

Progressi nella costruzione di un concentratore
parabolico solare a forma di gronda con
inseguimento automatico

Di Richaross Shane Grüninger

12 febbraio 2014

Indice

1	Il prototipo	4
2	Problemi e modifiche	5
2.1	Rullino e Header	6
2.2	Costole	7
2.3	Viti e attacchi	8
3	Aggiunte effettuate	9
3.1	Il mantenimento del sistema	9
3.2	Il movimento automatico delle gronde	10
3.2.1	“Ball Screw”	11
4	Conclusioni	13

“If the facts don’t fit the theory, change the facts” - Albert Einstein

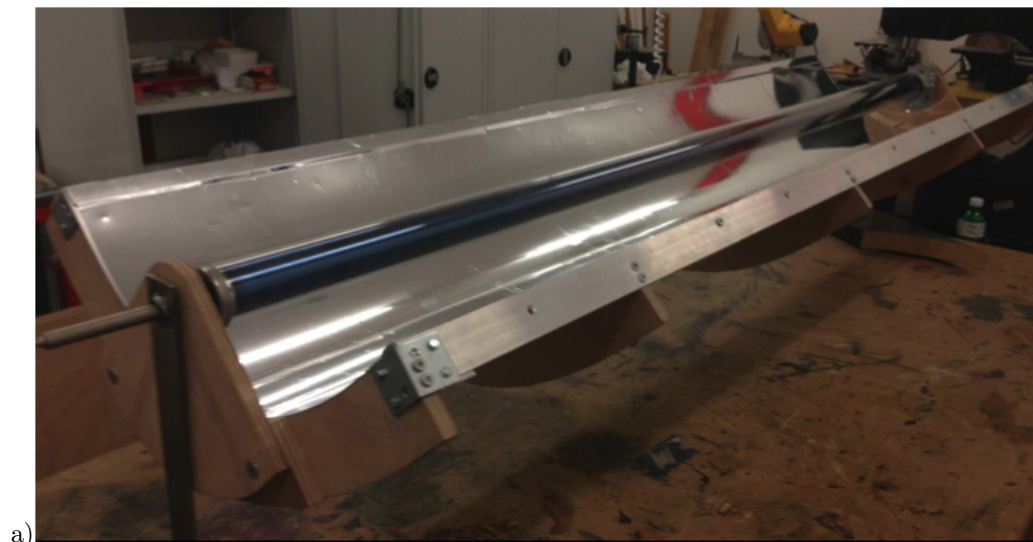
Abstract

Il mio progetto consiste nella continuazione del mio lavoro precedente, svolto con dei miei ex-collegi, riguardante la creazione di concentratori parabolici solari a forma di gronda con inseguimento automatico. Il lavoro precedente si è concluso nella costruzione di un primo prototipo, creato sfruttando al massimo le proprietà ottiche della parabola, in questa tesi di maturità voglio esporre i problemi e le eventuali modifiche portate al modello di base che è stato concluso l’anno precedente. Tutti gli aspetti teorici che vengono osservati in questa tesi appartengono al lavoro svolto l’anno scorso in quanto quest’anno c’è stato uno sviluppo interamente tecnico nella costruzione.

1 Il prototipo

La struttura di base è interamente costruita in legno e la forma parabolica si sostiene su delle costole paraboliche di legno collegate tra di loro attraverso un'asta di ferro con profilo ad "L".

La gronda gira attorno ai punti di rotazione fissati dagli header che sono delle basi triangolari a forma di sezione circolare collocate alle estremità della gronda; viene inserito, inoltre, un tubo sottovuoto, fissato lungo l'asse focale del collettore a gronda. Dato che il tubo sottovuoto è delicato, il sistema è stato realizzato dimodoché il peso non si concentrasse su quest'ultimo, prevenendone così la rottura.



a)



b)



c)

Figura 1: Queste immagini mostrano il nostro prototipo di collettore solare, installato con uno dei tubi sottovuoto che utilizzeremo per la produzione in serie.

