

Un secolo di storia dei giroscopi

Raccontare la storia delle aziende rivolte all'armamento è abbastanza complicato, la dinamicità nelle collaborazioni e fusioni è sempre più di attualità, è una necessità che si presenta ad ogni nuovo programma dove per la storia ogni nuovo sviluppo è un traguardo con obiettivi estremi e per questo sono necessari sempre più imponenti finanziamenti e "cervelli da integrare". Quello che la storia ci profila è una dinamicità nelle integrazioni e fusioni di gruppi e aziende che hanno portato sempre un più alto livello di tecnologia e una integrazione tra i tecnici con una riduzione dimensionale del settore, forse un anticipo di quello che conosciamo come globalizzazione. Il giroscopio o girometro, per un secolo è stato il 'trasduttore' a conoscenza di pochi, o meglio degli addetti ai lavori. In questi ultimi trent'anni, questa nicchia è esplosa tanto da divenire un componente popolare, dall'avionica si è passati al modellismo.

Silicon Sensing Systems e le fusioni che nel tempo sono seguite, una società che progetta e produce giroscopi da 100 anni, a partire dalla tavola giroscopica installata sulla prima nave da Mr. Sperry nel lontano 1908.

La panoramica di questo patrimonio e un'esperienza unica in questo settore. La Singer Corporation, di Isaac Singer Merit nel 1851, fu la radice nell'albero genealogico della Silicon Sensing Systems con base a Kearfott.

1860 - Elmer Ambrose Sperry è stato un inventore e imprenditore americano, con Mr. Herman Anschütz - Kaempfe svilupparono la girobussola. Consideriamo Mr. Elmer Sperry come il padre fondatore della componentistica inerziale.

1870 - Dr. Benjamin Franklin Goodrich realizza la prima fabbrica di gomma ad ovest dei monti Allegheny, con Akron nell'Ohio, quell'area diventa la capitale della gomma nel mondo. Quasi 140 anni dopo, una delle società discendenti della Goodrich acquista la Divisione Sistemi e Prodotti inerziali BAE.

La General Electric Company o GEC è stata fondata nel 1886. Un importante conglomerato industriale, coinvolto dall'elettronica di consumo alla difesa, dalle comunicazioni all'ingegneria. Nel 1988 il gruppo GEC acquisisce la Plessey per la parte settoriale dei giroscopi che di fatto era la continuità della Singer che ritorna a Kearfott nel 1917

1908 - Dopo molti anni di lavoro, Sperry ha prodotto negli Stati Uniti un sistema girobussola. Diversi tentativi erano stati fatti precedentemente ma con problemi tecnici come errori di evaporazione del liquido, dove i cambiamenti repentini di orientamento e di velocità causavano deviazioni sulla stabilizzazione del giroscopio

1901 - Mr. Alfred Humphrey fonda la Generale Gas Light Company a Kalamazoo, nel Michigan, il cui mercato era rivolto a lampioni ad arco rovesciato. L'azienda Humphrey, molto più tardi, produrrà giroscopi alimentati a gas che verranno utilizzati sugli aerei e sistemi di guida missilistica. Alla fine, viene acquistata dalla Allied Signal nel 1985.

1908 - Il giroscopio è il componente chiave della girobussola "Sono un convinto sostenitore del futuro del giroscopio. Non solo guiderà le nostre navi, ma avrà un'importante ruolo in altre operazioni e non sarei sorpreso se questo strumento che per secoli è stato uno giocattolo scientifico ed un trastullo per i matematici divenisse uno dei più utili oggetti nell'arte dell'industria" discorso di Alfred Humphrey.

1909 - Goodrich entra nel settore aerospaziale con pneumatici per avionica. Questa mossa ha aperto la strada ad altre attività aerospaziali e interessi tecnologici con la conclusione dell'acquisizione di BAE Systems, l'attività dei giroscopi nel 2009.

1910 - La Sperry Gyroscope Company è stata fondata da Mr. Elmer A. Sperry per la fabbricazione della girobussola. Nel 1911 il primo giroscopio Sperry (in quell'anno 100 unità prodotte) è stato installato a bordo delle Linee Old Dominion Principessa Anna, per un giro di prova da New York a Hampton Roads, in Virginia. Dopo averlo completato con successo, l'unità è stata portata nuovamente a New York e installata a bordo dell'U.S.S. DELAWARE. Tre anni dopo, nel 1913, Sperry Gyro Limited porta la produzione nel Regno Unito (produzione dello Sperry Mk.1 e produzione di Idrobussole).

