

Poli Alessandro ^[1], Morsiani Marco ^[1], Orlati Andrea ^[1], Fiocchi Franco ^[1], Roda Juri ^[1],
Zacchiroli Giampaolo ^[1], Contavalle Corrado ^[2], Nocita Carlo ^[2]

**Aggiornamento del sistema di controllo e di posizionamento
del subriflettore e del ricevitore in fuoco primario**

Parabola VLBI di Noto (SR) 2021

Vol.3 – interventi a Noto (SR) – agosto e settembre 2021

[1] INAF, Istituto di Radioastronomia di Bologna, Via Fiorentina, 3513, Medicina (BO)

[2] INAF, Istituto di Radioastronomia di Bologna, Contrada Renna Bassa snc, Noto (SR)

INDICE

1	<u>INTRODUZIONE</u>	3
1.1	RIFERIMENTI	3
2	<u>LAVORI PRELIMINARI</u>	3
3	<u>STAZIONE RADIOASTRONOMICA DI NOTO</u>	4
4	<u>MESSA IN SICUREZZA DELL'ANTENNA</u>	5
5	<u>SMONTAGGIO DELLA MECCANICA DEL SUBRIFLETTORE</u>	5
6	<u>INSTALLAZIONE NUOVE PARTI</u>	6
6.1	FINE TUNING	8
6.2	MONTAGGIO DEI FINE-CORSA	9
6.3	MONTAGGIO DEI <i>PARK SWITCH</i>	9
7	<u>SMONTAGGIO ASSE YSR</u>	10
8	<u>INSTALLAZIONE MECCANICA DEL SUBRIFLETTORE</u>	10
9	<u>INSTALLAZIONE DISPOSITIVI ASSI YPFR E ZPFR</u>	10
10	<u>INSTALLAZIONE S.C.U. E PROVE FINALI</u>	11
11	<u>MISURE CON TWINCAT SCOPEVIEW</u>	11
11.1	MISURE SUGLI ASSI DEL SR (SUBRIFLETTORE)	12
11.2	MISURE SUGLI ASSI DEL PFR (<i>PRIMARY FOCUS RECEIVER</i>)	17
11.3	VERIFICA DEI PUNTI DI INTERVENTO DEGLI <i>SWITCH</i> DI PARCHEGGIO	19
11.4	VERIFICA DEI PUNTI DI INTERVENTO DELLO <i>SWITCH</i> DI TRASLAZIONE PER L'ASSE YSR	20
12	<u>NOTE POST-INSTALLAZIONE</u>	21
12.1	OSCILLAZIONI ASSE YPFR	21

1 Introduzione

Scopo del presente terzo volume (allegato ai volumi 1 e 2) è quello di dare una descrizione dei lavori di rinnovamento della movimentazione del subriflettore svolti sulla antenna parabolica VLBI di Noto (SR) tra agosto e settembre del 2021. Per tutti i dettagli tecnici specifici dell'apparato si rimanda ai volumi 1 e 2.

1.1 Riferimenti

Rapporto_movimentazione_Noto – vol.1 - descrizione

Rapporto_movimentazione_Noto – vol.2 – schemi elettrici e *wire list*

2 Lavori preliminari

La prima parte dei lavori di assemblaggio e test degli apparati è stata fatta in laboratorio presso la Stazione Radioastronomica di Medicina (BO). In particolare, sono stati assemblati i due quadri di automazione denominati "Driver Box 1" e "Driver Box 2" meglio descritti nel vol. 1. Una volta assemblati i quadri è stato predisposto un banco di prova composto dai quadri stessi con i collegamenti completi ai sette motori relativi ai sette assi della movimentazione e con tutti i collegamenti alla struttura di controllo Beckhoff (vedere figura 2-1).

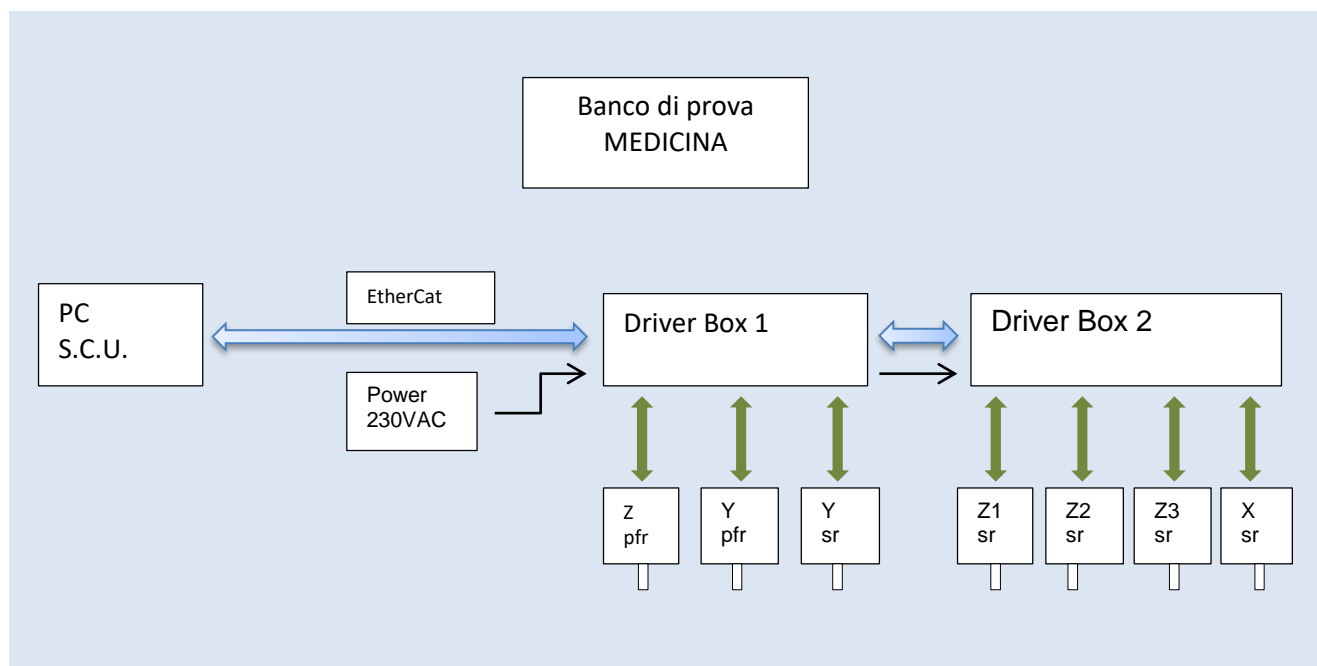


Figura 2-1 Schema a blocchi collegamenti banco di prova

A questo punto si è proceduto con la parte *software*: posizionamento dello "zero" dell'encoder dei motori, installazione dei pacchetti Beckhoff sulla S.C.U. del sistema e tutte le prove relative ai movimenti. Per facilitare tutta la gestione dei consensi (limiti *hardware* dati dai sensori da posizionare sugli assi) sono state implementate delle funzioni che ci hanno permesso di simulare le situazioni necessarie a fare le prove e ci hanno permesso di "ingannare" alcuni controlli che, proprio per il loro scopo, in condizione di test ci avrebbero impedito i movimenti. Una volta terminati i lavori preparatori il materiale è stato preparato per la spedizione a Noto (*Driver Box*, sensori, cavi, accessori etc.).

3 Stazione radioastronomica di Noto

L'attività di trasporto del materiale preparato presso la Stazione di Medicina è stata affidata direttamente all'Azienda che ha affiancato il personale IRA-INAF nei lavori di sostituzione della movimentazione. Una volta recati presso la Stazione di Noto si è verificato lo stato dell'antenna e lo stato degli imballaggi contenenti il materiale inviato.



Figura 3-1 Antenna di Noto (SR) all'inizio dei lavori di sostituzione

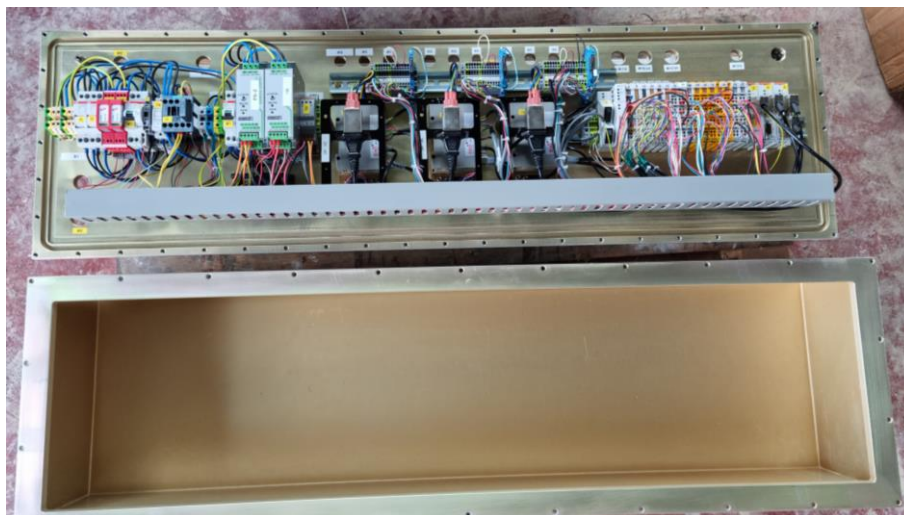


Figura 3-2 Driver Box 1 presso la Stazione di Noto (SR)

4 Messa in sicurezza dell'antenna

Prima di procedere con i lavori l'antenna è stata messa in sicurezza, vale a dire che è stata portata all'orizzonte ed è stata bloccata in tale posizione togliendo tutti i consensi al movimento e premendo i pulsanti di emergenza sia sul quadro "Drive Cabinet" sia quelli disponibili sull'antenna.