2 Problemi e modifiche

Abbiamo riscontrato diversi problemi, sia a livello di precisione strutturale della gronda, sia per piccoli ma significativi problemi tecnici collegati al movimento della gronda stessa. Oltre a questo, dato che il sistema di gronde verrà installato all'esterno si è dovuto mantenere il tutto impermeabile.

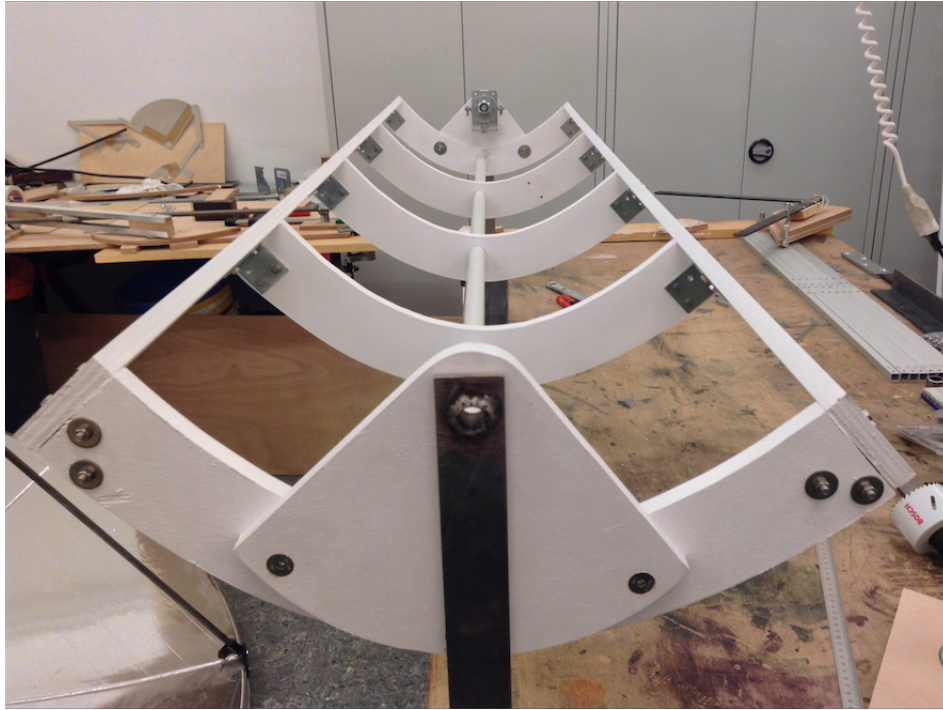


Figura 2: Questo è lo scheletro dei nostri nuovi collettori solari. Questo presentato nella foto non è ancora stato pitturato con la cera impermeabile.

2.1 Rullino e Header

Innanzitutto abbiamo osservato il tubo sottovuoto: essendo posizionato lungo l'asse focale, quando viene esposto all'irraggiamento solare, esso si riscalda e il calore si accumula nell'head pipe, che può raggiungere temperature tra i 60°C e 100°C. Quest'ultimo a sua volta trasmette il calore all'acqua. Il peso del tubo sottovuoto si depone sul sistema appoggiandosi sulla gronda (in basso). Si è ipotizzato che per via delle alte temperature raggiunte nel sistema, l'head pipe avrebbe provocato la deformazione di una parte del cuscinetto in plastica. Il cuscinetto è stato sostituito con un altro più adatto, più grande e resistente al calore e anche per questo abbiamo cambiato la forma dell'header con una più stabile e tozza, attorno al buco del cuscinetto. Ovviamente il cuscinetto mantiene la sua funzione principale, quella di eliminare l'attrito tra l'head pipe e l'header.