1912 - Test del giroscopio su vettura: oggi lo definiremmo un motocarro ad auto-bilanciamento. Una grande massa rotante fornisce le forze giroscopiche per tenere il motocarro a due ruote in posizione verticale. Questa idea non è mai decollata: 100 anni dopo forse il surrogato delle due ruote è il Transporter Segway

1913 - Prima bussola giroscopica della Sperry per la Royal Navy, usata nell'H.M.S. Sommersgibile E1 St. Vincent.

1914 - Il primo Sistema stabilizzante di Sperry, presentato a Parigi.



1914 - Durante la Prima Guerra Mondiale è stato sviluppato un altro prodotto da Sperry chiamato "Metal Mike": il primo Sistema autopilota giroscopico per la guida della nave. L'impatto della Guerra ha portato alla Sperry Gyro una massiccia domanda di produzione; fornì la marina USA, britannica, francese, italiana e russa.



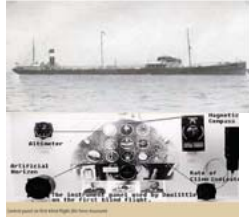
1917 - Primo Sistema di guida 'Missile' Elmer Sperry: il primo siluro guidato che in seguito diventa con successo il primo missile guidato. (vista in fase di lancio da un Sopwith Cuckoo).



1919 - La prima nave Britannica commerciale, R.M.S. Aquitania, viene equipaggiata con bussola giroscopica Sperry.



1922 - Viene montato sulla S.S. 'J.A. Moffett Jr.' il sistema gyropilota Sperry per navi mercantili.



1929 - Primo pannello per il volo cieco Sperry Elmer, con mirino stabilizzato dal giroscopio che, combinato con l'antenna della girobussola, allinea l'orizzonte artificiale e i radiofari permettendo a Jimmy Doolittle di sperimentare l'auto pilota.

1930 - Mr. Elmer Sperry dopo aver costruito 8 aziende e sviluppato più di 400 brevetti, morì il 16 Giugno 1930 al St. John's Hospital, Brooklyn.

1934 - L'aereo Hurricane viene equipaggiato con la tecnologia di stabilizzazione del giroscopio Sperry.



1934 - United Technologies Corporation

1934 - Fondata la United Technology Corporation, cambia nome nel 1975 in United Technologies Corporation. La compagnia è formata da una fusione della Pratt & Whitney, Sikorsky, e Hamilton Sundstrand. UTC Aerospace Systems è oggi l'attuale socio al 50% della Silicon Sensing Systems.



1938 - Lo Spitfire utilizza alcune unità di rilevazione di volo della Sperry.

1939 - Northrop Aircraft Inc. è stata fondata in Hawthorne, California, da John K. "Jack" Northrop, un ingegnere innovativo e qualificato. Questa società venne acquistata dalla Allied Signal.



1943 - La Royal Navy UK monta sulla Fregata tipo 21 la girobussola Sperry Mk 19 per il riferimento della rotta e assetto.



1944 - MK23 Gyro Compass.

1950 - CL11 giroscopio direzionale. Questo viene utilizzato in fase di atterraggio dell'elicottero e per sistemi 'attitude e heading'; molti di questi apparati sono ancora in servizio a 60 anni di distanza.



1954 - Dalla Sperry "prende il volo" il primo sistema di navigazione "inerziale".



1957 - Il RAF C130 Hercules utilizza la bussola GM9, che si basa sulla soluzione CL11 del giroscopio direzionale.



1959 - A causa della sua dinamica attività Northrop Aircraft Incorporated cambia nome in Northrop Corporation, ed insieme al nome cambia anche il logo.

1962 - Le Fregate tipo 22 e 23 usano la girobussola Sperry.



1970 - L'unità giroscopica rotante a doppio asse viene utilizzata nei sistemi di navigazione e guida a lungo raggio e nella missilistica.

1974 - L'aereo della RAF Nimrod, per la ricerca e ricognizione, viene dotato di giroscopi Sperry.

1977 - British Aerospace è stata costituita come società per azioni privata nel 1982, a seguito della divisione del consorzio Aircraft, British Aerospace UK e Shipbuilders Industries ACT e Sperry, nel 1999 si fonde con la GEC Marconi formando la nuova BAE Systems.



1980 - British Aerospace sviluppa il LINS300 giroscopio ad anello laser per la navigazione e l'avionica.



1982 - La British Aero Space acquista la Sperry Gyroscope Company.

1982 - L'esercito britannico per la difesa aerea equipaggia i velivoli con l'arma missilistica Rapier il giroscopio a gas propellente per il sistema autopilota.

