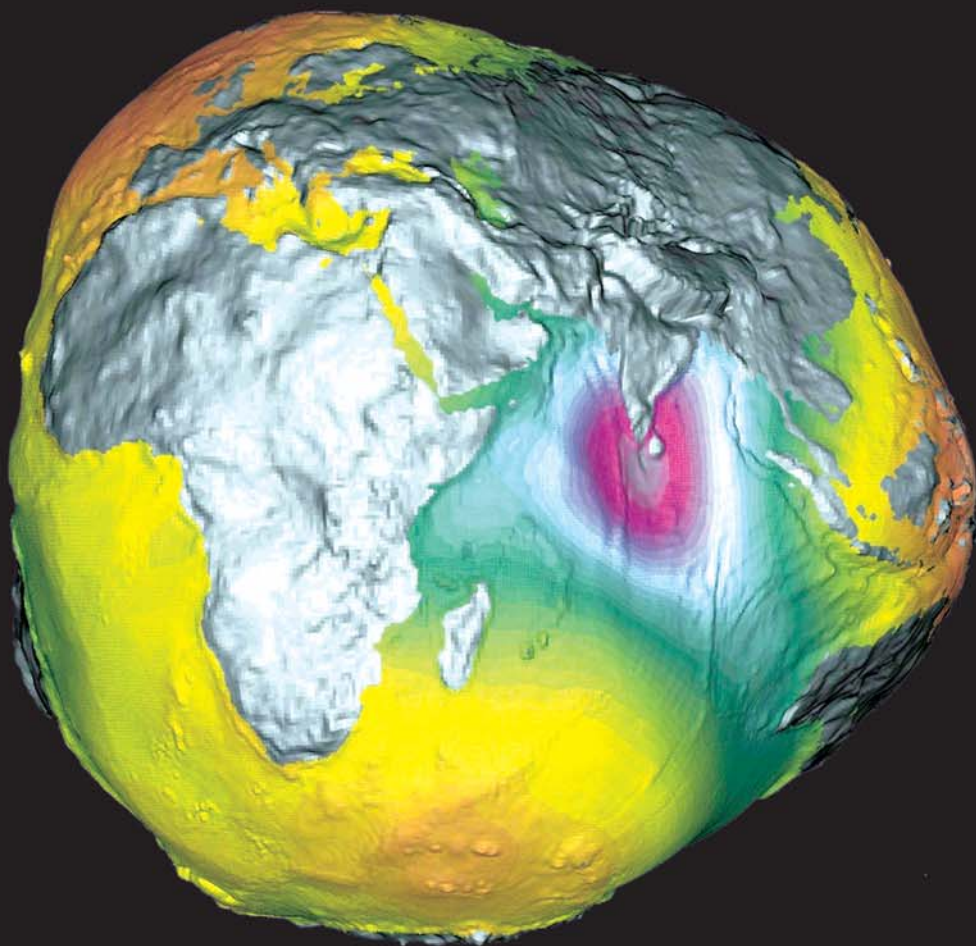


N° 4
2008

Rivista bimestrale - anno 12 - Numero 408 - Spec. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

GEO MEDIA

La prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente



► **La Protezione Civile e la gestione degli incendi di interfaccia**

► **Realtà Aumentata e GIS in difesa dell'ambiente**

► **L'analisi spaziale a supporto della filiera agroenergetica**

► **La cartografia storica rivive grazie al digitale**

► **Termina l'attesa per il lancio di GOCE**

La tecnologia MagDrive di Trimble S6



La tecnologia MagDrive di Trimble si basa sulla convergenza tra i motori passo-passo a controllo numerico e le tecnologie di controllo magnetico impiegate nel campo dei trasporti ferroviari. La soluzione pratica adottata nelle stazioni totali rappresenta un'innovazione assoluta nell'approccio al controllo numerico degli strumenti di misurazione angolare.

