

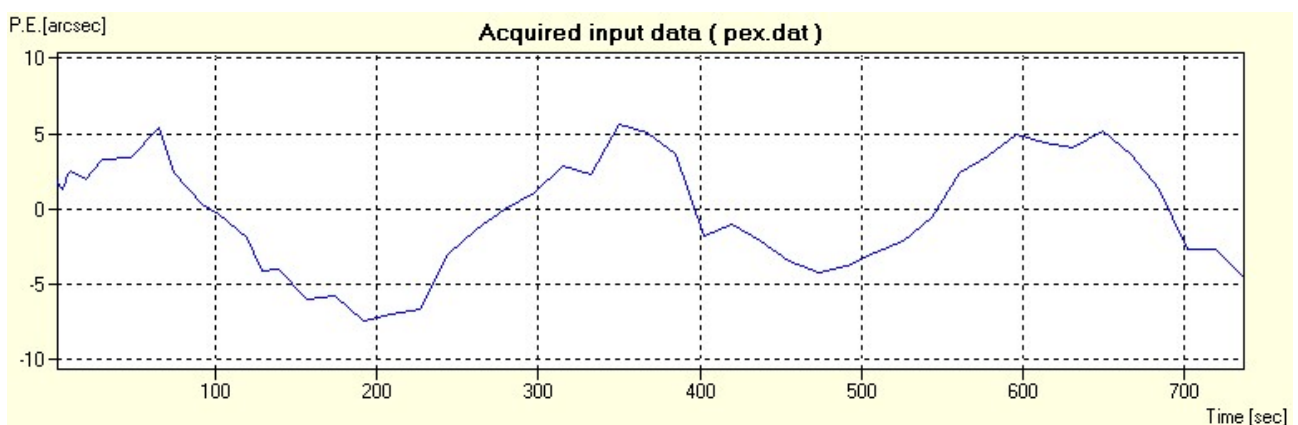
Test del 19 nov. 2020 sulla valutazione dell'errore periodico dell'inseguimento siderale e della deriva in AR della montatura RM300 equipaggiata con l'FS2 della Astro Electronic.



Strumentazione: montatura equatoriale “alla tedesca” RM300, allineamento polare con Polemaster QHYCCD, FS2, ED103swt + Powermate 2.5x, Toucam (PCVC840K) px 5.6 micrometri 640x480, software di acquisizione IRIS (5.51) e K3CCD Tools (3.5.10.1083), elaborazione PEAS (23.10.04). Stella target: Alpha Tauri, Aldebaran.

Software IRIS

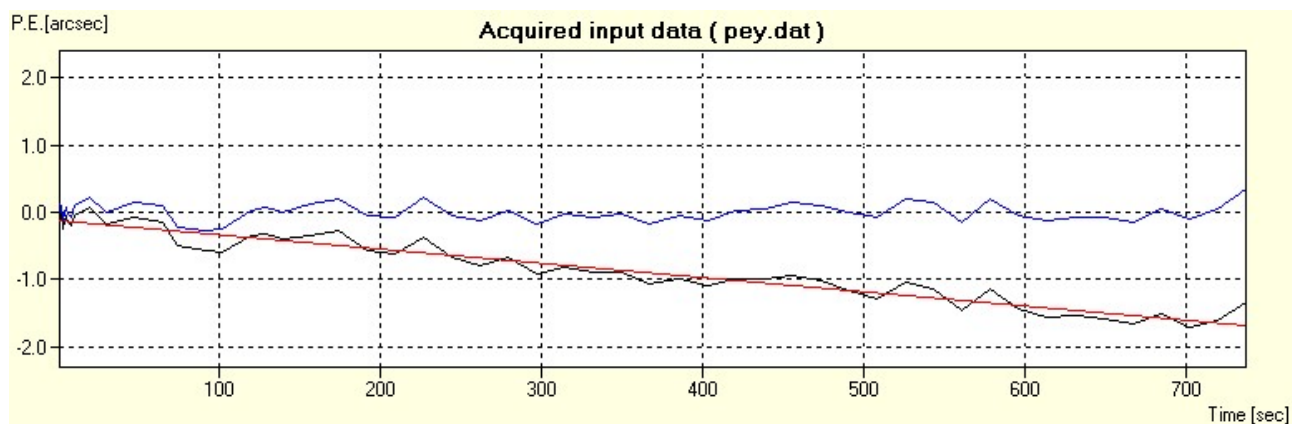
test 1: file pex.dat. Su FS2 “motor_1 (AR) gear” impostato a 900₍₁₎, durata 737sec, 51 campionamenti
Nota: l'impostazione della CCD era in bin 2x2, come se i pixel fossero stati di 2.8 micrometri