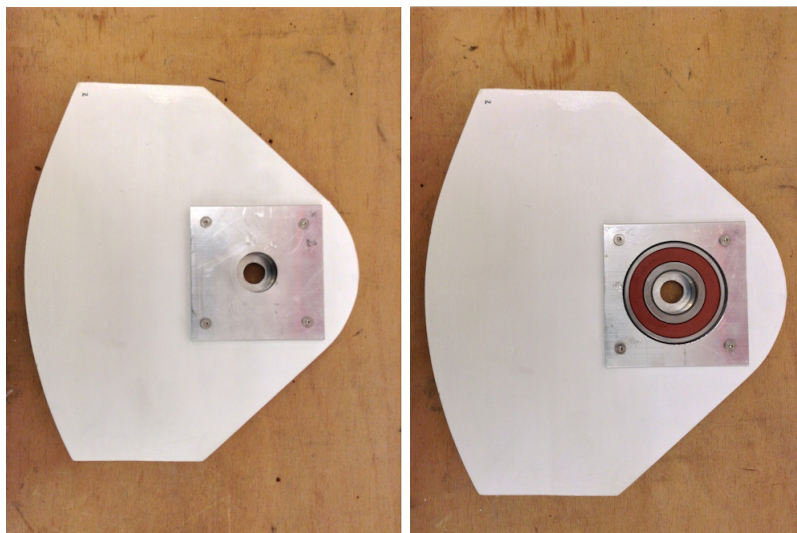


Figura 3: Queste sono immagini che dimostrano come abbiamo installato e migliorato il nuovo rullino.

2.2 Costole

Durante la costruzione, le costole erano state posizionate con imprecisione, poichè venivano fissate al profilo a “L” senza alcuna guida. Per questo motivo abbiamo introdotto una barra di collegamento tra le costole, realizzando un foro apposito in esse attraverso cui far passare la barra stessa, intesa come una guida stabilizzatrice (Figura 2). In questo modo il sistema oltre ad essere maggiormente stabile, risulta anche più semplice da realizzare, poichè le costole vengono posizionate e allineate più precisamente.



Figura 4: Ogni serie di costole appartiene ad una futuro scheletro di gronda da costruire.

2.3 Viti e attacchi

Gli attacchi utilizzati per mantenere insieme il collettore prototipo (soprattutto quelli realizzati tra la sbarra di metallo e le costole) sono abbastanza rudimentali e non saldi. Per migliorare ciò si è aggiunto delle piattaforme ad “L” di metallo da appoggiare (tra la costola e l’asse) nella parte dove si decide di avvitare le viti. I chiodi sono stati rifiutati a priori, dato che non sono tanto saldi quanto una vite trivellata o un bullone saldato da un’estremità. Sull’asse di legno che collega le costole l’una con l’altra verrà aggiunto una sbarra ad “L”, perché serve a trattenere la lastra di alluminio nella forma parabolica giusta.



Figura 5: Questo doppio attacco permette di avere una stabilità maggiore tra la costola e l’asse, rispetto al precedente metodo, mostrato nella sezione inferiore dell’immagine.

3 Aggiunte effettuate

Dopo aver tenuto conto della stabilità del sistema, si è considerato l'eventuale problema del deterioramento di esso. Non abbiamo tenuto conto di questi dettagli nella realizzazione del prototipo in quanto esso non corrispondeva al nostro lavoro definitivo.

3.1 Il mantenimento del sistema

Dato che il sistema viene collocato all'aperto ed è esposto ai cambiamenti dell'ambiente, soprattutto le piogge, abbiamo dovuto rendere il tutto impermeabile, in modo da poter mantenere il sistema intatto il più lungo possibile. Per questo abbiamo scelto l'alluminio come elemento di collocazione del mylar (un film di "carta" riflettente, impermeabile) in quanto esso non deteriora e mantiene la sua rigidità avendo una certa ampiezza nel flettersi. Le lamine di alluminio sono spesse 0,5 millimetri, basta aggiungere una frazione di millimetro allo spessore e la rigidità della lamina aumenta notevolmente, rendendo difficile la forma parabolica precisa. L'impermeabilità è stata assicurata pitturando gli elementi in legno con della pittura da lavoro (di color bianco) e su ognuno di questi abbiamo ripassato un totale di tre mani e sopra questa abbiamo applicato un ulteriore strato di finitura all'acqua con effetto cera. Tutto aiuta a mantenere un buon grado di impermeabilità.