Il principio della tecnologia a servo-azionamento MagDrive Trimble si basa sull'utilizzo di elettromagneti derivati dalla stessa tecnologia impiegata nei trasporti ferroviari, messa a punto da Hermann Kemper nel 1934 (www.transrapid.de) ed impiegata anche sull'ultimo treno che collega l'aeroporto Pudong a Shanghai ad una velocità record di 501 km l'ora. La tecnologia MagDrive si basa su un sistema integrato di lettura angolare e di servo-azionamento che impiega tecniche di propulsione ad azionamento diretto e priva di attrito, similmente alle tecnologie di levitazione magnetica. Il sistema ad azionamento diretto consente di montare i servomotori direttamente negli assi di rotazione orizzontale e verticale, eliminando la necessità di ingranaggi meccanici aggiuntivi. Le funzionalità e l'alta velocità di MagDrive sono dovute alla capacità di fornire in maniera rapida al processore dello strumento degli angoli accurati, senza la necessità di un encoder o di un goniometro aggiuntivo.

Il movimento servo assistito

Il servo-azionamento è costituito da un supporto contenente magneti e ferro dolce, distribuiti in due strutture cilindriche concentriche separate da un'intercapedine, la quale fornisce sufficiente spazio per un avvolgimento del motore cilindrico, diviso in tre stadi per fornire il controllo sul cambio di direzione e sulla precisione di rotazione (figura 1).

Lo strumento viene azionato applicando corrente attraverso l'avvolgimento del motore. La trasmissione di forza del motore, che aziona lo strumento, fornisce movimento senza contatto, privo di attrito, secondo la nota teoria dei campi elettromagnetici. La forza elettromagnetica consente di ruotare il supporto del magnete.

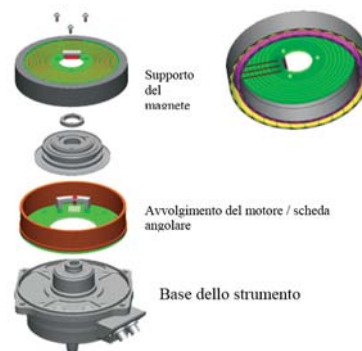


Figura 1

Tale forza viene creata in base alla nota relazione fisica:

$$F = B \times I \times L \times \text{SIN}(A), \text{ dove}$$

- F è il vettore della forza (Newton)
- B è la forza del campo magnetico (Tesla)
- I è la corrente nell'avvolgimento (Amp)
- L è la lunghezza del filo nel campo magnetico
- A è l'angolo tra la corrente e il campo magnetico.

La coppia d'esercizio M è data da F moltiplicato per il raggio del cilindro R (figura 2).

Una tale concezione consente di trasmettere la forza dall'azionamento allo strumento, con contatto quasi privo d'attrito. Il sistema fornisce un movimento continuo



La stazione totale S6 di Trimble



orizzontale e verticale, compresa la regolazione di precisione continua senza frizioni meccaniche.

La tecnologia MagDrive è implementata secondo tre modalità operative e di funzionamento:

Azionamento - il movimento è controllato dalle manopole di servo-azionamento dello strumento o direttamente dal processore del sistema per operazioni di picchettamento o altri compiti.

Attrito - l'azionamento consente di girare manualmente lo strumento.

Presca - l'azionamento funziona come una frizione, per bloccare la posizione dello strumento ed impedire i movimenti, ad esempio quando si preme un pulsante.

Il modo Azionamento si controlla ruotando le manopole di

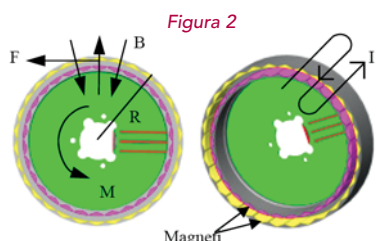


Figura 2

servo-azionamento. Tali manopole sono configurate per aumentare la velocità di rotazione dello strumento quando vengono girate in modo continuo. Esistono 5 livelli di incremento del movimento, che vengono cambiate quando l'apparecchio viene ruotato

continuamente ad una velocità superiore a 1 giro al secondo.

