

SULLA COPPIA CORONA DENTATA - VITE SENZA FINE

A volte l'astrofilo sottovaluta l'importanza di questa parte del telescopio che, invece, è fondamentale quasi e più delle stesse ottiche, alle quali dedica invece grande attenzione.

La ruota dentata trasmette il moto orario al telescopio e, pertanto, dalla sua accuratezza deriva la possibilità di ottenere immagini non strisciate (mosse).

Più una ruota è accurata e maggiore è la possibilità di eseguire sessioni fotografiche sempre più lunghe.

Esaminiamo nel seguito i criteri costruttivi necessari per raggiungere risultati di grande soddisfazione nella esecuzione di questa parte meccanica.

DIMENSIONAMENTO.

A parità di precisione costruttiva la bontà di puntamento e inseguimento orario è proporzionale al diametro.

Un semplice calcolo permette di dimostrare questa affermazione:

Si supponga un errore periodico di 1/100 di mm della coppia ruota dentata + VSF su una rotazione completa della vite.

per una ruota del diametro di 150 mm si avrà:

$$\text{Circonferenza in centesimi di mm} = 150 \cdot 100 \cdot \pi = 47100$$

$$\text{Errore angolare} = 360^\circ / 47100 = 27.5 \text{ secondi d'arco}$$

Con lo stesso calcolo si stabilisce, ad esempio, che una ruota da 400 mm di diametro avrà un errore angolare di circa 10 secondi d'arco.

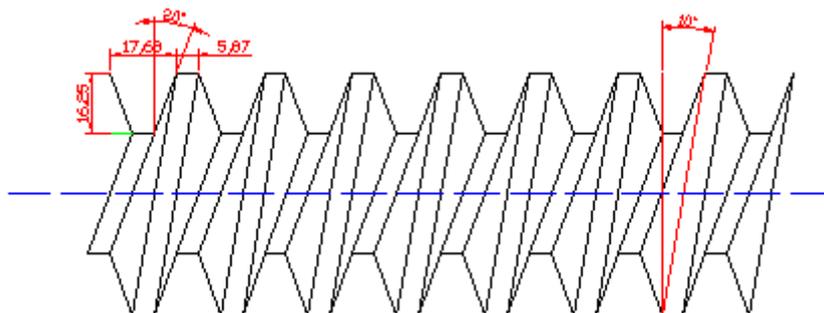
Supponendo che un pixel della nostra camera CCD abbracci circa 2 secondi d'arco di cielo, un possibile errore periodico della prima ruota fornirà una immagine strisciata su 14 pixel, mentre la seconda ruota darà una strisciata di soli 5 pixel.

FORMA DEI DENTI E PASSO

Si fa riferimento alla norma DIN 3975. La corona dentata viene realizzata mediante un creatore con passo modulare, avente diametro uguale o di pochissimo superiore a quello della vite senza fine.

Spesso nelle realizzazioni industriali si realizzano viti senza fine di diametro notevolmente inferiore a quello del creatore. Questa pratica è altamente sconsigliata per uso astronomico in quanto esalta eventuali errori periodici.

La forma dei denti è tipicamente trapezia dove l'angolo dei lati obliqui viene definito angolo di pressione o di contatto.



L'ERRORE PERIODICO

L' errore periodico può essere causato da diversi fattori. quello più frequente è dovuto alla eccentricità tra la zona filettata e le sedi dei cuscinetti.

Avviene in quanto la rettifica del filetto e quella delle sedi dei cuscinetti vengono eseguite su due diverse macchine utensili. Portando la vite dall'una all'altra macchina capita di non ricentrarla accuratamente ed è in questa occasione che si origina l'errore.

Bisogna anche dire che le ditte che producono ingranaggi preferiscono farli in serie (piccole, medie o grandi che siano), e non costruiscono volentieri il pezzo singolo che l'astrofilo richiede. Sia per fare un solo ingranaggio, che per farne centinaia è necessario, infatti, attrezzare e preparare le varie macchine con grande dispendio di tempo.

Le corone dentate e le VSF per uso astronomico devono inoltre essere eseguite con la massima cura e precisione trattandosi di esecuzioni particolari sia per il tipo che per il numero di denti difficilmente usato nell'industria.