5 Smontaggio della meccanica del subriflettore

Il successivo passo fondamentale per poter procedere con i lavori è stato lo smontaggio della meccanica del subriflettore. In un primo momento mediante la piattaforma elevatrice gli operatori dell'Azienda che ha affiancato IRA nei lavori sono saliti all'altezza del subriflettore, lo hanno fissato saldamente ad un piccolo argano integrato sull'antenna che è stato utilizzato per fare scendere lentamente il subriflettore fino al livello di terra (vedi fig. 5-1).



Figura 5-1 Smontaggio del subriflettore

Dopo lo smontaggio dello specchio subriflettore (fig. 5-1) si è proceduto con lo smontaggio dell'intera struttura di supporto del subriflettore stesso (fig. 5-2), sempre avvalendosi della piattaforma elevatrice per l'aggancio della struttura all'argano di cui è dotata l'antenna di Noto. Questa fase è necessaria in quanto

alcune parti devono essere fissate e calibrate sulla struttura stessa (assi Z1, Z2, Z3 e X del subriflettore). Oltre alla comodità di montaggio, avere la struttura a terra permette di fare dei test e delle prove agilmente. Constatata la sporcizia accumulata in anni di servizio si è proceduto ad una prima pulizia del telaio del subriflettore con getto d'acqua.

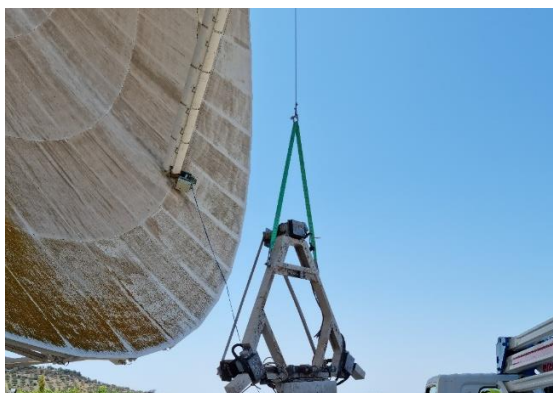


Figura 5-2 Discesa del telaio del subriflettore



Figura 5-3 Smontaggio e pulizia telaio del subriflettore

Dopo aver appoggiato il telaio del subriflettore smontato su dei rialzi si è proceduto allo smontaggio di tutte le vecchie parti da sostituire: motori, Driver Box vecchia, sensori, compreso tutto il vecchio cablaggio (cavi, scatole di derivazione etc.)

6 Installazione nuove parti

Dopo avere smontato tutte le vecchie parti è cominciata la procedura di montaggio dei nuovi dispositivi (scatole di derivazione, sensori, motori etc.). In particolare, per i sensori di fine corsa e di parcheggio è stato fondamentale regolare la posizione delle camme per fare sì che (data la diversa geometria dei nuovi sensori) i dispositivi non intervenissero troppo presto rispetto ai limiti impostati via *software* o troppo tardi.



Figura 6-1 Dettaglio sensore fine corsa assi Zsr

La Driver Box 2 è stata fissata sul telaio del subriflettore con lo stesso metodo dell'analogo box rimosso (la meccanica è stata mantenuta inalterata), sono stati poi installati i nuovi motori (assi Zsx e Xsr), gli switch di fine corsa e di parcheggio e sono stati effettuati tutti i cablaggi necessari tra i dispositivi nella Driver Box 2 e i dispositivi a bordo del telaio. Per il montaggio dei motori è stato necessario utilizzare delle nuove campane perché la flangia di fissaggio dei nuovi motori è diversa da quella dei motori precedentemente installati.



Figura 6-2 Dettaglio carrello asse Xsr



Figura 6-3 Dettaglio scatola di derivazione e accoppiamento motore



Figura 6-4 Dettaglio fine corsa e relativa camma asse Zsr

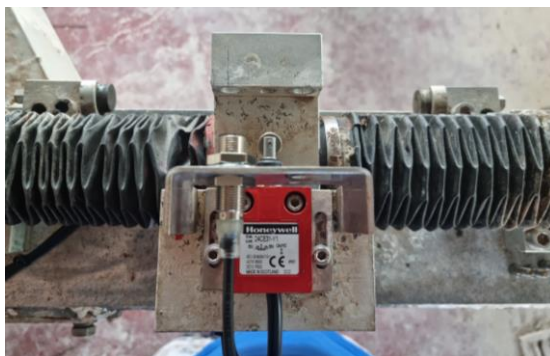


Figura 6-5 Dettaglio fine corsa e park switch asse Xsr

Approfittando di tutta la struttura a terra si sono fatti tutti i collegamenti, inclusi quelli di test tra Driver Box 1 e Driver Box 2 in modo da poter testare il funzionamento degli assi Zsr e Xsr. Ovviamente per poter fare questi *test* è stato necessario simulare gli assi del fuoco primario nelle posizioni tali da permettere la movimentazione degli altri assi.

6.1 *Fine tuning*

Nella fase preliminare a Medicina (BO) gli *encoder* dei motori erano stati portati più o meno a metà della loro corsa e la posizione indicata dall'NC (System Manager) portata a zero "artificialmente" inserendo un *bias* nei parametri. Come descritto nel volume 1, per mantenere gli stessi riferimenti della precedente movimentazione del subriflettore vi sono delle quote da rispettare (riportate sia in forma tabellare sia in forma grafica sempre nel volume 1).

Durante il montaggio del motore si è portato ogni singolo asse alla quota di riferimento (mediante un calibro) per avere il riferimento con la vecchia meccanica. A questo punto l'inserimento del motore (che va fissato ovviamente seguendo dei riferimenti esterni, la flangia su cui viene fissato) fa sì che il giunto di accoppiamento debba leggermente ruotare perdendo così di pochissimo lo zero. Si apporta allora, a questo punto, una piccola correzione nel NC (System Manager) che faccia sì che l'asse venga visto nuovamente a "zero".

DESCRIZIONE MOVIMENTAZIONE SUBRIFLETTORE VLBI NOTO

Si riportano in tabella i valori “teorici” impostati durante la fase iniziale di test a Medicina e i valori finali detti di *fine tuning* che riguardano appunto l’ultima parte del processo, durante il montaggio dei motori.

Asse	Z1sr	Z2sr	Z3sr	Xsr	Ysr
Bias posizione (mm) teorico	-3961,315	-3961,315	-3961,315	-10240	-271
Bias posizione (mm) fine tuning (sett. 2021)	-3960,815	-4083,0	-3961,315	-10221,6	-271

Asse	Zpfr	Ypfr
Bias posizione (mm) fine tuning	-5120	-5120
Bias posizione (mm) fine tuning (sett. 2021)	-5120	-5118,8

Tabella 6-1 Bias di posizione teorici ed effettivi

Per completezza sono già stati riportati anche i *bias* relativi agli assi di movimentazione del PFR e di Ysr anche se sono posizionati non sul telaio del subriflettore ma sul “quadrone”. In questo caso si è provveduto a un “aggiustamento” fatto comandando il sistema ad installazione meccanica ed elettrica completata.

6.2 Montaggio dei fine-corsa

Una volta calibrato l’asse si è potuto procedere con l’installazione e la verifica funzionale dei fine-corsa di sicurezza. Gli *switch* sono stati installati sulle piastrine meccaniche apposite già presenti e utilizzate per la movimentazione precedente. Nel montaggio si sono regolate le camme in maniera tale che la quota di intervento fosse quella preventivata già in fase di progetto. Per la verifica funzionale si è provveduto a posizionare l’asse ai limiti della corsa prevista a livello *software* controllando che il fine-corsa non intervenisse bloccando la movimentazione. Una volta verificata questa condizione si è provveduto a regolare la camma in modo che anche un lieve movimento oltre al limite suddetto provocasse l’intervento dello *switch*. La funzionalità operativa è stata verificata semplicemente azionando a mano i fine-corsa controllando che l’intera movimentazione si fermasse e venisse visualizzato correttamente l’errore sul pannello di controllo. Quanto appena riportato è stato fatto anche, in un secondo momento, sugli assi Ysr, Ypfr, Zpfr direttamente sull’*apex*.

6.3 Montaggio dei park switch

Anche gli *switch* “di parcheggio” sono stati montati con gli stessi riferimenti della vecchia movimentazione. In questo caso si è provveduto a posizionare l’asse sulla posizione nominale di parcheggio e si è spostato il *proximity switch* e posto alla distanza nominale di 2 mm dalla camma mediante uno spessore.

Asse	Z1sr	Z2sr	Z3sr	Xsr	Ysr	Ypfr	Zpfr
Pos. Park (mm)	123	123	123	-76	+2237.5	-4	-4

Tabella 6-2 Valori teorici di parcheggio

Vedere l’apposito paragrafo sulle misure fatte a fine lavori mediante TWinScope sui punti di inserimento e di disinserimento reali degli *switch*.

