



UNIVERSITÀ DI BRESCIA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Dipartimento di Elettronica per l'Automazione

Laboratorio di Robotica Avanzata **Advanced Robotics Laboratory**

Corso di Robotica
(Prof. Riccardo Cassinis)

Realizzazione di un docking-
charging system per Morgul

Elaborato di esame di:

**Marco Ghidini, Fabio Lorenzini,
Andrea Occhi**

Consegnato il:

22 luglio 2004

Sommario

La relazione illustrerà il modo con cui è stato realizzato il docking-charging system per il robot mobile Morgul che, oltre che compiere il lavoro per cui è stato programmato, dovrà essere in grado di ricaricare autonomamente le proprie batterie e quelle del portatile che ha in dotazione nel momento in cui ve ne fosse bisogno.

In base alle prove effettuate sul campo, si è verificato che il dispositivo ideato risponde in modo soddisfacente agli obiettivi perseguiti anche se, come si vedrà, saranno necessarie opportune migliorie.

1. Introduzione

L'aspetto fondamentale della robotica mobile è la capacità del robot di eseguire autonomamente un piano di azioni che gli è stato fornito, navigando nell'ambiente circostante ed evitando eventuali ostacoli presenti sul percorso.

Morgul, il robot in dotazione, può ad esempio navigare per gli ambienti universitari assolvendo alla funzione di guardiano.

Si capisce dunque come la sua autonomia, al di là della capacità di eseguire la pianificazione affidatagli, non possa prescindere da un'alimentazione dei propri circuiti garantita in qualsiasi momento della giornata. Morgul deve alimentarsi ogni qualvolta sia necessario, senza dover chiamare in causa alcun operatore esterno per effettuare questa operazione.

Creare un docking-charging system significa quindi avere un vero e proprio sistema di guardia autonomo, in cui il vero protagonista è Morgul.

L'ideazione del docking-charging system è però subordinata a precise specifiche, imposte dal metodo di orientamento di Morgul rispetto alla postazione di ricarica stessa: il robot, oltre che perpendicolarmente, può infatti entrare e collegarsi al dispositivo anche in modo leggermente obliquo.

Ovviamente è ammessa una certa tolleranza di rotazione oltre la quale Morgul, nel tentativo di raggiungere i collegamenti, si ferma, arretra e si riposiziona in modo corretto davanti alla stazione di ricarica.

È per rispettare queste caratteristiche che è stato ideato un sistema di contatti elettrici che permettono a Morgul di entrare con successo nella stazione di caricamento indipendentemente dall'orientamento con cui arriva (ovviamente entro il range di rotazione consentito dalle specifiche).

In definitiva il sistema non dipende dalla precisione con cui il robot arriva perché, se sono rispettate le specifiche, alla luce anche delle prove svolte, si collega al docking-charging system sempre con successo.

Guardando la figura 1 si nota, nella parte posteriore, un'asta su cui sono montate due lampadine in posizione strategica: esse sono necessarie per il corretto funzionamento dell'algoritmo di orientamento di Morgul.



Figura 1: panoramica del sistema

In base a queste lampade infatti il robot individua il docking-charging system e capisce in che posizione si trova, riuscendo così a formulare il piano di avvicinamento più corretto. Sono date espressamente le specifiche di altezza e posizione delle lampade.

Un altro aspetto di cui si è tenuto conto è quello della sicurezza durante la carica del robot: se questo non è in posizione di ricarica allora il docking-charging system mantiene le lampade sempre accese ma non fornisce nessun tipo di tensione elettrica sui contatti liberi. Ciò è possibile grazie all'uso di una fotocellula situata in prossimità dei contatti: solo quando Morgul è collegato il docking-charging system fornisce elettricità.

Un altro aspetto non trascurabile è che tutto il sistema non è vincolato a una posizione fissa così che, essendo l'orientamento del robot esclusivamente dipendente dalla posizione delle lampade che sono solidali al docking-charging system, possiamo posizionarlo in qualsiasi posto a patto che le lampade stesse possono essere individuate dal robot.

Infine sia le dimensioni che il colore del sistema sono imposti dalle specifiche di progetto per motivi che verranno di seguito chiariti.