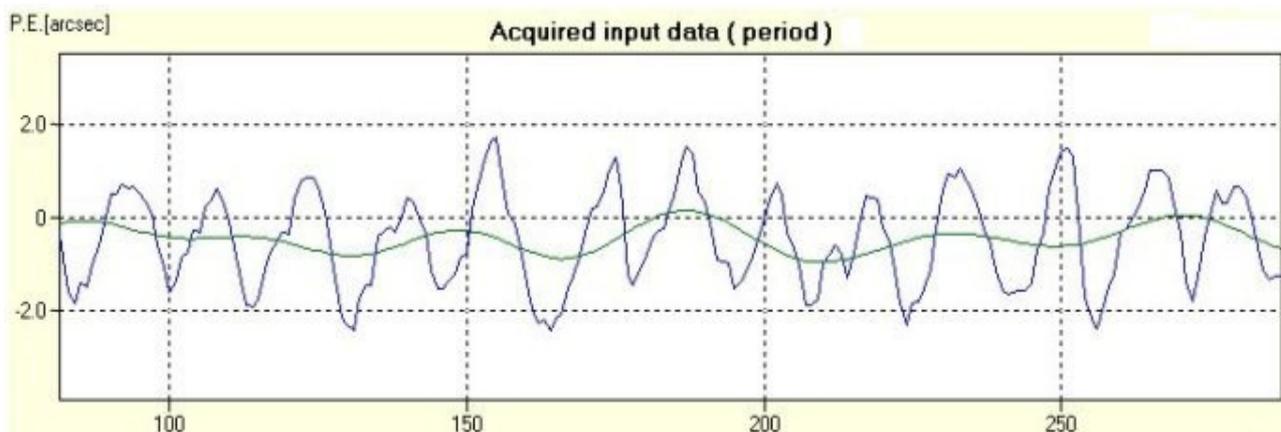


Grafico dell'errore periodico di una Vite senza fine

[Presso questo sito è possibile vedere gli errori periodici di molte marche di montature.](#)

LE RUOTE AUTOCOSTRUITE

Molti astrofili realizzano la coppia corona/vite utilizzando un maschio per filettare sul tornio. Se ne ricavano ruote con i denti a profilo triangolare di scarso pregio e pessima precisione. La vite risulta di diametro inadeguato, sensibile alle flessioni indotte dalla montatura ed esaltate dalla forma triangolare dei denti.

Inoltre, poichè nella realizzazione della corona è il maschio stesso a trascinarla, si ha un punto in cui i denti non coincidono e si crea una sede dei denti diversa da quelli della vite senza fine col risultato che il contatto non è perfetto. Un po' come se volessimo filettare un foro di 10 mm di diametro con un maschio da 8 mm.



Costruzione di una corona dentata sul tornio mediante maschio per filettare.
Questo metodo è altamente sconsigliato pr la scarsa precisione.

MATERIALI

Molti sono i materiali che si possono utilizzare per la coppia Corona/vite:

Bronzo su acciaio: è la coppia classica adatta sia per il moto orario sia per i moti veloci di un telescopio.

Alluminio o plastiche su Ottone o Bronzo: è adatta al solo moto orario dove la velocità della vite è lentissima e vengono esaltate le qualità autolubrificanti dei materiali scelti