7 Smontaggio asse Ysr

Per la sostituzione del motore sull'asse Ysr è stato necessario smontare il riduttore e bloccare l'asse mediante tiranti. La sostituzione del motore e della relativa campana/flangia di adattamento direttamente in antenna non è stata possibile perché implica l'apertura del riduttore con conseguente perdita di olio e la difficoltà di ripristinare le opportune guarnizioni di tenuta. Con il riduttore in officina le operazioni di sostituzione della flangia, delle guarnizioni e del motore sono state eseguite facilmente. Terminata tale attività il riduttore completo di motore è stato reinstallato in apex. Poiché si avevano dei sospetti di eventuali perdite di olio dal riduttore, in officina è stato anche verificato il livello dell'olio che è poi risultato corretto.

8 Installazione meccanica del subriflettore

Terminata la fase di montaggio del motore per l'asse Ysr, si è proceduto col montaggio in antenna del telaio di supporto del subriflettore precedentemente rimosso (il telaio con gli assi Zsr e Xsr) e al montaggio del subriflettore vero e proprio. Si è poi provveduto al montaggio in Apex della "Driver Box 1" e al montaggio dei nuovi motori e sensori (*switch* di fine corsa e di parcheggio) per le movimentazioni degli assi del ricevitore in fuoco primario (Zpfr e Ypfr). Terminata la fase di installazione meccanica sono stati completati tutti i cablaggi verso i motori e i sensori, tra le due Driver Box e verso la stazione principale (terra). I collegamenti verso la stazione di controllo prevedono esclusivamente un collegamento dati tramite fibra ottica per il controllo e il collegamento delle due linee di alimentazione a 230Vac: una per la sezione di controllo e una per la sezione di potenza.

9 Installazione dispositivi assi Ypfr e Zpfr

L'installazione di tutti i nuovi sensori, motori e cablaggi per quanto riguarda i due assi dei ricevitori in fuoco primario (P.F.R.) è stata fatta completamente in quota dagli operatori dell'azienda esterna seguendo le stesse metodologie applicate a terra per quanto riguardava gli altri assi. Un accorgimento fondamentale è stato quello accorciare la corsa dell'asse Ypfr in quanto il *carter* del motore dell'asse Z1sr andava in conflitto con il ricevitore (con l'asse Ypfr a fine corsa). Di conseguenza è stato spostato il *prelimit software* da 395 mm teorici a 360 mm mentre il finecorsa meccanico di emergenza è stato spostato a 365 mm.

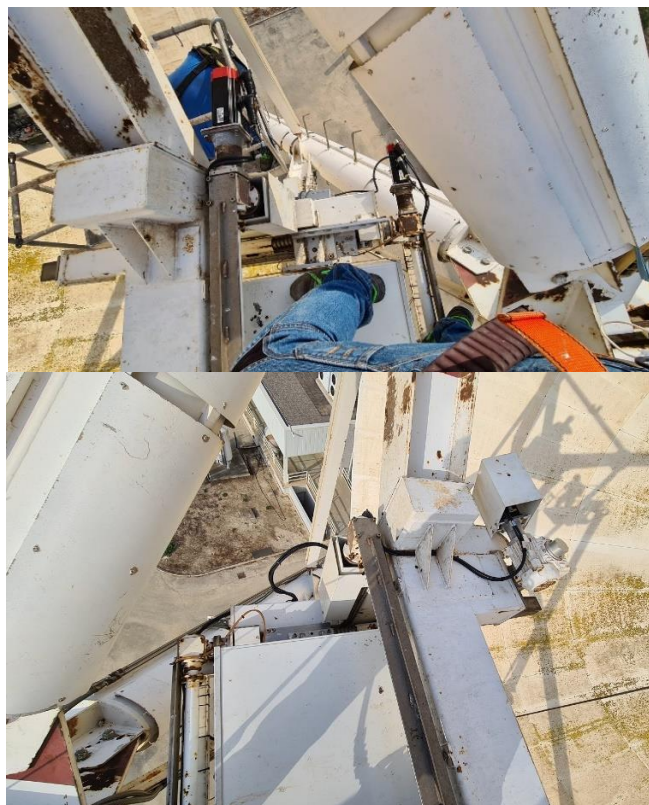


Figura 9-1 Integrazione in quota di motori e sensori

10 Installazione S.C.U. e prove finali

Una volta terminato tutto il montaggio meccanico e il cablaggio elettrico si è montata la parte di movimentazione denominata come *Subreflector Control Unit* nella stanza di controllo della Stazione di Noto. Il collegamento in fibra ottica con la *Driver Box 1* è stato fatto sfruttando dei cavi in fibra ottica di scorta già predisposti in precedenza durante altri lavori.

A questo punto si sono semplicemente fatte alcune prove dell'intero sistema (si è verificato che almeno le funzioni base del sistema di movimentazione funzionassero correttamente) prima di chiudere il cantiere.

11 Misure con TWinCAT ScopeView

In un secondo momento si sono fatte delle misure su alcune grandezze caratteristiche (coppia, posizione, stato dei *park switch*) mediante il TWinCAT ScopeView di Beckhoff.

Nello specifico si sono fatte quattro prove: in un primo momento una traslazione dalla modalità "Subriflettore" alla modalità "PFR" sia con l'antenna a 90° di elevazione (allo *zenit*) sia con l'antenna all'orizzonte (5° di elevazione) in modo da verificare anche eventuali differenze di coppia nelle due situazioni. L'analisi viene fatta sulle tre principali grandezze di interesse: la posizione dell'asse in mm (millimetri) in rosso, coppia dell'asse in Nm (newton-metri) in blu, stato dello *switch* di parcheggio in nero che è rappresentato da un valore logico binario (0 o 1) durante la traslazione di funzionamento da SR a PFR. L'asse dei tempi ha come unità di misura i secondi (s).

Quello che si vuole verificare è che non ci siano particolari anomalie nella movimentazione degli assi verificando che l'andamento della posizione sia lineare, che non ci siano valori di coppia applicata troppo elevati e che gli *switch* di parcheggio intervengano nel momento giusto. Delle verifiche e misure sui *park switch* si discute dettagliatamente nel paragrafo 11.3. Le prove di movimentazione sono state fatte sia con

l'antenna posizionata in elevazione a 90° (allo *zenit*) sia con l'antenna posizionata ad un'elevazione di 5° (prossima alla minima raggiungibile). La scelta di fare prove ad entrambe le elevazioni deriva dal fatto che a seconda dell'orientamento dell'antenna le movimentazioni dei diversi assi devono vincere degli sforzi più o meno intensi.