2. Il problema affrontato

Il docking-charging system deve essere in grado di stabilire il contatto elettrico tra i connettori dei carichi batterie di robot e portatile, con bassa resistenza, alta affidabilità e totale insensibilità a errori di posizionamento del robot. Gli errori massimi tollerabili sono stati così specificati:

- Errore massimo di posizionamento laterale: 5 cm
- Errore massimo di posizionamento angolare: 10°

La procedura di docking prevede che:

- < Se il robot tocca con uno dei bumper frontali e il contatto non è stato stabilito, l'errore è più grande di quanto tollerabile, quindi si rende necessaria la ripetizione della procedura.
- < Se il robot tocca con uno dei bumper frontali e il contatto viene stabilito, la procedura è andata a buon fine, quindi bisogna attuare la procedura di spegnimento

Inoltre va evitato che si creino corti circuiti tra i poli di batterie e caricabatterie. Possibilmente sarebbe meglio spegnere i caricabatterie quando non utilizzati.

Il sistema a terra non deve essere troppo pesante né troppo ingombrante, non deve richiedere una taratura troppo lunga e laboriosa, possibilmente non deve necessitare di ancoraggio saldo al terreno.

3. La soluzione adottata

Il sistema si divide in due parti:

- < Una struttura a bordo del robot, che mira a rendere disponibile un'ampia superficie di contatto elettrico con il docking-charging system
- < Una struttura a terra, che impedisca al robot di avvicinarsi agli elettrodi con errori troppo ampi, che stabilisca il contatto elettrico con i corrispondenti elettrodi sul robot e che contenga tutti gli accorgimenti necessari alla guida del robot nel docking-charging system.

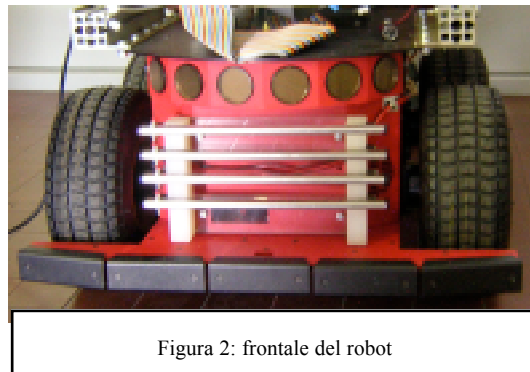


Figura 2: frontale del robot

3.1. La struttura a bordo

La struttura a bordo del robot (figura 2) consiste in quattro barre orizzontali di acciaio cromato, collegate con dei capicorda ai connettori compatibili con le prese presenti su robot e portatile. Le barre sono vincolate a un supporto di plexiglas, per garantirne l'isolamento elettrico tra loro e con il corpo del robot. Per il fissaggio della struttura sul robot sono stati usati quattro fori filettati già presenti sul robot. Le principali misure della struttura sono mostrate in figura 3.