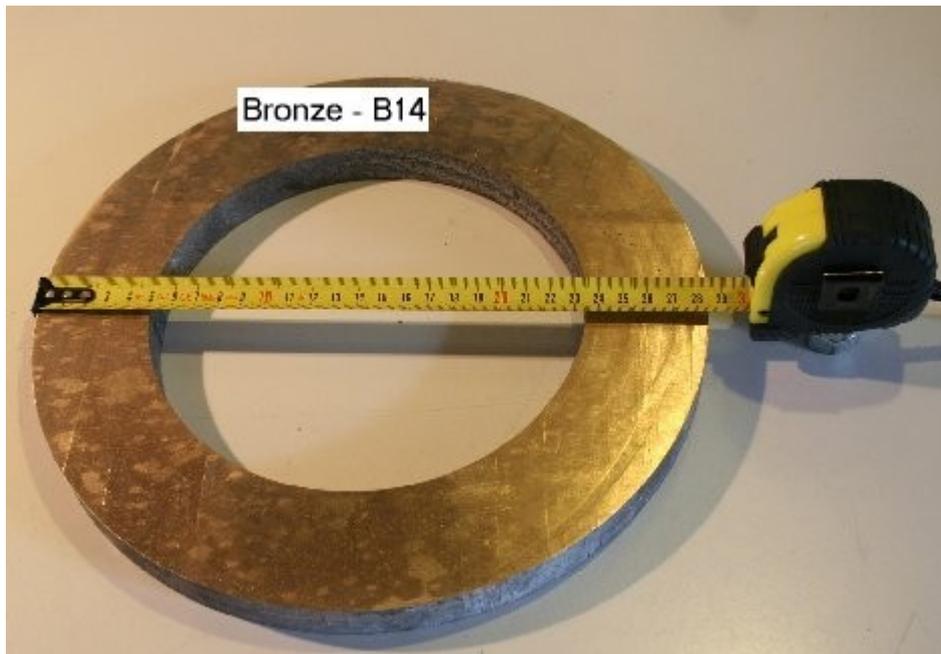
LUBRIFICAZIONE

La coppia di ingranaggi non deve assolutamente essere ingrassata, il grasso introduce macroscopici errori nel moto orario trascinando granelli di polvere e sporcizia. Si devono preferire oli molto fluidi e curare in modo meticoloso la pulizia delle parti.

COME NASCE UNA CORONA DENTATA

Si inizia dal progetto che deve tener conto delle dimensioni e delle caratteristiche del telescopio su cui la ruota verrà montata. Un criterio abbastanza valido (Vedi standard della [Carl Zeiss](#) - od anche [Paolo Andrenelli - "L'astronomo dilettante" - Sansoni, 1968](#)) consiste nel costruire la corona dello stesso diametro dello specchio. Entrano nel progetto numerose altre variabili che permettono di valutare quale sia il numero di denti appropriato, lo spessore, il diametro della vite senza fine etc...

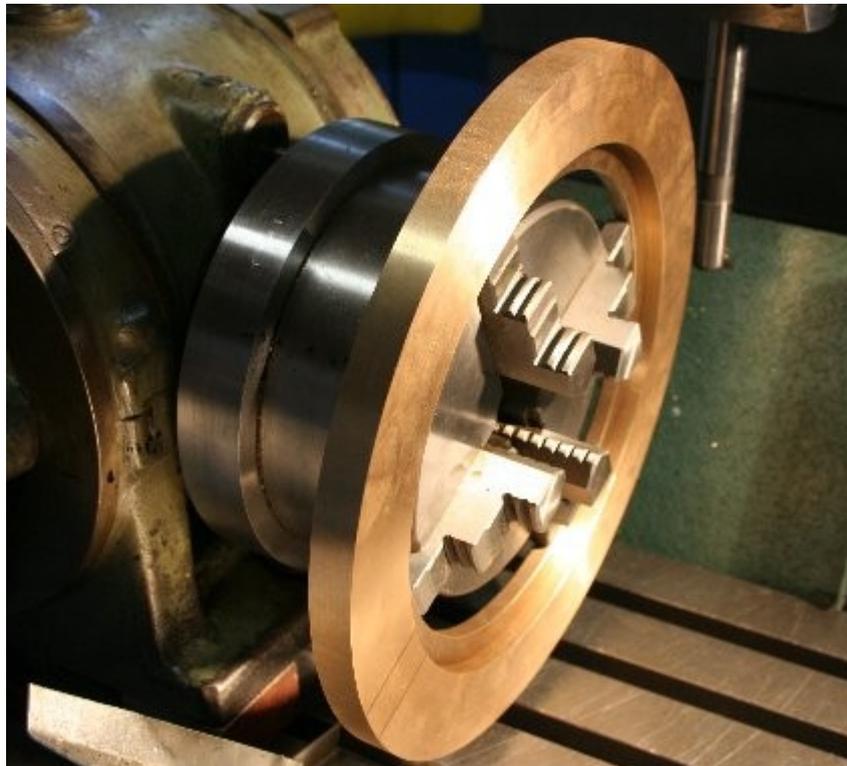
Fa parte del progetto anche la scelta dei materiali: in genere si predilige un bronzo B14 per la corona (oppure B-Cu Sn 12), oppure nel caso dell'alluminio (*per corone da usare solo per il moto orario e non per i moti veloci di puntamento*) un 6061-T6 oppure 7075-T6. ed un acciaio tipo C40 per la vite.