Le modalità operative e la concezione del sistema ad azionamento diretto forniscono prestazioni straordinarie al confronto dei sistemi meccanici. Le prestazioni possono essere viste facilmente confrontando il tempo richiesto per far andare lo strumento dalla posizione faccia 1 a faccia 2. La tabella 1 mostra le prestazioni degli strumenti a confronto. I tempi indicati sono la media di 30 giri di ciascun strumento.

	Velocità di rotazione max.	Tempo media cambio faccia
Trimble S6	115°/secondi	3.2 secondi
Trimble 5600	60°/secondi	9.9 secondi
Altro produttore	50°/secondi	8.4 secondi

Tabella 1 – confronto della prestazioni nel cambio faccia di misura tra strumenti diversi.

Risulta chiaro che la tecnologia a servoazionamento MagDrive di Trimble S6 offre una rotazione accurata a velocità straordinaria.

Il sensore angolare

Il sistema S6 impiega un sensore angolare costituito da cerchi di vetro che contengono due livelli di code pattern, uno approssimato e l'altro di precisione. Il code pattern è distribuito su due tracce in un disco di vetro: una traccia con un codice assoluto e una con un codice incrementale. L'impiego di due tracce separate fornisce precisione e risoluzione uniformi tutto intorno al cerchio.

Entrambe le tracce sono illuminate da una singola sorgente di luce laser che viene poi proiettata su due sensori di immagini a semiconduttore (CMOS).

Affinchè il codificatore assoluto sia resistente e meno sensibile agli errori di montaggio eccentrico, i sensori sono posizionati nei lati opposti del disco. L'immagine letta dalla traccia incrementale viene analizzata usando un algoritmo numerico di Fourier di rilevazione di fase, per creare dal codice di precisione l'angolo ad elevata risoluzione. Il valore angolare finale viene calcolato come valore medio delle due letture dei sensori di immagini CMOS.

Il sistema S6 permette inoltre la gestione della altre tipiche funzionalità di una total station di ultima generazione quali:

- ✓ Correzione automatica della deviazione dell'asse verticale.
- ✓ Correzione automatica degli errori di collimazione.
- ✓ Correzione automatica dell'inclinazione dell'asse orizzontale di rotazione.
- ✓ Media aritmetica delle misure ripetute per ridurre gli errori di puntamento.

La maggior parte delle stazioni totali moderne sono dotate di un compensatore biassiale che corregge automaticamente sia gli angoli orizzontali che quelli verticali da qualsiasi deviazione dall'asse verticale provocata da cattivo livellamento. In Trimble S6 il principio del compensatore biassiale si basa sull'impiego di un raggio laser che mediante una lente ottica viene riflesso verso una superficie trasparente libera. Un sensore di immagini CMOS viene poi utilizzato per rilevare l'inclinazione del raggio laser in direzione di misurazione e perpendicolarmente a tale direzione. Il compensatore di livello è montato al centro dello strumento per minimizzare la sensibilità alle vibrazioni e alla rotazione dello strumento. Le strutture di montaggio sono concepite per offrire la massima stabilità e possono fornire un valore del compensatore di livello assoluto. Ciò significa che il compensatore può funzionare con la piena precisione subito dopo l'accensione dello strumento. In più l'operatore può attivare una procedura automatica per la calibrazione di routine del compensatore. Il processo di calibrazione implica lo stabilire un piano di riferimento orizzontale relativo all'asse verticale bilanciato dello strumento, durante una rotazione a 360° dell'apparecchio. L'orientamento del piano di riferimento potrebbe cambiare leggermente in presenza di ampie oscillazioni di temperatura o di altre sollecitazioni meccaniche.

Contrariamente alla maggior parte delle stazioni totali, in caso di cattivo allineamento MagDrive consente a Trimble S6 di correggere non solo gli angoli orizzontali e verticali, ma anche gli errori di puntamento.