11.1 Misure sugli assi del SR (subriflettore)

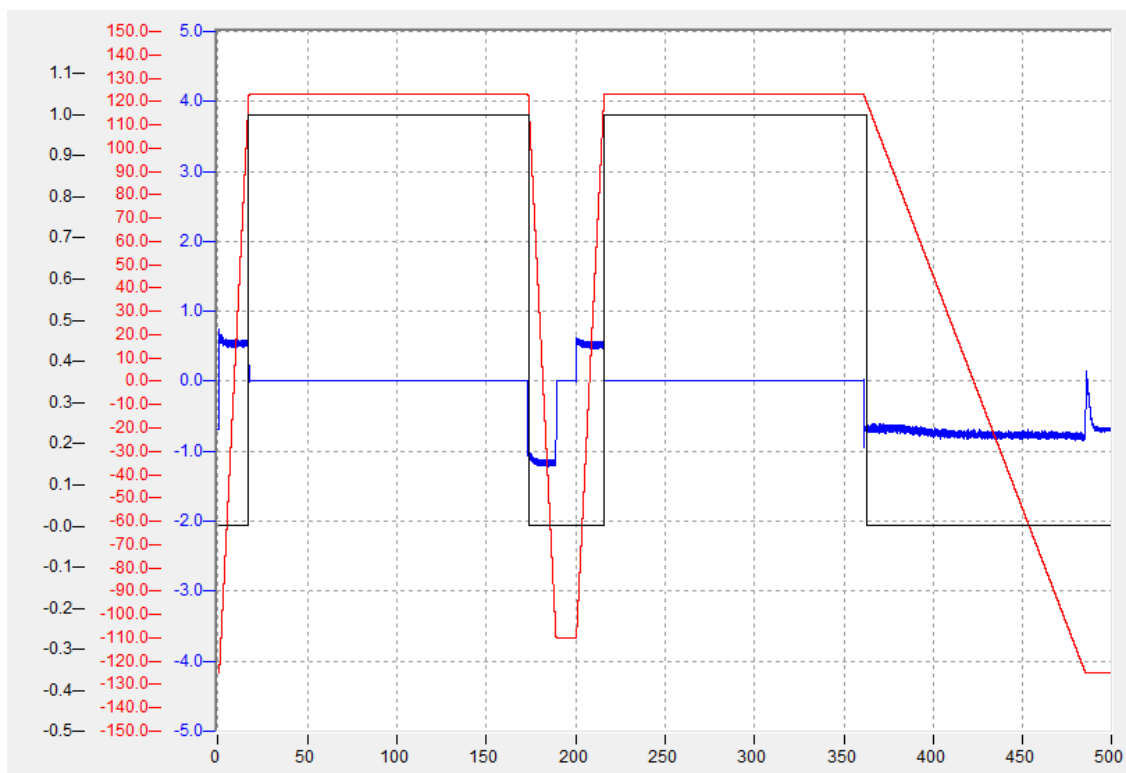


Figura 11-1 Asse Z1sr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 90°

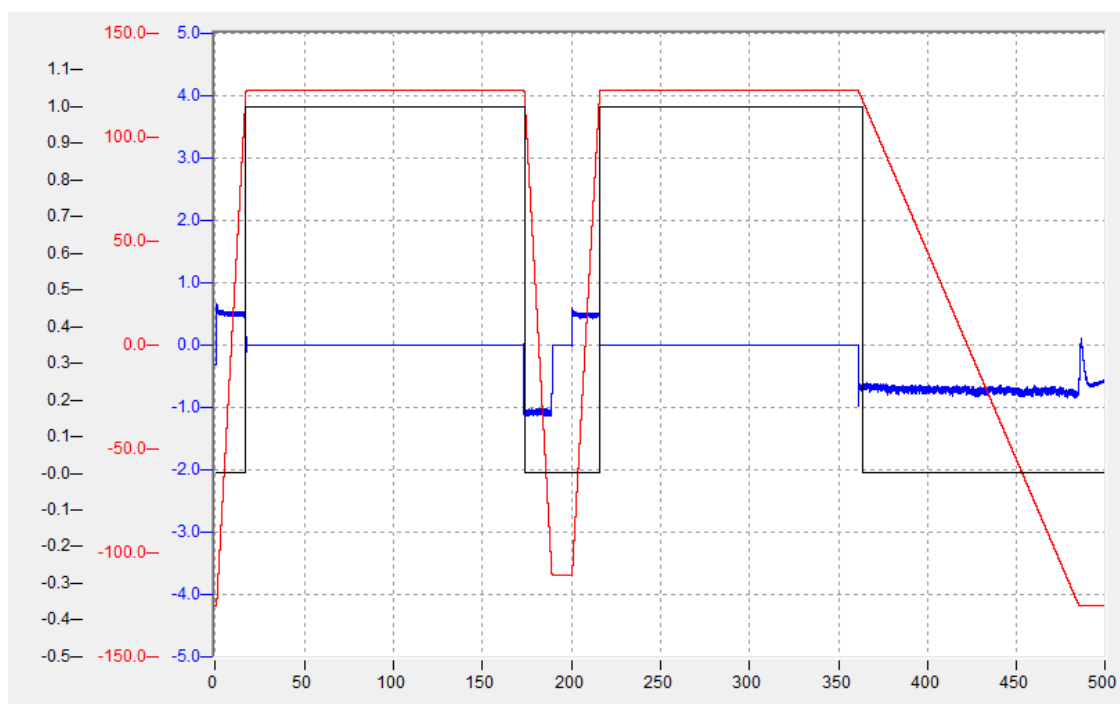


Figura 11-2 Asse Z2sr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 90°

DESCRIZIONE MOVIMENTAZIONE SUBRIFLETTORE VLBI NOTO

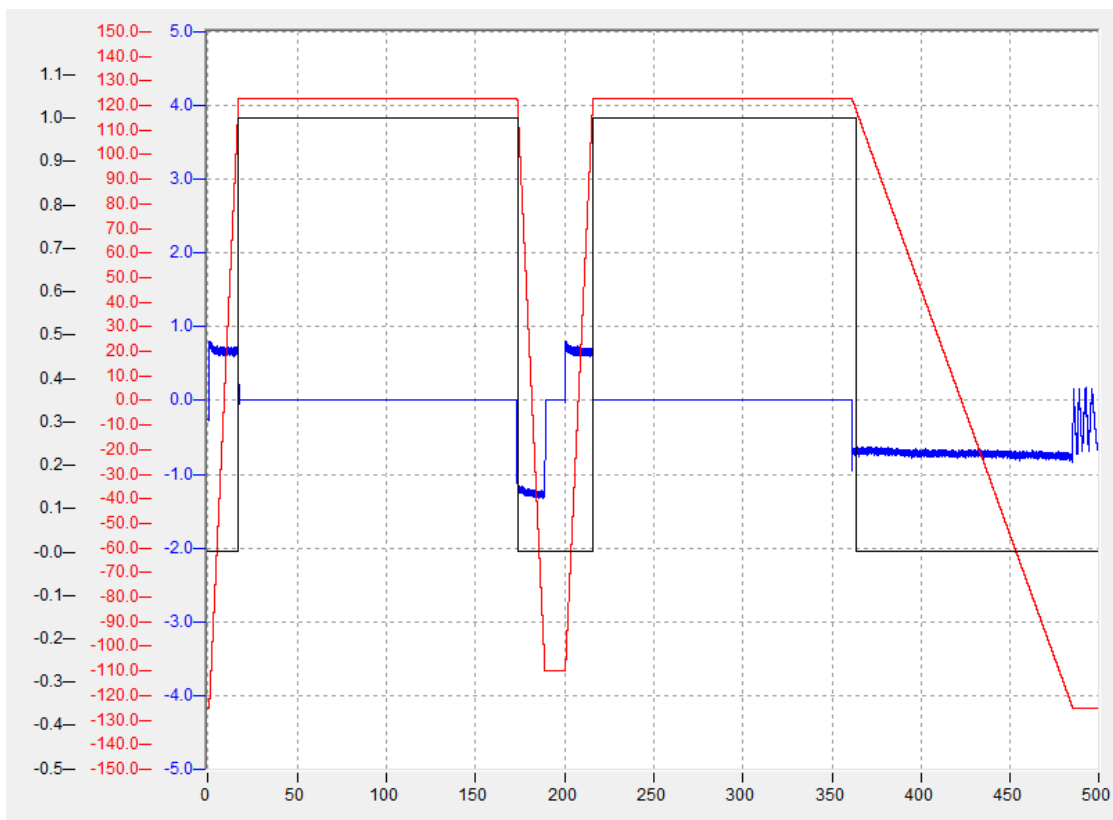


Figura 11-3 Asse Z3sr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 90°

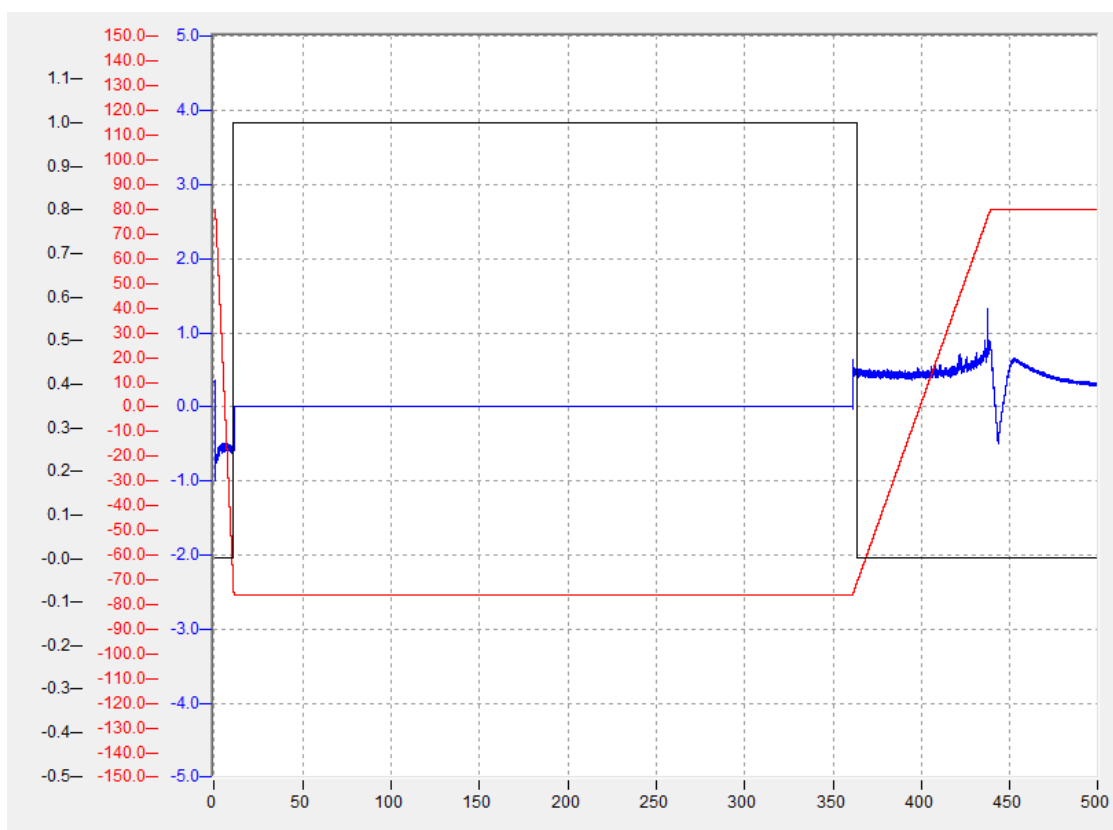


Figura 11-4 Asse Xsr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 90°

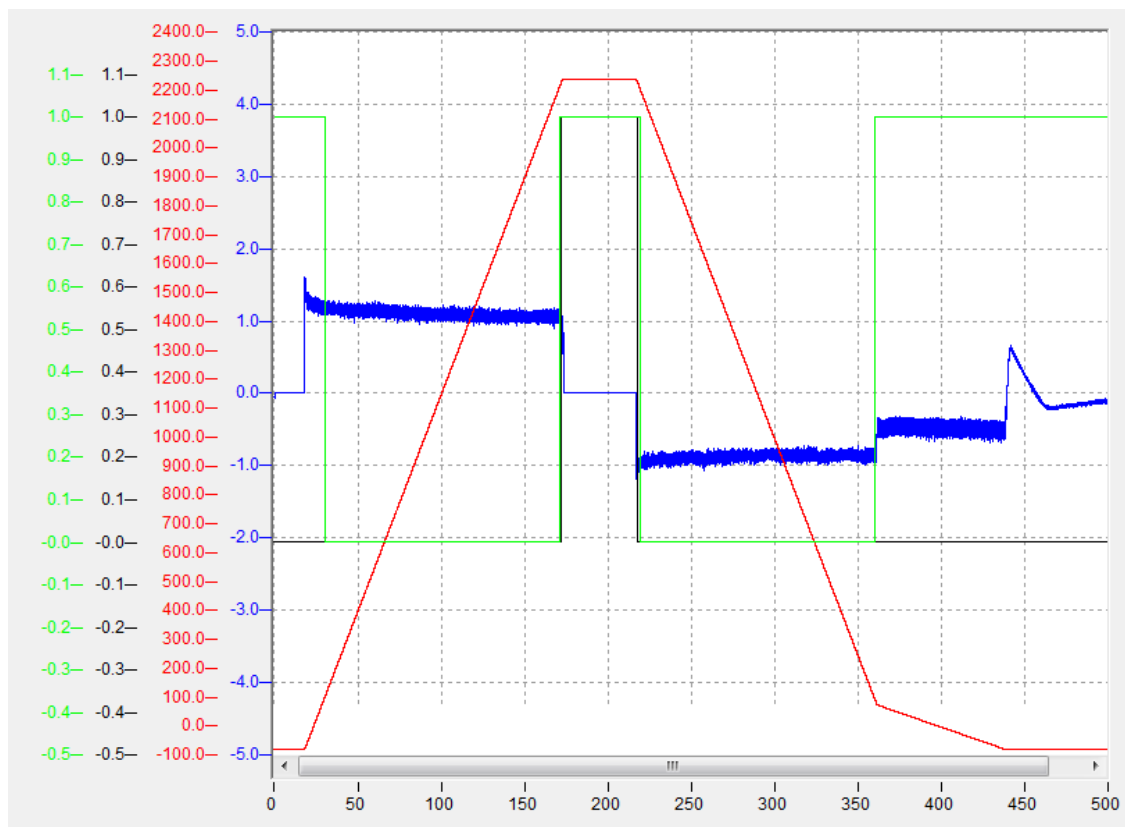


Figura 11-5 Asse Ysr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 90°

Da un primo confronto (figure 11-1, 11-2, 11-3) si nota che per quanto riguarda gli assi Z1sr, Z2sr, Z3sr gli andamenti della coppia (tracciato blu) sono del tutto analoghi tra di loro e con valore corrispondente a quanto ci si aspettava.

Questi aspetti confermano un buon funzionamento del sistema infatti i tre assi Z del subriflettore sono progettati senza differenze meccaniche o elettriche quindi eventuali differenze sostanziali nella movimentazione sarebbero un segnale di qualche problema di funzionamento.

Si può poi verificare, in linea generale, che le movimentazioni vengono eseguite correttamente in quanto si hanno i picchi di coppia in corrispondenza delle accelerazioni e, aspetto non meno importante, gli *switch* di parcheggio intervengono (il loro stato diventa alto) esattamente quando l'asse raggiunge la posizione di parcheggio progettuale. I valori di coppia applicati dai motori risultano appropriati: si hanno coppie con un ordine di grandezza di circa 1 Nm con motori che hanno una coppia nominale di 4 Nm. Non ci sono quindi, apparentemente, sforzi particolarmente critici da parte della movimentazione.

Per quanto riguarda la traiettoria, l'andamento della posizione è molto lineare e non presenta strappi o sbalzi improvvisi.

Nei grafici delle grandezze misurate per quanto riguarda l'asse Ysr è stata inserita una quarta misura che è quella dello *switch* di traslazione. Anche il funzionamento di questo *switch* è regolare ed è conforme allo stato della traslazione. Si passa poi alle misure con l'antenna portata a 5° in elevazione per avere un'indicazione di quanto questo angolo incida sulla movimentazione stessa.