Dal PEAS si stima l'errore periodico medio pari a + 2.94 e - 3.31 arcsec, inoltre il periodo di un giro completo della vite senza fine, corrispondente ad un giro del motore + riduttore (200 step per 64 microstep per 3) si stima pari a circa 300 sec (per eccesso).

Nota (1): il parametro “motor_1 (AR) gear” dell'FS2 è pari al prodotto tra Z (il numero di denti della ruota dentata) ed R, il rapporto di riduzione.

test 1 (appendice): file pey.dat. impostato su FS2 “motor_2 (dec) gear” a 750 (Z della corona di dec pari a 250 denti e rapporto di riduzione pari, sempre, a 3). Moto in Dec. non attivato, solo moto AR. Osservata la deriva in Dec. per 737sec, 51 campionamenti
Nota: l'impostazione della CCD era sempre in bin 2x2.



Dal grafico si evince che i valori letti dal CCD della Y (Dec.), mentre il telescopio inseguiva il moto di rotazione terrestre in AR, subivano anch'essi una leggera deriva causata dagli errori di allineamento dell'asse orario del telescopio al polo Nord celeste.

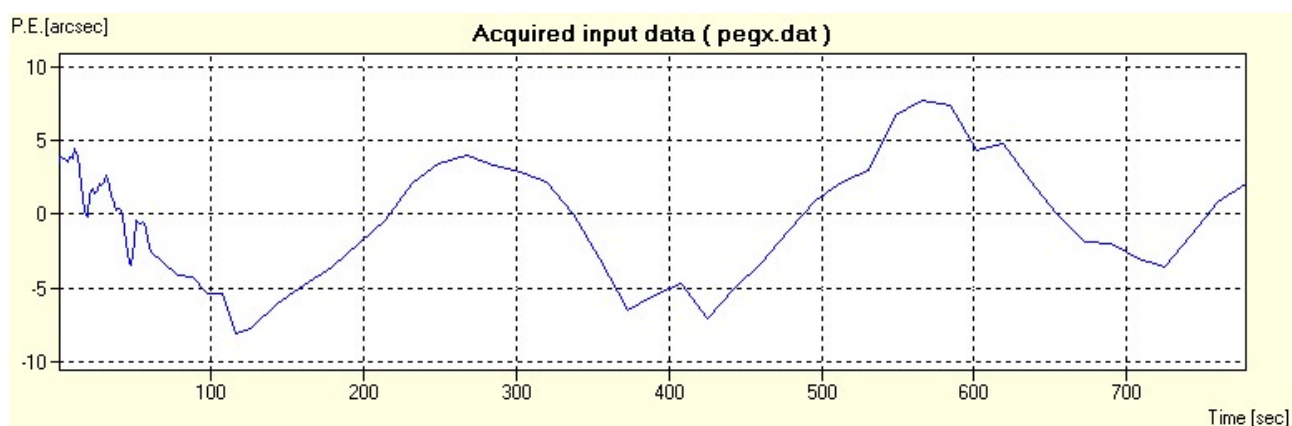
Questa deriva della Declinazione (DD), lineare nel tempo (linea rossa nel grafico), risulta pari a circa 1.6 arcsec dopo 12 minuti, e risulta stimata quindi di 8 arcsec dopo 60 minuti.

Ma quanto risulta disallineato il telescopio rispetto al polo celeste? Ovvero di quanto il sistema di riferimento dello strumento si scosta da quello equatoriale?

Stante l'allineamento fatto con un cannocchiale polare QHYCCD e software POLEMASTER, il disallineamento polare (DP) risulta essere pari ad almeno $DP = 6 \times DD(\text{arcsec/h})$, quindi di 48 arcsec. Tale valore risulta superiore a quello delle specifiche del cannocchiale polare QHYCCD che dovrebbe riuscire a contenere tale disallineamento entro i 30 arcsec.