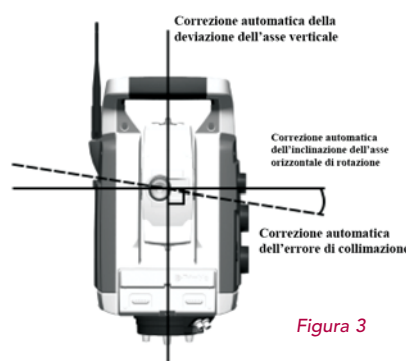


Figura 3

La gestione degli errori e delle correzioni

La gestione degli errori di collimazione o la gestione delle misure ripetute in una total station moderna fanno parte integrante delle caratteristiche

funzionali della strumentazione; il sistema adottato da Trimble nella messa a punto del sistema S6 impiega diverse soluzioni, definite nei successivi paragrafi in maniera specifica (figura 3).

La correzione automatica degli errori di collimazione

Gli errori di collimazione influenzano gli angoli orizzontali e verticali misurati. Tradizionalmente gli errori di collimazione venivano eliminati ripetendo le osservazioni da entrambe le facce dello strumento. In Trimble S6 gli errori di collimazione possono essere predeterminati effettuando un test di collimazione di premisurazione.

Le misurazioni angolari sono osservate in entrambe le facce dello strumento, per consentire il calcolo degli errori di collimazione e il salvataggio nello strumento dei rispettivi valori di correzione. I valori di correzione della collimazione sono poi applicati a tutte le successive misurazioni angolari. Gli angoli osservati su una singola faccia sono perciò corretti

dagli errori di collimazione, eliminando in tal modo la necessità di misurare in entrambe le facce dello strumento. Gli strumenti Trimble S6 con tecnologia Autolock possono agganciare automaticamente e inseguire una mira. Poiché il puntamento della mira è effettuato dallo strumento, gli effetti della collimazione orizzontale e verticale sono simili a quelli che si sperimentano durante il puntamento manuale. Per correggere gli errori di collimazione nell'unità di localizzazione, è possibile eseguire un test di collimazione Autolock, i cui risultati saranno applicati ad ogni misurazione successiva.

La correzione automatica dell'inclinazione dell'asse orizzontale di rotazione

L'errore d'inclinazione dell'asse orizzontale di rotazione è la differenza tra l'asse orizzontale di rotazione e il piano perpendicolare all'asse verticale.

In Trimble S6 l'errore d'inclinazione dell'asse orizzontale di rotazione può essere determinato eseguendo un test di pre-misurazione dell'inclinazione dell'asse orizzontale di rotazione. Le misurazioni angolari sono osservate in entrambe le facce dello strumento, per consentire il calcolo dell'errore dell'asse d'inclinazione orizzontale e il salvataggio nello strumento del rispettivo valore di correzione. Il valore di correzione dell'asse di inclinazione orizzontale viene poi applicato a tutti i successivi angoli orizzontali.

Ridurre gli errori di puntamento

Trimble S6 riduce automaticamente gli errori di puntamento provocati dal cattivo allineamento dello strumento con la mira o da movimenti durante la misurazione. Gli errori di puntamento possono essere ridotti impiegando le diverse procedure come segue:

- ✓ *Utilizzando la tecnologia Autolock.* Quando Autolock è abilitato, lo strumento si aggancia automaticamente alla mira e la insegue. Si riducono perciò gli errori di puntamento manuale.
- ✓ *Impiegando le funzionalità SurePoint.* Quando Trimble S6 viene puntato manualmente verso una mira, i servomotori sono regolati con precisione per mantenere l'angolo puntato. SurePoint assicura l'eliminazione degli errori dovuti a piccoli movimenti involontari dello strumento.
- ✓ *Media automatica.* Esecuzione automatica della media degli angoli durante la misurazione della distanza. Quando si misura nel modo STD lo strumento impiega circa 1,2 secondi per misurare la distanza. Durante il lasso di tempo della misurazione viene effettuata la media di angoli e distanze completamente sincronizzati, al fine di ottenere una misurazione media estremamente accurata.
- ✓ *Misurazioni ripetute.* Effettuando misurazioni reiterate (inizio e fine stazione, strati, etc.) e gestendo tali misure con i software Trimble per l'elaborazione dei lavori di campagna. Sono disponibili metodi di misurazione che consentono di osservare un numero definito di misurazioni e di memorizzare una risultante misurazione media. Inoltre è possibile osservare più cicli di misurazioni, per ridurre ulteriormente gli errori di misura.