DESCRIZIONE MOVIMENTAZIONE SUBRIFLETTORE VLBI NOTO

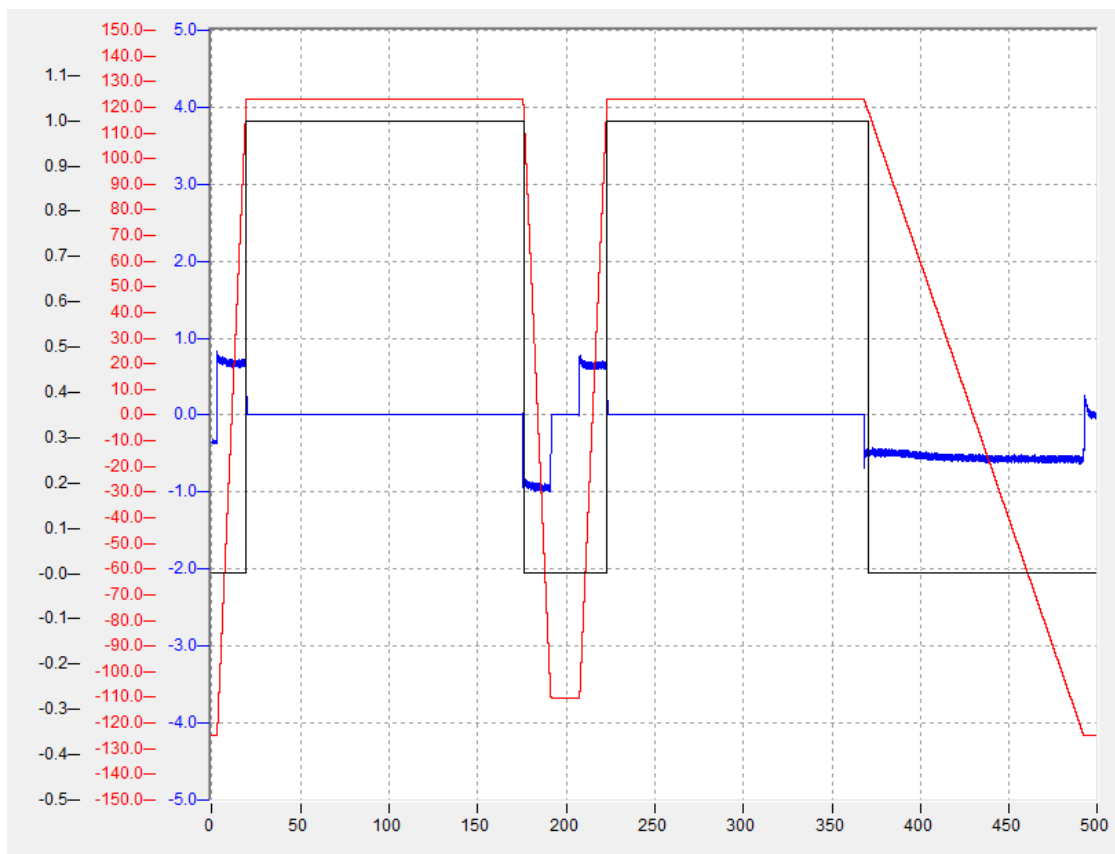


Figura 11-6 Asse Z1sr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 5°

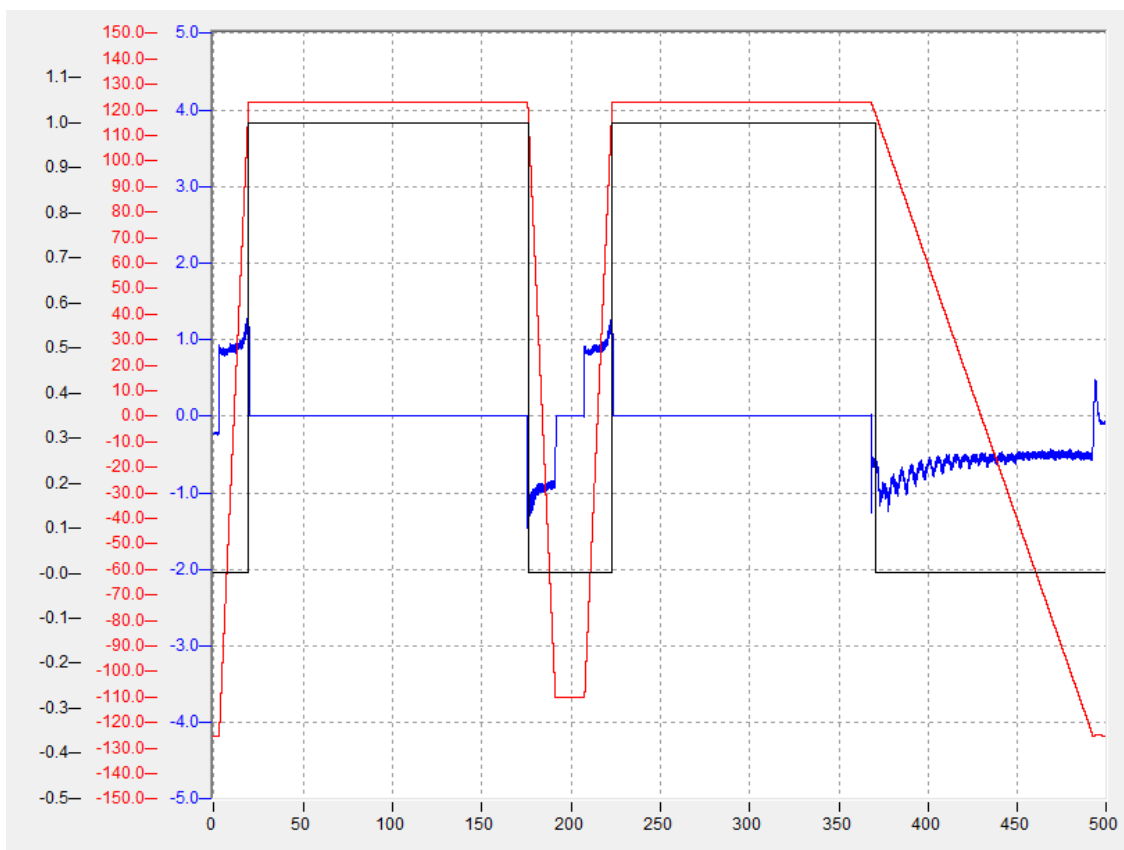


Figura 11-7 Asse Z2sr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 5°

DESCRIZIONE MOVIMENTAZIONE SUBRIFLETTORE VLBI NOTO

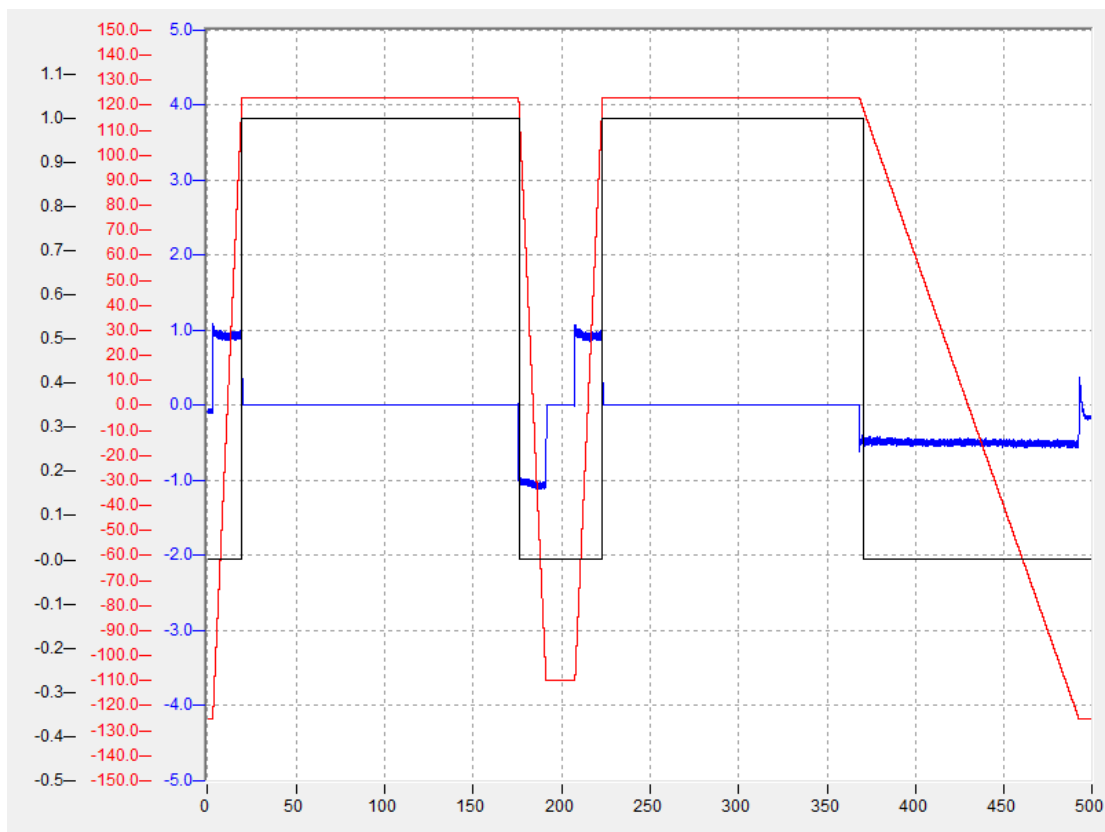


Figura 11-8 Asse Z3sr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 5°

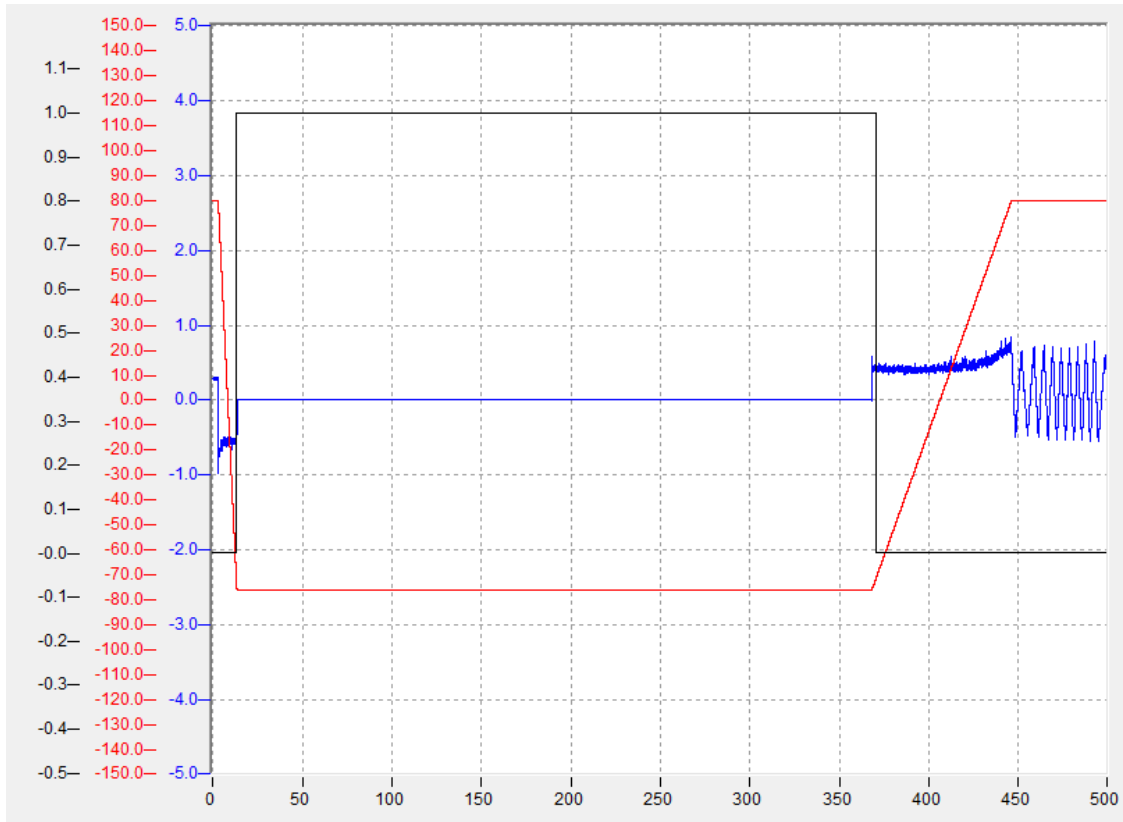


Figura 11-9 Asse Xsr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 5°

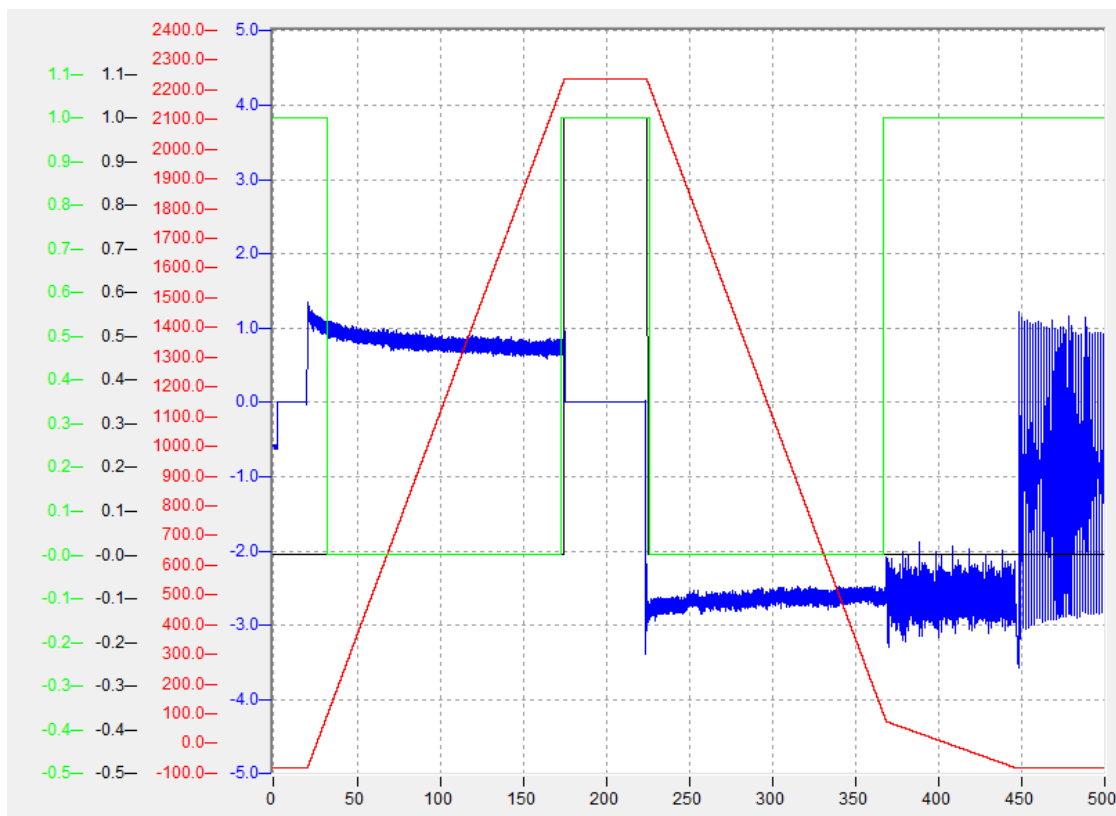


Figura 11-10 Asse Ysr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 5°

Come ci si aspettava, nelle misure svolte con l'antenna a 5° di elevazione, i valori di coppia applicati dai motori sono diversi e questo in particolare per quanto riguarda l'asse Ysr che in questa condizione deve vincere la forza di gravità.