Quanto sopra probabilmente a causa di una staffa (adattata dallo scrivente) che sorregge il cannocchiale polare e che, stante la possibile imprecisione di installazione, non garantirebbe il perfetto parallelismo tra l'asse ottico e l'asse orario della montatura.

test 2: file pex.dat. impostato su FS2 “motor_1 (AR) gear a 900”, durata 777sec., 82 campionamenti
Nota: anche qui l'impostazione della CCD era in bin 2x2, come se i pixel fossero stati di 2.8 micrometri.



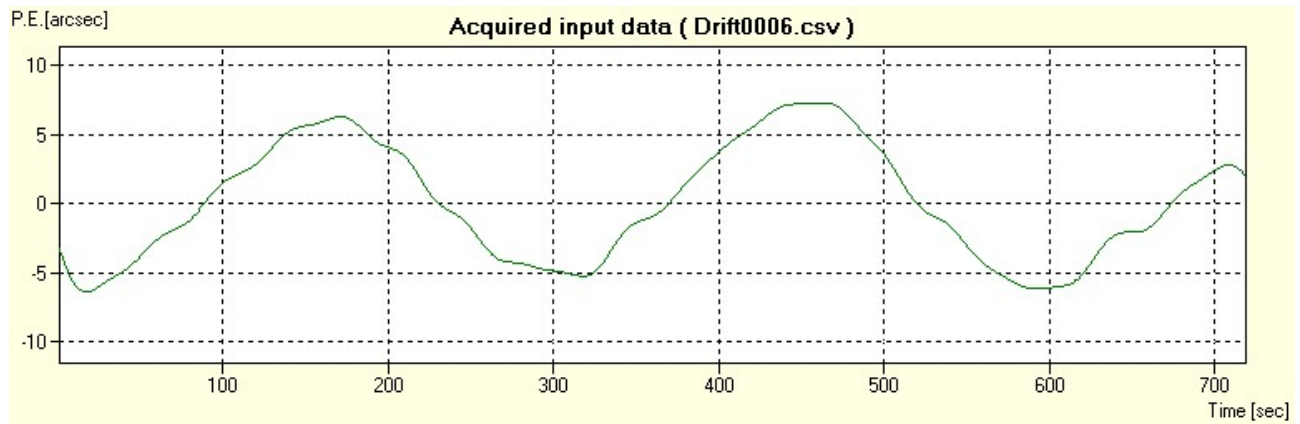
Viene registrato un comportamento anomalo dell'inseguimento (nel primo minuto del test), probabilmente dovuto all'inversione del moto in AR in seguito al ricentrimento a media velocità (60X) della stella sull'origine degli assi della maschera di guida del software.

Dal PEAS si stima anche in questo caso un ridottissimo errore periodico la cui media risulta, ora, pari a + 2.63 e - 3.20 arcsec.

Software K3CCD Tools

Avviata la webcam, la stella target viene posta al centro del reticolo ("reticle" impostato su 2 "circles") del software. L'utilizzo del reticolo graduato si è mostrato utile, come vedremo, per stimare la deriva in AR.

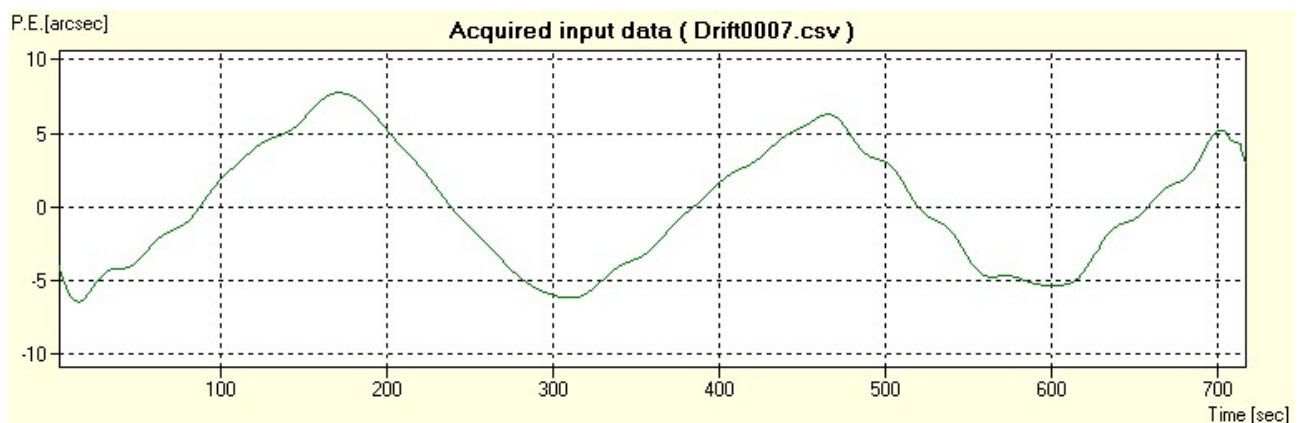
test 3: file drift6. Impostato su FS2 "motor_1 (AR) gear" a 900 (Z=300). 721 campionamenti su 719 sec. La deriva è risultata sulla dx del crocicchio (concorde con la rotazione terrestre), per uno spostamento pari a 3 tacche.