I vantaggi della tecnologia MagDrive

Oltre a fornire angoli molto velocemente ed al servocomando, la tecnologia a servoazionamento MagDrive offre alcuni chiari vantaggi rispetto alle stazioni totali convenzionali. Tra questi i più importanti sono:

Sicurezza della precisione SurePoint – La sicurezza della precisione SurePoint consente a Trimble S6 di rimanere puntato sulla mira. Una volta che l'utente ha puntato manualmente lo strumento verso la mira, il servoazionamento viene messo nel modo Presa. Se lo strumento viene inavvertitamente toccato – ad esempio premendo con

eccessiva forza il tasto di azionamento – allora effettua regolazioni di precisione per tornare all'angolo puntato originariamente. SurePoint assicura l'eliminazione degli errori di puntamento tradizionali dovuti a piccoli movimenti involontari dello strumento.

Compensazione del puntamento in seguito a cattivo allineamento – Le stazioni totali convenzionali utilizzano un compensatore biassiale per correggere gli angoli orizzontali e verticali dagli effetti della cattiva messa in bolla. La tecnologia a servo-azionamento MagDrive offre un'altra preziosa funzionalità SurePoint, che in caso di cattivo allineamento consente a Trimble S6 di correggere non solo gli angoli orizzontali e verticali, ma anche gli errori di puntamento.

Estendere la collimazione verticale – Una limitazione delle stazioni totali convenzionali è la capacità di estendere una collimazione verticale in alto o in basso, con lo stesso angolo orizzontale, muovendo semplicemente la manopola di controllo verticale.

Questa funzionalità richiederebbe uno strumento perfettamente livellato con tutti gli assi perfettamente regolati. In pratica quando si gira lo strumento verticalmente, si può vedere cambiare leggermente anche l'angolo orizzontale. Per ottenere una vera linea verticale, l'angolo orizzontale deve essere rettificato.

Con Trimble S6, SurePoint impiega la compensazione e le informazioni di errore per rettificare automaticamente l'angolo orizzontale e puntare un valore fisso quando si gira la manopola di controllo verticale. E' perciò possibile estendere perfettamente una linea verticale girando semplicemente la manopola di controllo verticale.

Estendere una collimazione orizzontale – Analogamente alla tecnica impiegata per estendere una linea verticale, con gli strumenti convenzionali, per avere un risultato accurato si richiede un asse perfettamente regolato, senza errori di collimazione orizzontale. Trimble S6 elimina tale limitazione impiegando la collimazione e le informazioni di errore del compensatore per regolare automaticamente l'angolo orizzontale su un valore fisso quando si gira la manopola di controllo verticale.

Conclusioni

La stazione totale Trimble S6, grazie alla tecnologia a servoazionamento MagDrive, offre velocità e precisione senza precedenti per tutte le applicazioni di rilevamento. Rispetto alle stazioni totali convenzionali MagDrive offre anche evidenti vantaggi che consentono all'utente di massimizzare precisione e produttività.

Per saperne di più o per accedere alla white paper originale fare riferimento al sito internet di Trimble all'indirizzo www.trimble.com/productsaz.shtml **G**

Abstract

Trimble S6 MagDrive Technology

Trimble MagDrive Technology is based on an electromagnetic frictionless direct drive concept, similar to those used in the locomotive industry. Applying this solution to entire stations represents a major improvement in the numeric control approach for instruments of this class.

Estratto da "Trimble S6 with Magdrive servo technology"

a cura di T. Lemmon & R. Jung

Adattamento a cura di DOMENICO SANTARSIERO
sandom@geo4all.it