In questo caso risultano più accentuate alcune oscillazioni da imputare molto probabilmente a una taratura dei parametri di controllo dell'azionamento da perfezionare. Nonostante ciò la movimentazione presenta un ottimo profilo di posizione, di nuovo non affetto da strani sbalzi, salti o movimenti irregolari.

11.2 Misure sugli assi del PFR (Primary Focus Receiver)

Si è poi proceduto con le misure sugli assi del PFR ad entrambe le elevazioni. Anche in questo caso come visibile nelle fig. 11-11, 11-12, 11-13 e 11-14 l'andamento della posizione è buono e non presenta criticità. Si notano delle oscillazioni di coppia per l'asse Ypfr, cosa che porta a svolgere ulteriori verifiche a tal riguardo (riportate nel paragrafo 12.1).

Anche in questo caso è notevole la differenza nei valori di coppia tra le prove a 90° di elevazione e quelle svolte a 5° di elevazione. Si verifica una coppia che aumenta anche di 1 Nm quando gli assi si trovano nella condizione di dover vincere la forza di gravità (e il caso in cui questo succede varia a seconda dell'orientamento dei singoli assi e dei versi di moto).

DESCRIZIONE MOVIMENTAZIONE SUBRIFLETTORE VLBI NOTO

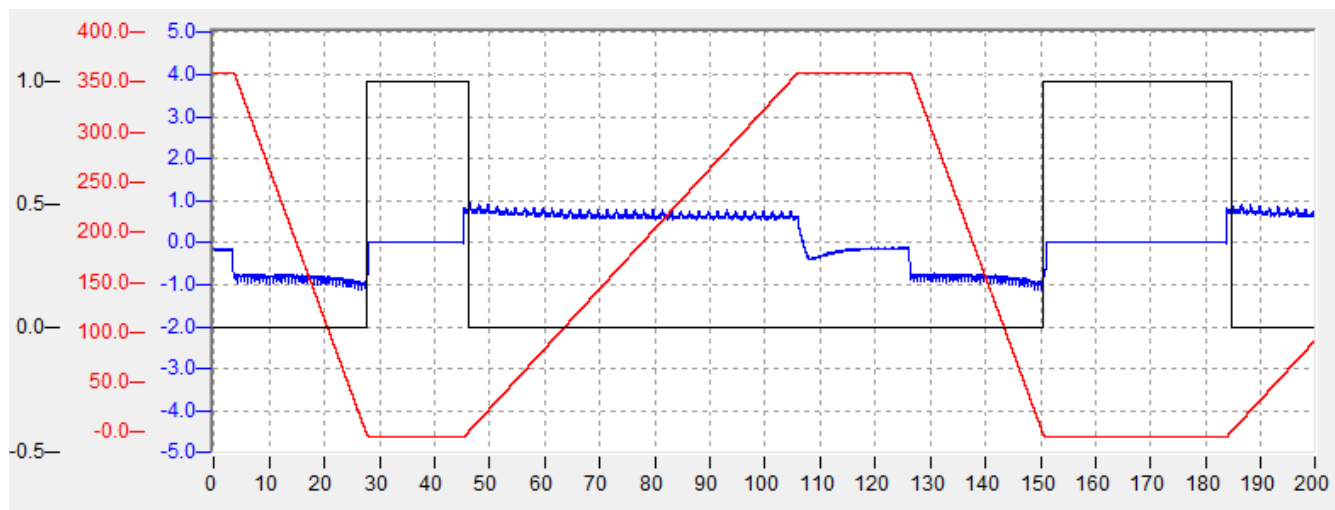


Figura 11-11 Asse Ypfr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 90°

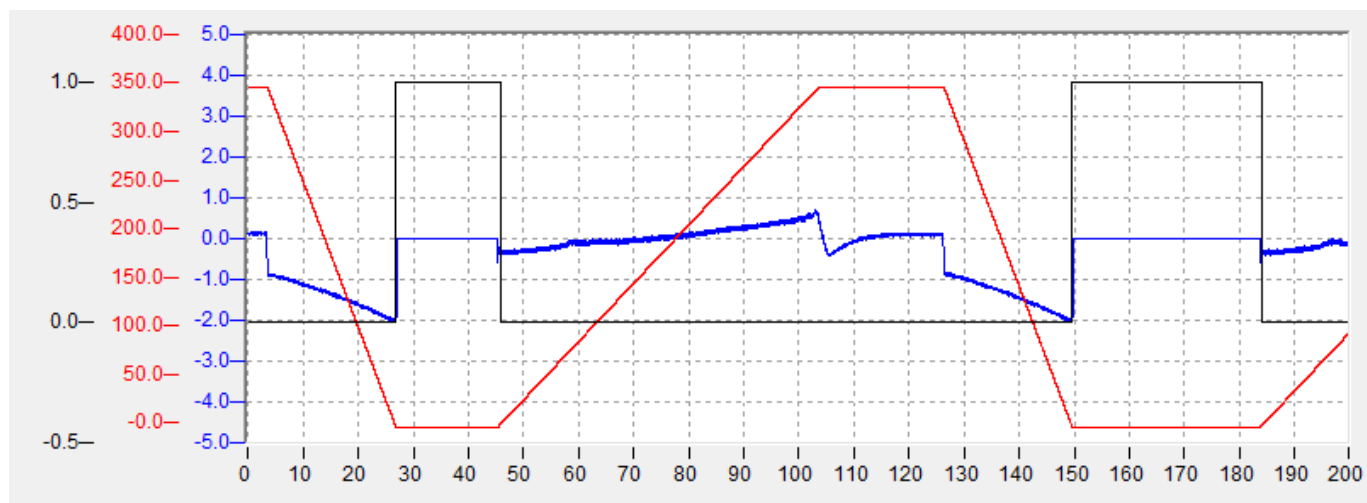


Figura 11-12 Asse Zpfr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 90°

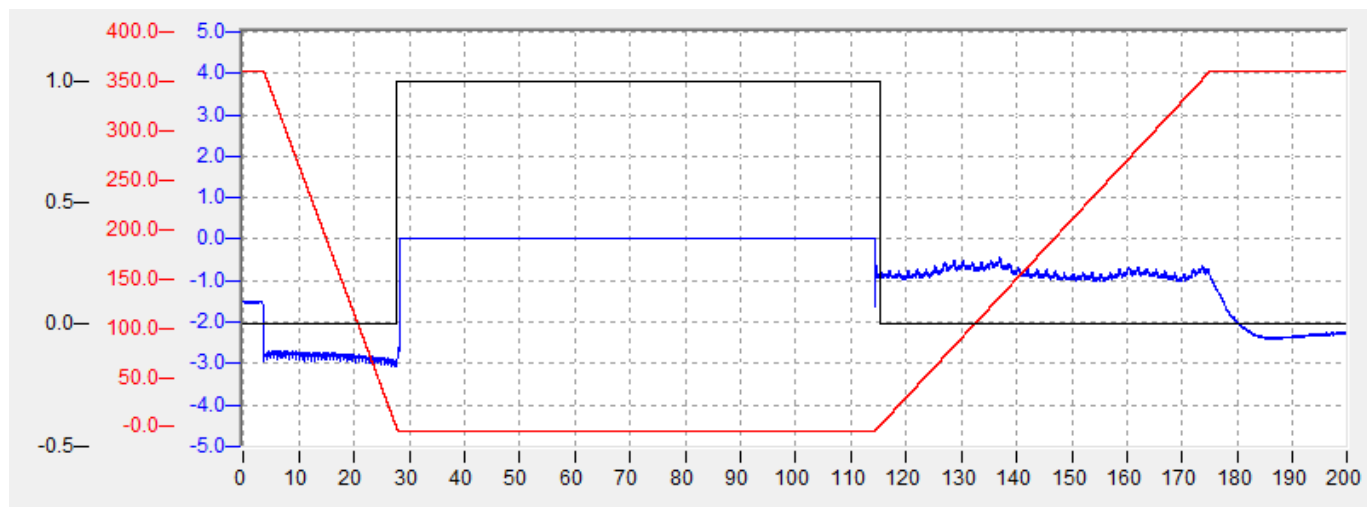


Figura 11-13 Asse Ypfr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 5°

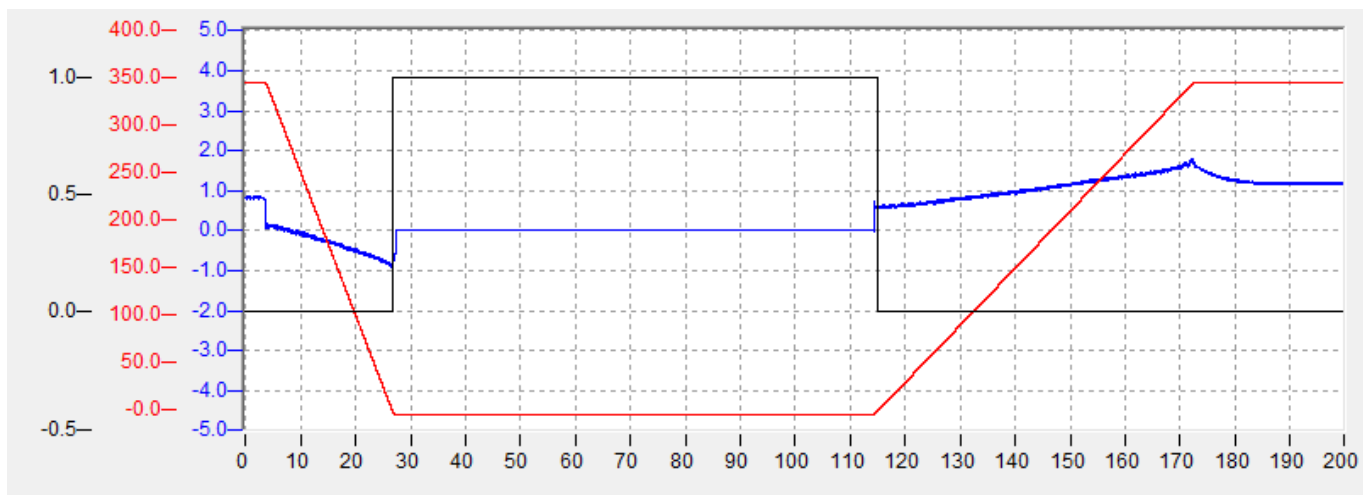


Figura 11-14 Asse Zpfr durante la traslazione da SR a PFR con antenna a 5°

11.3 Verifica dei punti di intervento degli switch di parcheggio

Mediante la stessa applicazione TwinCAT Scope View si va anche a verificare in quale punto della movimentazione si ha l'inserimento degli *switch* di parcheggio e questo viene fatto in entrambi i versi di movimento per ogni asse preso in considerazione. La misura della posizione di inserimento viene fatta nel caso dell'antenna a 90° in elevazione.

La condizione di parcheggio degli assi viene rilevata sia mediante la posizione dell'asse rilevata da *encoder* sia mediante il *proximity switch* detto di *park*. Lo *switch* si attiva in un certo punto che è impostato poco prima del valore nominale di parcheggio e resta alto fino alla fine della corsa.

Si riportano in tabella 11-1 i valori nominali di parcheggio.

Asse	Posizione di parcheggio (mm)
Z1sr	+123
Z2sr	+123
Z3sr	+123
Xsr	-76
Ysr	2237.5
Ypfr	-4
Zpfr	-4

Tabella 11-1 Posizioni di parcheggio nominali

A livello di *software* PLC è implementata asse per asse una funzione che svolge una comparazione tra il segnale in uscita dal *proximity switch* e la posizione dell'asse rilevata dall'*encoder*. Se le indicazioni non sono concordi si ha in uscita un errore. Per evitare segnalazioni di errore dovute alla salita o alla discesa del segnale del *proximity switch* si è inserita una finestra di tolleranza (o zona mascherata) nell'intorno dei punti di salita e discesa. Nella finestra di tolleranza il confronto viene ignorato. Per questo motivo serve misurare a quali posizioni degli assi si ha l'intervento dei *proximity*: bisogna verificare il valore di posizione attorno al quale centrare la "finestra di tolleranza". In figura 11-15 è sintetizzata la logica del funzionamento descritto.