Figura 6: Questa è la vernice che è stata utilizzata per rendere impermeabili gli elementi delle gronde.

3.2 Il movimento automatico delle gronde

Antecedentemente a questo lavoro di maturità, è stato progettato un programma con Arduino, una piattaforma programmabile open-source, in modo da poter coordinare i movimenti di un motore MTM Scientific¹, vitale per il movimento del sistema. Arduino esegue i suoi comandi attraverso la collezione di dati fornitigli da un sensore infrarossi, cercando così di allineare questo sensore, posizionato su uno delle gronde, verso il sole.

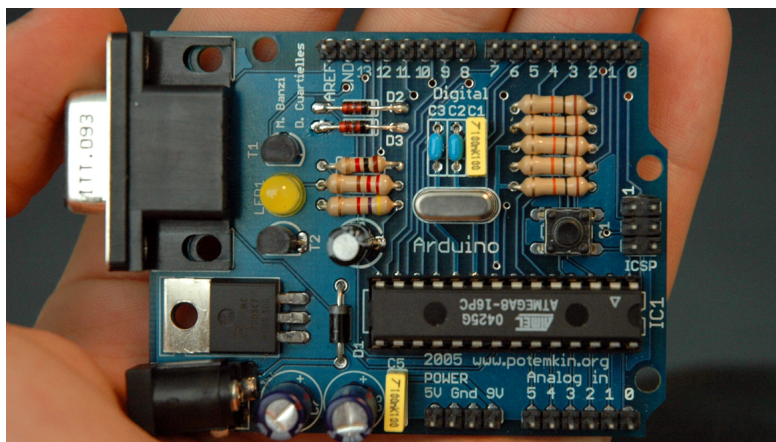


Figura 7: Questo è un esempio di Arduino, la piattaforma open-source su cui si è lavorato il precedente lavoro di maturità

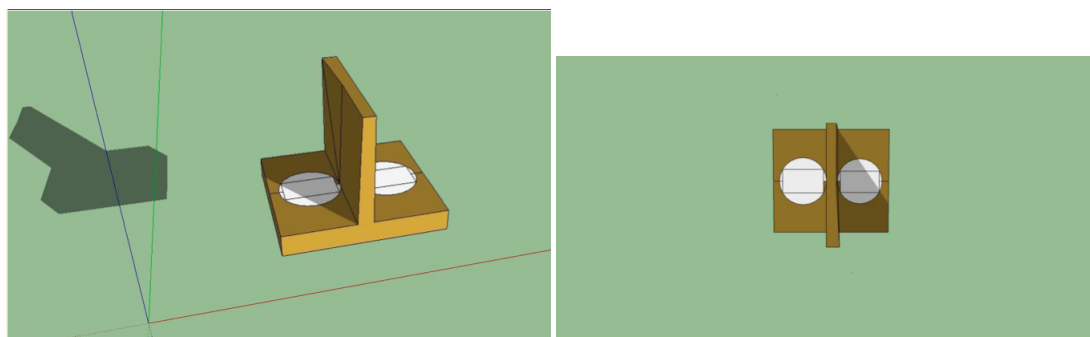


Figura 8: Il sensore con i fotosensori schematicizzato con Google Sketch. Affinchè non venga ombreggiato nessuno dei due sensori deve essere perpendicolare ai raggi solari. in base alla luminosità che riceve sui sensori, invia gli input ad Arduino che regola il movimento del motore, affinchè essi vengono illuminati ugualmente (non hanno ombra)