1985 - Nasce il giroscopio statico a struttura vibrante (VSG) il primo giroscopio ad effetto Coriolis, sviluppato da BAE. Questa nuova tecnologia ha aperto la strada alla 3°, 4° e 5° generazione di giroscopi in tecnologia MEMS prodotti dalla nostra società.



1986 - Il treno italiano Pendolino utilizza i sensori di velocità angolare allo stato solido VSG per il controllo della stabilità nelle curve sopraelevate ad alta velocità.

ALARM: UK RAF Air- lancia Missile Anti-Radar. BAE Systems Inertial Products Division produce il Sistema completo IN usando il giroscopio rotante microflex.



1995 - VSG 2 è il giroscopio a Struttura Vibrante di seconda generazione ad effetto Coriolis prodotto dalla società che utilizza un anello di metallo vibrante.



VSG-3 rappresenta la prima incursione della società nella nuova tecnologia MEMS per la produzione di sensori inerziali. Più di 20 milioni di giroscopi MEMS VSG-3 sono stati forniti ai clienti ed è ancora in produzione da oltre 13 anni. Il VSG 3 ha un unico anello di risonanza MEMS al silicio.



1999-Viene costituita Silicon Sensing Systems Ltd unione di BAE Systems UK e Sumitomo Precision Products Giappone. Lo scopo della nuova Joint Venture è quello di sfruttare l'elevato potenziale di volume di questa nuova tecnologia sui mercati commerciali.



BAE Systems viene costituita a seguito della fusione tra General Electric Company's (GEC) armi di difesa, Marconi Electronic Systems e British Aerospace.



2001 - Il primo Sistema frenante ABS dell'auto utilizza il VSG-3, giroscopio MEMS della Silicon Sensing come sensore di imbardata del Sistema elettronico di stabilità (ESC).



2001 - Il trasporto con Segway , un romanzo per la modalità dell'auto-bilanciamento per il trasporto di persone. A due ruote utilizza un gruppo di sensori per il Sistema di stabilizzazione al bilanciamento con I giroscopi VSG-3.



2002 - BAE Systems acquisisce la Condor Pacific e costituisce la Divisione Sistemi e Prodotti Inerziale BAE.

2005 - VSG-4. Anello al silicio, la quarta generazione di VSG utilizza un pilotaggio capacitivo per la tecnologia di rilevamento. Ancora in produzione da oltre 8 anni.



2006 - Royal Navy lancio vertical dei missili Seawolf ; è il primo sistema missilistico al mondo ad entrare in servizio con tutti i sensori MEMS della unità di misura inerziale (SIIMU01) sviluppata da BAE Systems.



2008 - Silicon Sensing Systems ha raggiunto la consegna di 10,000,000 giroscopi MEMS.



Bibliografia

Silicon Sensing Systems (UTC)

www.siliconsensing.com

Claudia Taschera
DSPM Industria

Giroscopio MEMS a struttura vibrante



Giroscopi MEMS, nel linguaggio tecnico sensori di velocità angolare ($^{\circ}/s$), dove il movimento viene rilevato senza un punto fisso di riferimento. Il giroscopio è di fatto un modo diverso di misura della rotazione se riferito a qualsiasi altro sensore di rotazione come il potenziometro e il tachimetro.

Tutti i giroscopi MEMS della Silicon Sensing Systems utilizzano, in modo esclusivo e brevettato il principio tecnologico risonante del VSG, il primo giroscopio non rotante ad anello per rilevare la velocità di rotazione attraverso un fenomeno noto come la forza di Coriolis. **La costruzione e principi di funzionamento di base sono brevemente spiegati.**

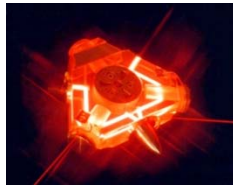
Silicon Sensing alla fine del 1990 ha progettato e prodotto il primo MEMS VSG; da allora, ben oltre 20 milioni di giroscopi MEMS sono stati consegnati per soddisfare migliaia di clienti. Per quanto a nostra conoscenza, quasi tutti questi giroscopi sono funzionanti e operano in modo soddisfacente dopo 20 anni di servizio continuo: questa è la testimonianza dell'affidabilità del VSG. Ora ci sono tre generazioni di MEMS VSG: induttivi, capacitivi e a PZT. Così Silicon Sensing può produrre una vasta gamma di giroscopi MEMS VSG a basso costo, di precisione, sensori componenti (es. PinPoint ®) fino al giroscopio modulare MEMS Fog ad alte prestazioni (es. CRH01).