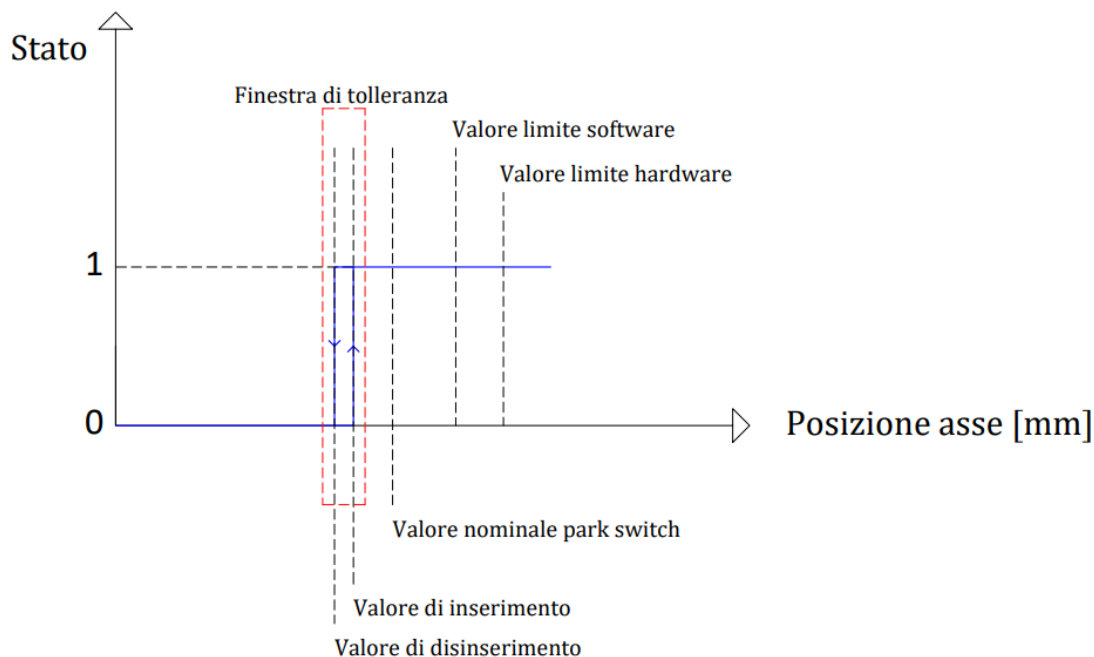


Figura 11-15 Descrizione intervento park switch

La verifica dei punti di inserimento e di disinserimento andrebbe ripetuta dopo alcuni anni di esercizio o comunque periodicamente in modo da aggiustare i valori per tenere conto così di assestamenti nelle strutture, giochi, etc. e verificare eventuali spostamenti dei riferimenti.

Dalla misura post-installazione si sono ottenuti i valori riportati nella tabella 11-2. Secondo queste misure si sono adeguati i valori nel programma PLC.

Asse	Punto di inserimento (mm)	Punto di disinserimento (mm)
Z1sr	119.813	118.613
Z2sr	119.210	117.497
Z3sr	119.180	117.959
Xsr	-71.054	-70.690
Ysr	2229.621	2228.445
Ypfr	0.550	1.161
Zpfr	-2.291	-1.489

Tabella 11-2 Posizioni di intervento dei *park switch* misurate con TwinCAT Scope View

11.4 Verifica dei punti di intervento dello switch di traslazione per l'asse Ysr

Analogamente a quanto viene fatto per i *park switch*, anche per la traslazione dell'asse Ysr si fa un confronto tra lo stato del sensore e la posizione dell'asse rilevata dall'*encoder*. Sul grafico riportato nelle figure 11-5 e 11-10 si fanno allora di nuovo delle misure per rilevare i punti di inserimento e di disinserimento dello *switch* di traslazione riportate nella tabella 11-3.

Asse	Punto di inserimento (mm)	Punto di disinserimento (mm)
Ysr inizio traslazione	95.27	97.44
Ysr fine traslazione	2208.73	2206.06

Si sono misurati i punti di inserimento e di disinserimento sia all'andata sia al ritorno della traslazione. Infatti, lo *switch* si attiva nella fascia di traslazione che è una fascia intermedia.

Con queste misure e assestamenti finali termina il lavoro di installazione della nuova movimentazione del subriflettore della Stazione Radioastronomica di Noto.

12 Note post-installazione

Si vuole portare all'attenzione del fatto che durante il collaudo successivo all'installazione si siano riscontrate alcune instabilità nell'andamento della coppia ad asse fermo in alcune movimentazioni. Questo non è stato considerato un limite all'accettazione del lavoro in quanto non inficia la funzionalità della movimentazione ma è opportuno tenerne conto e svolgere ulteriori indagini.

12.1 Oscillazioni asse Ypfr

Si fa notare che nella movimentazione dell'asse Ypfr si presentano delle piccole oscillazioni di coppia". Il fenomeno viene riportato in figura 12-1.



Figura 12-1 Oscillazioni dell'asse Ypfr

Mediante l'intersezione del grafico della coppia (blu) con quello della posizione dell'asse (rosso) si sono ricavate le periodicità di queste oscillazioni che sono di circa 10 mm. Questa periodicità è molto simile al passo della vite a ricircolo di sfere dunque fa presagire che ci possa essere qualche suo malfunzionamento meccanico. Sebbene questo aspetto sia da mantenere controllato per evitare ulteriori peggioramenti attualmente non causa problemi alla movimentazione e non ne pregiudica il funzionamento complessivo.