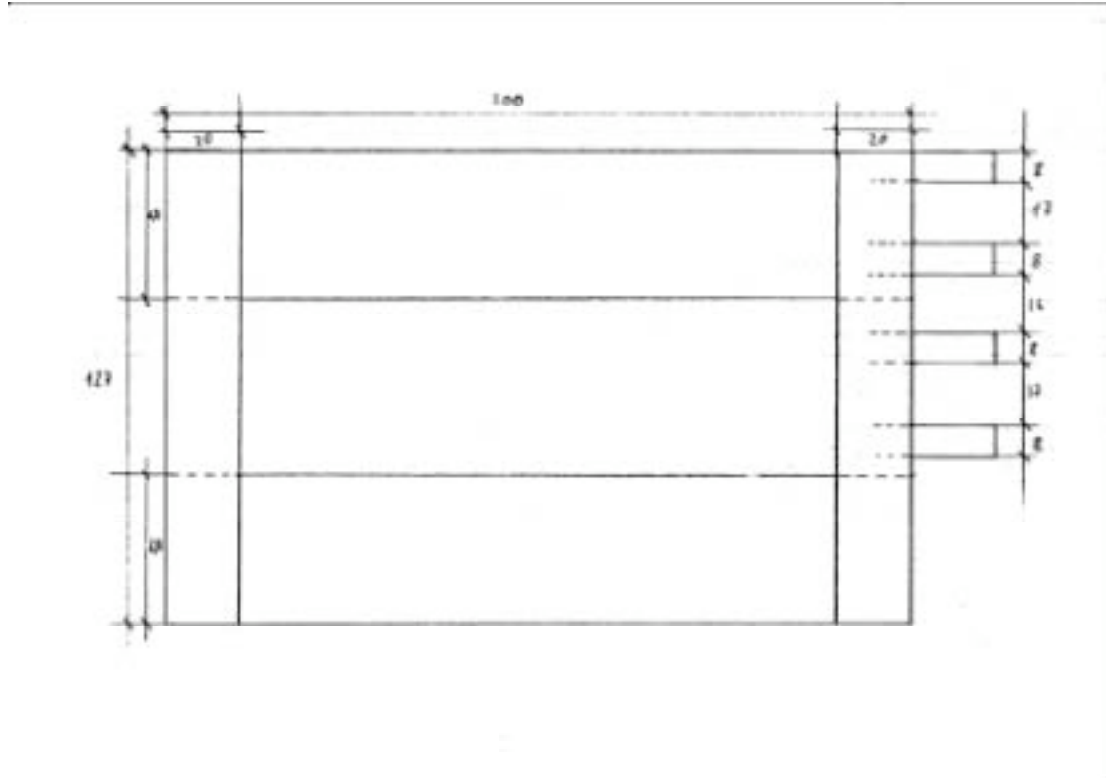


Figura 3: dimensioni della struttura a bordo di Morgul

3.2. La struttura a terra

La struttura a terra deve rispondere a molti più requisiti, perciò risulta molto più complessa. Questa complessità può essere suddivisa in:

- [1] Sistema di contenimento errori
- [2] Sistema di collegamento elettrico con il robot
- [3] Sistema di rilevamento presenza robot
- [4] Sistema di supporto alla guida

3.2.1. Sistema di contenimento errori

Il sistema di contenimento degli errori consiste in una scatola di legno, aperta su un lato e senza coperchio. L'apertura frontale è leggermente più larga del robot. Il pavimento è stato foderato di sughero principalmente per ragioni estetiche. Il pavimento si è reso necessario per dare maggiore solidità alla struttura e per fare in modo che il robot non sposti il docking-charging system quando si ferma contro la parete di fondo. In un primo tempo sembrava fosse necessario che il robot, spingendo, si dovesse raddrizzare per stabilire il contatto in modo corretto ed invece, per come è stato costruito il sistema di collegamento elettrico, ciò non è più necessario.

3.2.2. Sistema di collegamento elettrico con il robot



Figura 5: contatto tra Morgul e docking system

Il collegamento elettrico è garantito da quattro pinzette a molla di acciaio inossidabile, opportunamente sagomate per ricevere le barre di contatto del robot (figura 4).

Sono montate in verticale su uno spessore di legno, in modo da evitare cortocircuiti tra le pinzette. La loro disposizione e forma è tale che il collegamento elettrico è garantito in qualsiasi modo il robot entri nel docking-charging system.

Sul retro del docking-charging system è posizionata una scatola nella quale sono posti tutti i comandi elettrici necessari al suo corretto funzionamento. Sulla scatola, che vediamo in figura 5, sono

posizionati, da sinistra a destra, il comando di accensione del sistema con led che mostra l'effettiva accensione, il fusibile di protezione, il comando di controllo per la luminosità delle lampade e i connettori femmina a cui collegare i caricabatterie. Il docking-charging system deve essere alimentato con tensione di rete (220-240V, 50-60Hz), mediante cavo di alimentazione standard. Inoltre, sempre sul retro della scatola, è montata una ciabatta che serve per l'alimentazione dei caricabatterie e di eventuali apparecchi ausiliari. Le prese disponibili sono tre, di cui due switched, cioè alimentate solo se il robot è connesso alla docking, e una unswitched, cioè sempre alimentata dalla rete elettrica.



Figura 4: retro del docking-charging system

In figura 6 è rappresentato lo schema elettrico della scatola.