Dal PEAS si stima, con l'acquisizione CCD fatta con il nuovo software, un errore periodico medio sull'inseguimento orario pari a + 3.92 e - 3.44 arcsec.

test 4: file drift7. Impostato su FS2 "motor_1 (AR) gear" ora a 897 (Z=299). 714 campionamenti su 717 sec. Deriva, sempre a dx, di 2,2 tacche del crocicchio dopo 719 sec.

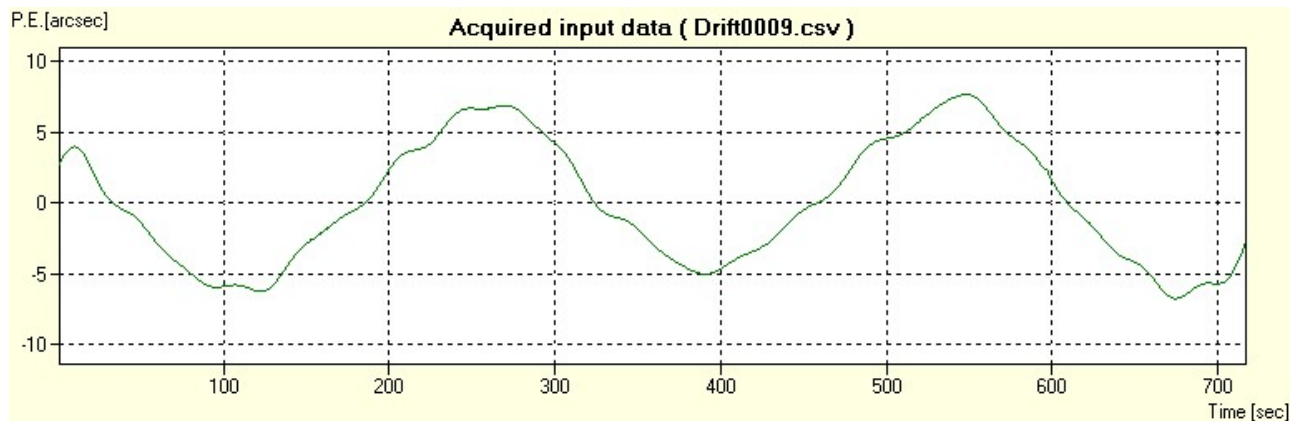
È stato riscontrato, all'inizio test e per il primo minuto circa, un comportamento anomalo dell'inseguimento (tipo accelerazione del moto in un senso e poi al contrario) simile, ma in maniera meno evidente, a quello del test 2 dopo il ricentrimento della stella target (stavolta a 12X) al centro del crocicchio in AR (prob. causa di minimali, ma presenti, giochi meccanici di accoppiamento tra vite senza fine e corona dentata).



Le misure risultano comunque accettabili e il grafico risultante mostra anche stavolta un errore periodico (medio) contenuto, pari a + 3.81 e - 3.49 arcsec.

test 5: file drift9. Impostato su FS2 “motor_1 (AR) gear” a 897. 717 campionamenti per 717 sec.

