaggio asse X;
S102 cablaggio asse Y-Z;
S103 collegamento master;
S104 collegamento slave;
S105 controller display 7 segmenti;

S200 collegamento alimentazioni;
S201 collegamento reti segnali di comunicazione;
S202 collegamento motori;
S203 collegamento periferiche master;

S300 driver per led infrarossi;
S301 ponte H a relè;
S302 regolatore di tensione 5 V / 1 A;
S303 ricevitore infrarossi;
S304 trasmettitore infrarossi;
S305 adattatore RS485-UART.

Sono allegati inoltre gli schemi elettrici delle schede Arduino UNO e Arduino MEGA 2560.

15 - RIFERIMENTI AI PROGRAMMI DEI MICROCONTROLLORI (v1.0)

L'allegato 2 della presente relazione contiene tutti i programmi dei microcontrollori in forma scritta, per una conservazione indipendente dai supporti informatici (archiviazione).

2.1	Master	pag. 1 allegato
2.2	Slater	pag. 26 allegato
2.3	Asse X	pag. 33 allegato
2.4	Asse Y-Z	pag. 35 allegato
2.5	Controller display 7 segmenti	pag. 38 allegato

16 - FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA (MANUALE UTENTE)

16.1 - FUNZIONI PULSANTIERA DI COMANDO

Per il controllo del sistema, si utilizza la pulsantiera di comando, collegata al Master.
Le funzioni di ogni singolo pulsante sono descritte dalla seguente illustrazione:



I pulsanti [2] e [8] sono utilizzati anche come frecce direzionali su e giù e i pulsanti [4] e [6] come frecce sinistra e destra.

16.2 - CREAZIONE NUOVO ORDINE

Per creare un nuovo ordine dalla console di comando, entrare nel menu principale, premendo [OK] dalla schermata iniziale.

Quindi selezionare la prima voce del menu (“NUOVO ORDINE”).

Inserire il codice del prodotto selezionato, che corrisponde alla sua posizione negli scaffali (cap. 4.1); viene visualizzata la pagina di conferma, con la descrizione del prodotto. Premere [OK] per confermare, [ESC] per annullare.

Inserire la quantità desiderata, quindi premere [OK]. Se la quantità non è disponibile, la procedura non continua, finché non viene inserita una quantità minore o uguale a quella in magazzino. Viene quindi visualizzata l'ultima pagina di riepilogo, premere [OK] per confermare e [ESC] per annullare.

Alla richiesta “*ordinare altri prodotti?*” se si conferma ([OK]), viene ripetuta la procedura, fino ad un massimo di 3 volte (4 prodotti in totale per ogni ordine), altrimenti l'ordine viene inoltrato.

Quando l'ordine viene inoltrato, il trasloelevatore trasporta il pallet alla postazione di carico/scarico, e viene visualizzato sul display il codice di scarico, composto da:

prime due cifre: codice del prodotto da prelevare;

3° digit: simbolo di scarico ()

Ultime due cifre: quantità dei prodotti da prelevare.

In questo momento, l'operatore addetto ha il compito di trasferire la quantità di merci desiderata dal pallet al contenitore, il quale sarà poi spedito al committente.

Quando l'operazione di carico/scarico è completa, l'operatore preme il pulsante di fine operazione (posto sulla colonnina adiacente al nastro trasportatore), e il trasloelevatore riporta il pallet al suo posto, in questo momento sul display a 7 segmenti viene visualizzata l'indicazione “Att--” che significa “*Attenzione*” e “*Attendere*”. Se l'ordine ha altri prodotti da scaricare, il trasloelevatore preleva gli altri pallet nello stesso modo.

Quando l'ordine è stato completato, sul display appare l'indicazione “0o0o0”, la quale indica che non ci sono operazioni in sospeso.

16.3 - GESTIONE ORDINI

Dal menu principale, selezionare “gestione ordini”, e selezionare l'ordine in esame. Premendo [OK] è possibile visualizzare i dettagli relativi ai prodotti dell'ordine oppure cancellarlo, selezionando l'opportuna voce del menu.

16.4 - CARICO MATERIALE

Per caricare il materiale a magazzino, qualora fosse esaurito, si seleziona la terza voce di menu: “CARICO MATERIALE”, quindi si procede in modo analogo a quello degli ordini (cap. 16.2).

Il simbolo visualizzato dal terzo digit del display a 7 segmenti è il simbolo di carico ()

16.5 - GESTIONE MATERIALE

Per controllare le quantità di materiale presenti a magazzino, si può utilizzare la quarta voce di menu: “GESTIONE MATERIALE”.

Attivando il sotto menu, si può selezionare tra “visualizza quantità” e “Area Protetta”.

16.5.1 - VISUALIZZA QUANTITÀ

Il menu visualizza tutti i prodotti e le relative quantità disponibili a magazzino, quindi è prevista anche una terza colonna in cui viene visualizzata la quantità in arrivo se il prodotto è stato ordinato (con la funzione di carico, cap.16.4).

Con le frecce direzionali SU e GIÙ, si può navigare all'interno della lista.

16.5.2 - AREA PROTETTA

L'area protetta può essere attivata solo mediante l'inserimento della password, che di default è “1234”. La password si può cambiare soltanto modificando il valore della variabile relativa

all'interno del programma, quindi riprogrammando il microcontrollore. Questo per evitare errori accidentali nel reimpostare la password, aumentando il grado di sicurezza.

Nell'area protetta si può attivare la procedura di test automatico, descritto nel capitolo 9.1.

C'è un sottomenu dell'area protetta che permette di modificare il valore delle quantità disponibili senza effettuare ordini o carichi, utile in caso di problemi all'impianto, o in caso di *reset*, in quanto ad ogni reset le quantità vengono reimpostate a 10 pezzi per ogni prodotto.

16.6 - ALTRE INFORMAZIONI PER L'UTILIZZO

All'accensione dell'impianto, è consigliato, prima della messa in tensione, disattivare l'interruttore della linea schede di controllo, quindi attivarlo solo quando le altre due linee si sono già attivate, per evitare cali di tensione che potrebbero interferire con le schede elettroniche.

L'impianto è dotato di un fungo di emergenza, posto sulla colonna dell'alimentatore generale. Premendolo, si disattivano tutti i motori, ma il sistema rimane in funzione, quindi riarmando il fungo i motori ripartono.

Il display alfanumerico del terminale utente ha la regolazione del contrasto mediante un *trimmer* posto sul retro. Per regolarlo, è necessario utilizzare un inserto per avvitatore (denominato *bit*), per viti a taglio di tipo 0,8x2.



Tutto l'impianto è funzionante con bassissime tensioni di sicurezza (12 e 24 V), ma è comunque consigliato NON toccare le parti in tensione, per evitare soprattutto di interferire con i microcontrollori. In ogni caso non devono venire a contatto con le parti in tensione le persone portatrici di peacemaker.



L'impianto è un insieme di attuatori meccanici, pertanto è necessario prestare attenzione alle parti meccaniche in movimento, in quanto potrebbero causare gravi lesioni in caso di distrazioni. È obbligatorio disattivare almeno le linee dei motori (premendo il fungo di emergenza o disattivando i due relativi interruttori) prima di effettuare qualsiasi operazione sull'impianto, anche solo di diagnosi. Se le operazioni riguardano la parte elettrica, è necessario staccare l'alimentazione a tutto l'apparato, portando in posizione "0" l'interruttore generale.