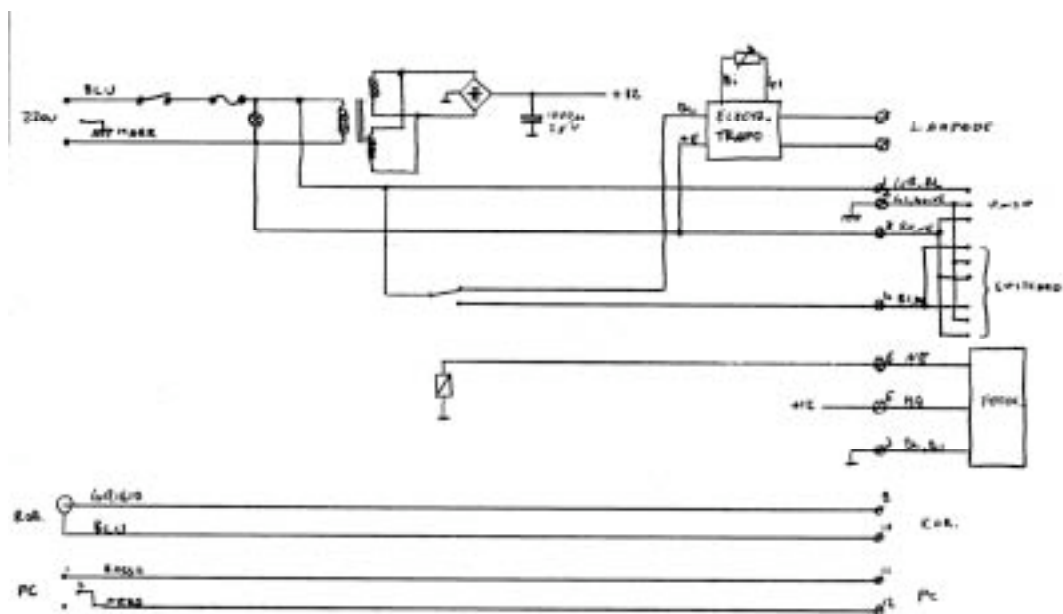


Figura 6: schema elettrico della scatola.

3.2.3. Sistema di rilevamento presenza robot

Quando il robot è entrato nel docking-charging system, ed è vicino ai contatti, le lampade vengono spente, i caricabatterie alimentati. Questo avviene grazie a un fotocellula e un catarifrangente, posizionati in modo opportuno. Quando il robot entra, interrompe il raggio di luce che il catarifrangente rimanda alla fotocellula. Viene così azionato un relè deviatore che spegne le luci e alimenta le prese switched della ciabatta.

3.2.4. Sistema di supporto alla guida

È formato dalle due lampadine poste dietro il docking-charging system (figura 7). Le specifiche per il posizionamento delle lampadine sono state imposte dal gruppo che ha curato l'acquisizione delle immagini.

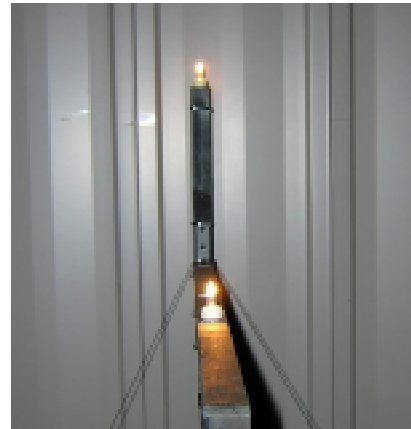


Figura 7: lampade necessarie al sistema di guida

3.2.5. Dimensioni e ingombri

La pianta con le relative misure è mostrata in figura 8 (senza il supporto lampade), mentre in figura 9 è mostrata la vista laterale completa.