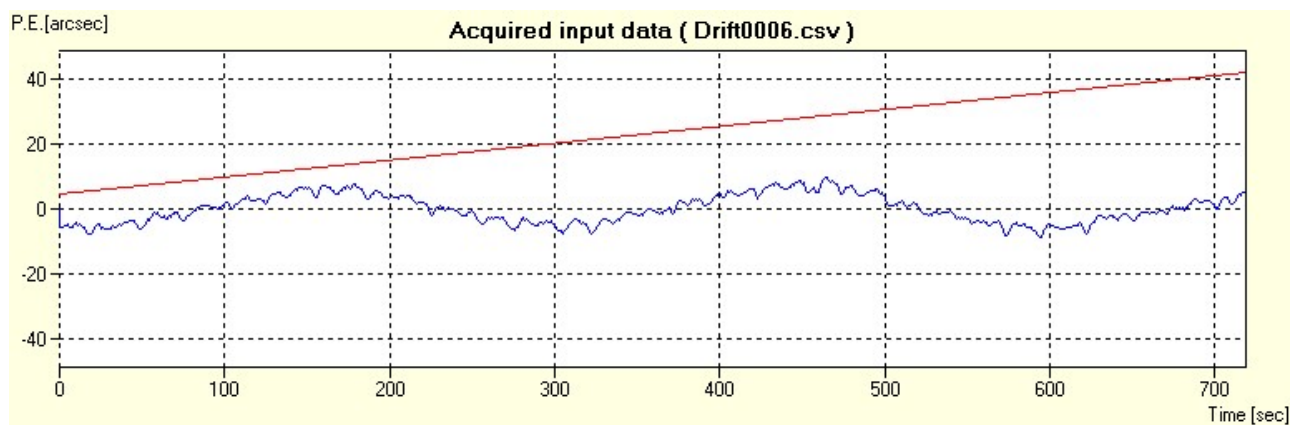
Deriva sempre a dx di 1,6 tacche del crocicchio al termine del test. Stavolta la prova viene fatta senza riposizionare la stella al centro del crocicchio in AR. Viene notata l'assenza dell'anomalia dei test 2 e 4 e la deriva viene ridotta della metà rispetto il test drift6 (il n.3).



Il grafico risultante, come nei precedenti due test, mostra un errore periodico medio contenuto, stavolta oscillante tra + 4,21 e – 3.46 arcsec.

L'errore periodico sull'inseguimento in AR, stimato tra i vari test fatti, facendo dunque una media tra le due tipologie di test e con i software utilizzati, si attesta su +/- 3.5 arcsec ! Un valore estremamente contenuto a testimonianza di un'ottima lavorazione della vite senza fine, della ruota dentata e dell'ingegnerizzazione del complesso meccanico.

Per quanto riguarda la deriva in AR del moto di inseguimento siderale si sono fatte le seguenti deduzioni.



Come si evince dal grafico del test 3 (riscontrabile anche negli altri test) la linea rossa rappresenta la deriva dell'inseguimento in AR pari, in media, a poco meno di 40 arcsec dopo 12 minuti. Quindi, essendo la deriva in AR quantificabile, in tale intervallo, in 1.6 tacche del crocicchio, si stima una tacca coprire un arco apparente sulla volta celeste (con il setup utilizzato) uguale a circa $40/1.6=25$ arcsec.

In sintesi, dalle prove fatte, dando continuità al verso della rotazione (senza ricentrare la stella target sul reticolo come fatto nel test 4) si sono azzerati (o quasi) gli errori dovuti ai giochi meccanici e la restante deriva dipende unicamente dal disallineamento polare (stimato, come abbiamo visto prima, in circa 50 arcsec sul polo celeste) e dal minimo (e trascurabile direi) scostamento tra la velocità di inseguimento siderale della montatura (o rispondenza) e la reale velocità siderale (moto diurno della Terra).

Ma... dopo 720sec (i 12 min della durata dei test), visualmente, di quanto si sposta la stella in AR rispetto la posizione iniziale quando questa venga inseguita di moto siderale? Ovvero è possibile quantificare in altro modo la deriva in AR al netto dei giochi meccanici, considerando solo la deriva data dal disallineamento polare e dalla rispondenza meccanica del moto orario?

Dobbiamo quindi tarare il reticolo e le sue tacche di riferimento (problema inverso del precedente). Per questo dopo il test 5, lasciando invariati i parametri di base, impostiamo sull'FS2 il moto di inseguimento lunare.

1 tacca del crocicchio è stata percorsa a velocità lunare in 60s (1min).