¹<http://www.mtmscientific.com/solartracker.html/>

3.2.1 “Ball Screw”

Quest’anno è stato realizzato un’installazione che permette di trasmettere il movimento meccanico rotatorio del motore RC in movimento lineare, in inglese il meccanismo è chiamato “ball screw”. È costituito da una barra a vite (“screw bar”) e in essa è inserito un cuscinetto a sfera che avanza linearmente lungo la barra quando è in movimento rotatorio. A questo cuscinetto è collegato un’ asta di metallo che permette di trasferire il movimento lineare del cuscinetto al movimento angolare delle gronde. Il moto del sistema è coordinato con gli input dati da Arduino e questi variano con l’angolo azimutale che il sole ha rispetto al punto di collocazione. Come trasmettere il movimento lineare lungo tutta la collezione di gronde, dato che vengono posizionate lungo due muri perpendicolari tra di loro? Si è pensato di collegare le sbarre di entrambe le collezioni attraverso due aste di metallo dimodoche si possa trasmettere lo stesso movimento sui due assi perpendicolari, di conseguenza a tutte le serie di collettori (Figura 11 e 12).

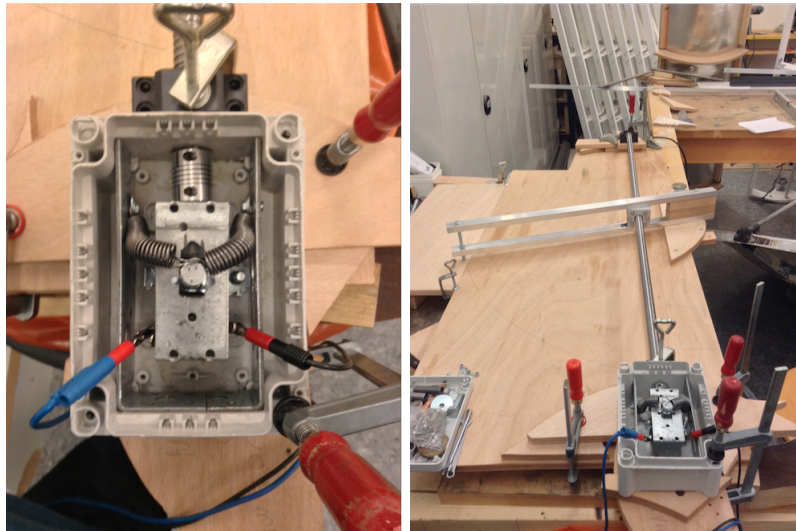


Figura 9 e 10: A sinistra vi è un immagine del nostro motore RC, inserito in una capsula dato che, posizionato all’esterno, deve resistere alle intemperie. A destra invece è del sistema della “ball screw”. Il cuscinetto a sfera è inserito tra le due barre dimodoche, potendo scivolare, possa garantire il movimento rotatorio delle barre (che verranno collegate alla gronda).