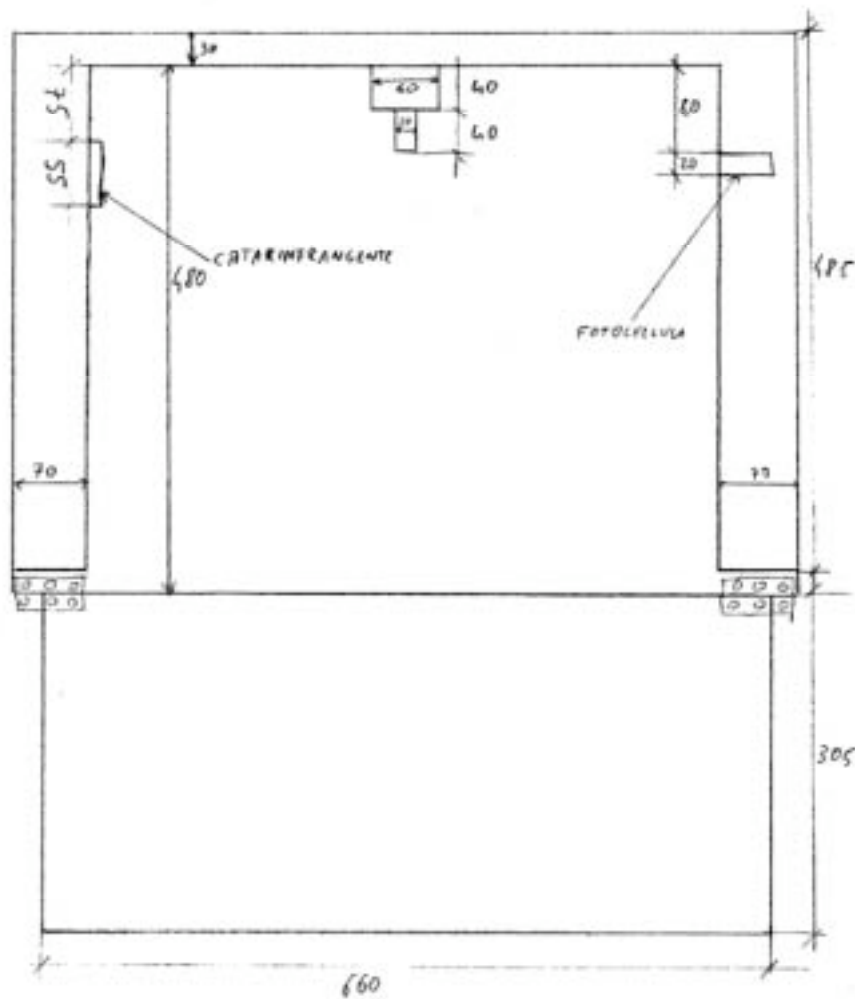


Figura 8: pianta del docking-charging system (senza supporto lampade)