Il disco di bronzo grezzo dovrà avere uno spessore e dimensioni leggermente maggiori rispetto alla corona dentata in modo da eliminare, in fase di tornitura, gli strati più esterni che potrebbero contenere delle imperfezioni.

Si passa quindi alla tornitura avendo cura di mantenere una precisione sia radiale che assiale contenuta entro $1/100$ di mm; bisogna fare in modo che il diametro esterno e quello interno della corona circolare siano concentrici entro questa tolleranza. Anche le due facce devono rispettare questo standard.

Nel dimensionamento del diametro esterno bisogna tenere conto della profondità della gola che ospiterà la dentatura; esiste al proposito un preciso formulario che permette di eseguire i calcoli opportuni.



A questo punto il disco viene tolto dal tornio e montato sul mandrino della Fresa-dentatrice. questa è un'operazione particolarmente delicata in quanto il pezzo va ricentrato sia assialmente che

radialmente con tolleranza centesimale. Questa operazione può richiedere un tempo anche molto lungo.

Terminata questa delicata fase, mediante un utensile, detto "testa d'andrea" si scava la gola che ospiterà i denti. Il diametro della gola coincide con quello interno della vite senza fine.



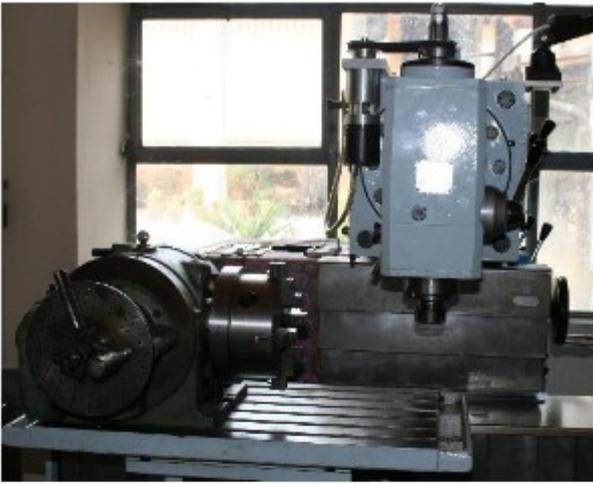
TESTA D' ANDREA



Ora viene montato sulla macchina l' utensile creatore preposto al taglio della dentatura. e vengono montati gli opportuni rotismi che, insieme alla parte elettronica, permetteranno di eseguire il numero voluto di denti.



Un sistema elettronico sincronizza il moto del mandrino (e quindi del creatore) a quello della corona in costruzione permettendo una grande precisione nel taglio dei denti della corona.



Il tempo di esecuzione, a questo punto, varia a seconda del numero dei denti e della loro profondità. Bisogna avanzare di decimo in decimo e il lavoro può durare da un'ora fino a 5 o 6 ore. Ne vale tuttavia la pena ed il risultato ottenuto, è di grande precisione e soddisfazione.



[Qui un video che mostra la macchina in azione](#)

CONSIDERAZIONI SUI COSTI

Sul costo di una corona dentata a vite senza fine per astronomia influiscono parecchi fattori. Innanzitutto il prezzo del bronzo in continua ascesa sui [mercati internazionali](#) aggravato dal fatto che questo materiale ha un peso specifico elevato.

In secondo luogo, ma più importante, il tempo di esecuzione che, come si intuisce dalla precedente descrizione, non è certo breve: mediamente ci vuole una settimana o più di lavoro artigianale per ottenere una coppia ad alta precisione.

A titolo di esempio, nella tabella sottostante, sono messi a confronto i prezzi praticati da due costruttori americani e uno tedesco per 3 tipiche corone dentate ad uso astronomico.

Diametro mm	Diametro inch	USA Alluminio \$	USA Bronzo \$	Germany Bronzo Euro
181	7.1	615	655	525
271	10.6	805	1100	1110
361	14.2	1070	2680	1785