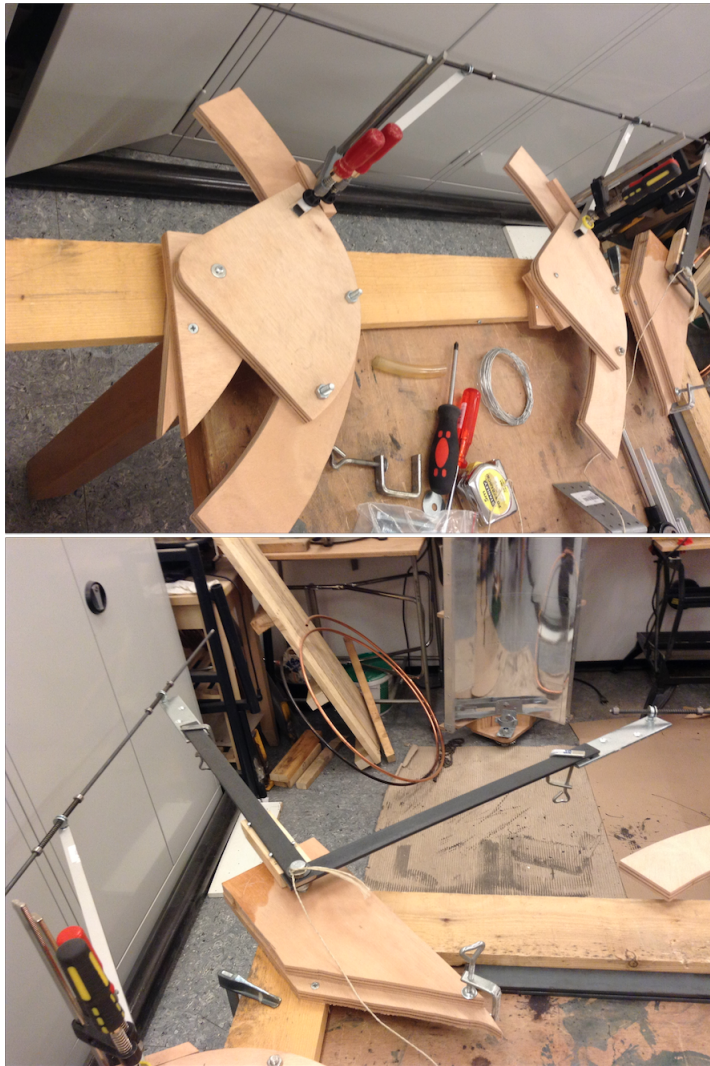


Figura 11 e 12: Il movimento delle gronde sarà connesso attraverso l'uso di queste aste, che si vedono nella figura 12. La sbarra vitata, avanzando, le fa ruotare, permettendo così di trasmettere il movimento sull'altra fila di collettori.

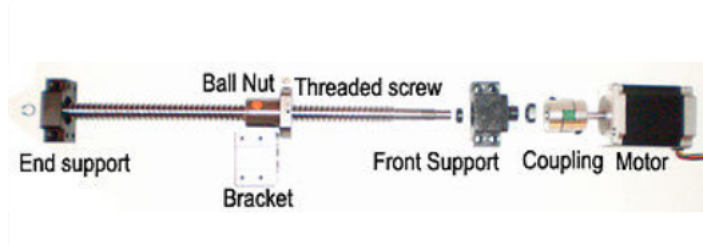


Figura 13: Quest'immagine mostra gli elementi che costituiscono la "ball screw"

4 Conclusioni

Questo lavoro non è ancora completamente finito, ma siamo riusciti a raggiungere gli obiettivi per i requisiti del lavoro di maturità di quest'anno che erano semplicemente procedere con la costruzione e stendere un rapporto dettagliato di esso. Al momento la costruzione si è limitata al terminare gli "scheletri" (base della gronda con i ribs) di tutte le gronde. La progettazione come al solito non corrisponde mai esattamente con quella stabilità all'inizio, dato che procedendo con la costruzione si notano diverse incompatibilità tra l'idea teorica e la messa in pratica. Prospettive future conernenti il lavoro sono il completamento delle gronde, l'installazione con la "Ball screw" ed infine la realizzazione di tutto il collegamento idraulico, con il manifold e il collegamento con il boiler di acqua calda (motivo per cui il sistema è stato costruito).

Bibliografia e sitografia

1. Stanley Kunnakatt, Sandro Marcotullio, Richaross Grüninger, Concentratore parabolico solare a forma di gronda con inseguimento automatico, Lavoro di Maturità liceo di Lugano 2, 2013.
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Ball_screw
3. <http://www.mtmscientific.com/solartracker.html/>

I seguenti siti sono da dove abbiamo comprato diverse componenti di quest'anno:

1. www.ebay.com/ Ball Screw
2. www.conrad.ch/ Cuscinetti
3. www.spaeter.ch/ Alluminio