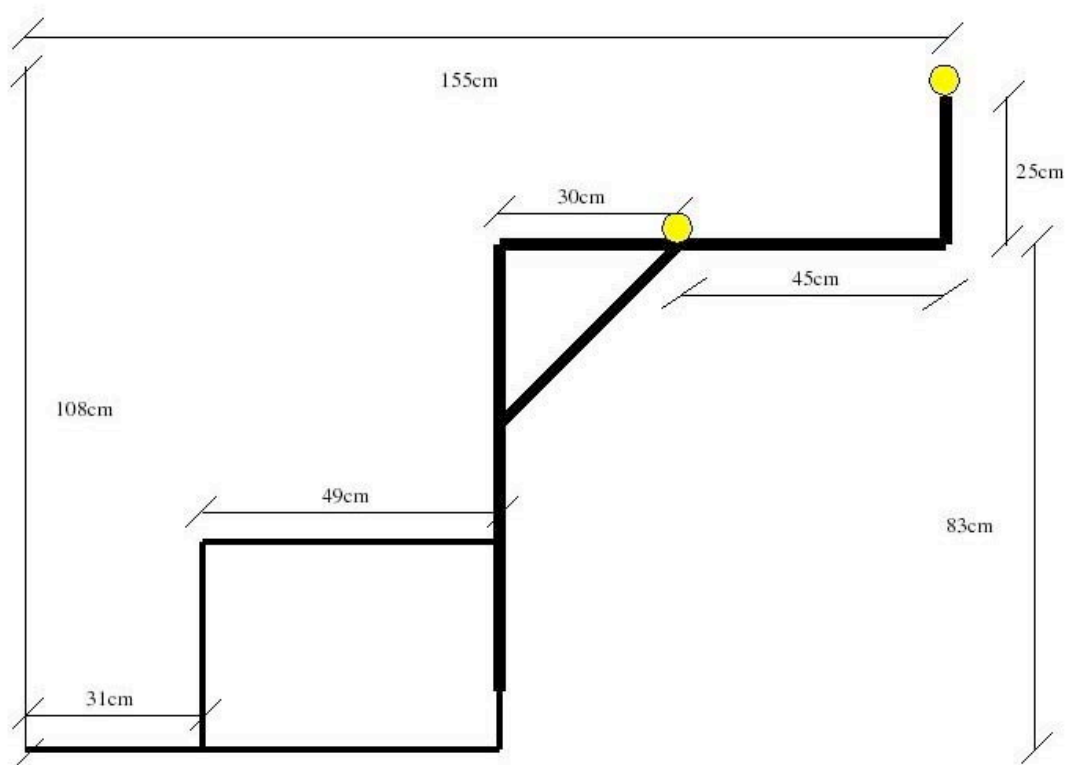


Figura 9: misure e ingombri della docking completa di supporto lampade

4. Modalità operative

L'uso del docking-charging system, una volta montato correttamente (consultare i paragrafi successivi), si riduce al solo collegamento della presa di alimentazione della scatola bianca alla rete elettrica (220V) e all'attivazione dell'interruttore generale posto sulla scatola stessa: il led si accende indicando l'avvenuta alimentazione del sistema.

4.1. Montaggio - smontaggio della docking station

Istruzioni per il corretto assemblaggio del docking-charging system:

- Scegliere il luogo adatto in cui posizionare la struttura in legno, fissandola con delle strisce di nastro biadesivo al pavimento (una per ogni vertice). Sono necessari almeno 80 centimetri dal retro della scatola a un eventuale ostacolo (parete...).
- Installare il supporto con le lampade al retro della scatola fissandolo con i galletti in dotazione (non è necessario "tirarli" troppo).
- Connettere il cablaggio delle lampade a quello uscente dalla scatola bianca.
- Collegare gli alimentatori di Morgul e del portatile alle prese switched della ciabatta sul retro della docking.
- Collegare le uscite degli alimentatori agli appositi connettori posti sul frontale della scatola.
- Aprire lo sportello anteriore della docking.
- Collegare l'alimentazione della docking alla rete elettrica.

4.2. Avvertenze

Per il corretto funzionamento della docking station, sia in ambito operativo che in quello della sicurezza, è opportuno tener conto delle seguenti avvertenze:

- < si garantisce l'effettivo funzionamento della docking station solo se si rispettano le specifiche date dal sistema di guida di Morgul;
- < si consiglia un controllo e una periodica pulizia delle lampade per garantire la migliore luminosità possibile;
- < si consiglia un periodico controllo dei contatti a molla della docking station, per verificare che sforzino leggermente sulle barre d'acciaio di Morgul (è possibile chiuderli utilizzando una pinza);
- < si consiglia un periodico controllo dell'allineamento dell'asse delle lampade con l'asse della docking: tale allineamento è regolabile tramite i tiranti di nylon posti tra il supporto lampade e la docking stessa;
- < si consiglia un controllo periodico dell'effettivo isolamento della struttura della docking station rispetto ai circuiti di alimentazione posti sul retro;
- < si deve evitare in modo assoluto l'azionamento della fotocellula in assenza del robot perché non ci deve mai essere tensione sui contatti liberi;
- < è meglio evitare di avvicinarsi al robot durante la carica toccandone i contatti in tensione;
- < nella messa in funzione della docking station bisogna accertarsi che questa sia stabilmente fissata al pavimento per evitare indesiderati spostamenti durante il posizionamento del robot. È sufficiente del nastro biadesivo.