Il delta rispetto alla velocità siderale è, mediamente in longitudine, di 3162 sec/giorno, quindi $3162/(24*60)=2,2$ sec/min, ovvero di 30,3 arcsec/min; in realtà, in un minuto, la tacca è stata coperta con una velocità somma della deriva in AR e del moto d'inseguimento lunare (entrambi di verso concorde). In particolare la deriva del moto in AR (caso ideale del test 5 dopo il quale seguiva quello a velocità lunare) era pari a $(1.6/720)*60=0.13$ tacche/min.

Dunque il moto lunare in realtà copre $1 - 0.13$ tacche/minuto, ovvero 0.87 tacche, quindi la deriva è quantificabile nelle migliori condizioni (di allineamento polare, regolazione del parametro gear di FS2 ed eliminazione dei giochi meccanici,...del test 5) pari a $30.30*0.87=26.36$ arcsec/tacca.

Quindi, dopo 720sec (12 min), questa risulta pari, grossomodo, a $1.60*26.36=42.17 \approx 42$ arcsec, valore in linea con quanto riscontrato dall'insieme delle misure acquisite e riportata nel grafico precedente. Tale valore, dedotto analizzando la deriva impostando il moto d'inseguimento lunare (che ha permesso di tarare le tacche del crocicchio) è pari a oltre un ottavo del diametro apparente della Luna in un'ora.

La deriva riscontrata, seppur accettabile e confinabile durante le sessioni di ripresa a lunga posa fotografiche o spettroscopiche mediante l'autoguida, si ritiene di poterla drasticamente ridurre con un miglioramento dell'allineamento polare dell'asse orario della montatura.

Ora alcune considerazioni sulla meccanica del moto orario e sulla risoluzione dei passi del motore stepper.

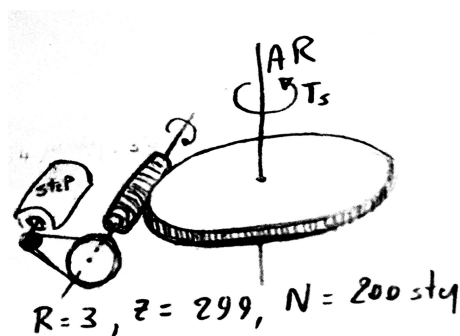
Abbiamo visto che dalle misure fatte il periodo di rotazione della vite senza fine, corrispondente alla rotazione esatta di un dente della corona dentata, si attesterebbe all'incirca e poco al di sotto dei 300 secondi.

Ma quanti per l'esattezza?

Il cerchio orario, o meglio la sua corona dentata di Z denti, deve poter compiere un giro completo in 86164 sec (T_s : tempo di rotazione della Terra rispetto le stelle), il che vuol dire che ogni dente "occuperà" T_s/Z sec di tale giro...(T_d)

Quindi nel caso di $Z=300$, $T_d=287.133$ sec, valore vicino a quello riscontrato nei test (stimato poco sotto i 300 sec).

Ma tale valore T_d corrisponde anche ad una rotazione completa della vite senza fine che ruota "solidalmente" alla rotazione del motore stepper moltiplicata per 3 (il rapporto di riduzione R dato dal rapporto tra i diametri delle pulegge che movimentano la cinghia di trasmissione).



Dunque il motore stepper (di 200 passi/giro o N) compie una rotazione completa (St) in Td/3 sec, ovvero in 95.738 sec e, quindi, ad ogni passo (o step) corrispondono $St/N = 0.479$ sec e ogni micropasso (64 per ogni step) impiega $0.479/64 = 0.00748$ sec per essere completato.

Questo valore porta ad una risoluzione, sul piano focale, di 0.112 arcsec per ogni micropasso effettuato (0.00748×15).

Infine, stando alle specifiche fornite dal costruttore, posto Z (della corona dentata in AR) pari a 299, segue:

- Td = 288.174 sec
- St = 96.058 sec
- Rot. Passo = 0.480 sec
- Rot. microP = 0.00750 sec
- Ris. 0.113 arcsec/microP.

Per quanto sopra l'inseguimento siderale risulta preciso, la deriva perfettibile (poste le condizioni riportate) e la meccanica ed il moto orario privi di "vibrazioni".

Giorgio Clemente