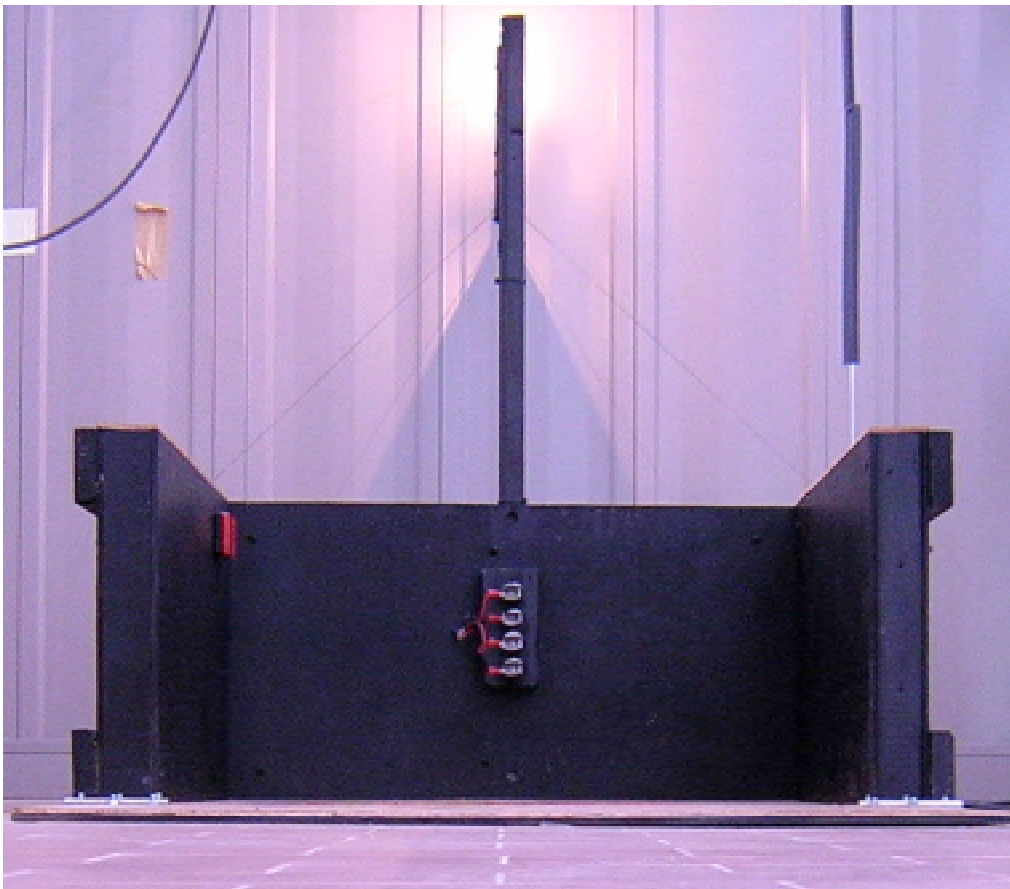


Figura 10 docking-charging system visto di fronte

5. Conclusioni e sviluppi futuri

Nonostante il buon funzionamento riscontrato, il docking-charging system può essere migliorato in alcuni suoi aspetti. In futuro, ad esempio, se venisse migliorato l'algoritmo di orientamento si potrebbe radicalmente modificare l'asta di supporto delle lampade. Così com'è ora infatti è estremamente antiestetica, scomoda e soprattutto è fonte di errori di rilevamento della posizione a causa delle sue oscillazioni.

Si potrebbe perciò eliminare il braccio orizzontale, o perlomeno ridurlo, posizionando in modo diverso le lampade.

Si può migliorare anche la forma e la consistenza dei contatti a molla, costruendole magari con materiali più performanti ed affidabili dal punto di vista della capacità di conduzione del segnale elettrico e da quello dell'ossidazione fra i contatti.

Si potrebbe infine pensare ad un sistema che, con docking-charging system vuoto, impedisca in qualsiasi modo la presenza di tensione elettrica sui contatti liberi a causa di una commutazione accidentale della fotocellula.

Ovviamente, basandosi su questo modello, si potrebbe ricostruire un docking-charging system con materiali migliori e con un design in più accattivante.

Indice

SOMMARIO	1
1. INTRODUZIONE	1
2. IL PROBLEMA AFFRONTATO	2
3. LA SOLUZIONE ADOTTATA	2
3.1. La struttura a bordo	3
3.2. La struttura a terra	3
3.2.1. Sistema di contenimento errori.....	3
3.2.2. Sistema di collegamento elettrico con il robot.....	4
3.2.3. Sistema di rilevamento presenza robot.....	5
3.2.4. Sistema di supporto alla guida.....	5
3.2.5. Dimensioni e ingombri.....	5
4. MODALITÀ OPERATIVE	6
4.1. Montaggio - smontaggio della docking station	6
4.2. Avvertenze	7
5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI	8
INDICE	9