Una breve storia del giroscopio

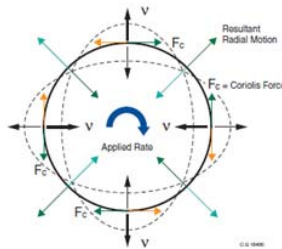
All'inizio del XX Secolo il giroscopio trova l'utile applicazione di stabilizzazione degli oggetti; infatti l'albero genealogico della Silicon Sensing risale a questi anni pionieristici. Erano dispositivi meccanici che, originariamente, utilizzavano una massa rotante che manteneva in modo fisso la sua posizione inerziale nello spazio permettendo così la rotazione della struttura di supporto (telaio) da misurare. Giroscopi meccanici, come DTGS (Giroscopio Dinamico Rotante) sono ancora oggi impiegati dove è necessaria la massima precisione.

Nel 1970 emergono i primi giroscopi ottici RLGS (Giroscopio Laser ad Anello) e FOG (Giroscopio a Fibre Ottiche) che basano il funzionamento sullo sfasamento di luce che viaggia a direzioni opposte intorno a una lunghezza di percorso fissa per rilevare la velocità angolare. RLGS e FOG sono molto precisi, ma la loro complessa costruzione li rende costosi da produrre e di grandi dimensioni.



Negli ultimi 20 anni, il mondo di sensori inerziali ha fatto emergere i sensori di velocità "a stato solido" non-rotanti, erroneamente chiamati giroscopi. Silicon Sensing è stata una delle prime aziende a sfruttare commercialmente, il potenziale di questi giroscopi a stato solido, nel 1980 con il lancio del VSG (Giroscopio a Struttura Vibrante).

Giroscopi MEMS VSG, una breve descrizione della loro costruzione e funzionamento di base

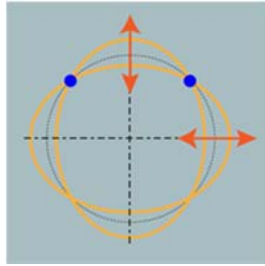


I giroscopi MEMS VSG della Silicon Sensing utilizzano un anello vibrante o risonante, fabbricato utilizzando nel processo il DRIE (Deposito Ionico a Incisione Profonda) del silicio. Sulla superficie esterna dell'anello anulare equamente distribuiti sono depositati otto coppie di 'dog leg' a raggio simmetrico. Il processo di deposito sul silicio dell'anello è brevettato con tolleranze geometriche spinte per un equilibrio preciso e di stabilità termica, a differenza di altri giroscopi MEMS, dove i piccoli spazi possono creare problemi di interferenza e attrito. Queste caratteristiche contribuiscono in modo significativo al benchmark e al fattore di scala di stabilità del VSG con l'immunità agli urti, vibrazioni ed temperature estreme. Un altro vantaggio del progetto è l'immunità intrinseca al tasso di errore nell'accelerazione indotta oppure il "g" di sensibilità'.



Attuatori/sensori di rilevazione sono vincolati alla superficie superiore dell'anello al silicio perimetrale e sono collegati elettricamente da asole. Questi azionano o "pilotano" l'anello nel suo modo di vibrare in risonanza **Cos2θ** (come strofinare un dito bagnato sul bordo del bicchiere "anello") o rilevare il movimento radiale dell'anello perimetrale o effetto Coriolis quando il giroscopio è in rotazione attorno al proprio asse di rilevamento, ovvero attraverso il centro dell'anello. La combinazione della tecnologia degli elementi e i sensori "pick-off" migliorano il rapporto segnale-rumore del VSG, il cui beneficio è un dispositivo a basso rumore con ottima instabilità del ARW (Angular Random Walk).

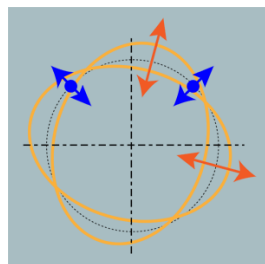
Di seguito è riportato un semplice esempio che mostra il giroscopio alimentato, con assenza di moto rotatorio (ovvero a 0 la velocità angolare). Si può notare che ogni punto dell'anello si muove radialmente in linea retta dal centro anulare, tranne i "nodi" a 45° e poi a 90° intervallati intorno all'anello, visualizzati come punti blu che rimangono fissi.



Nella seguente illustrazione, il giroscopio è sottoposto a una velocità angolare. La forza di Coriolis che entra in gioco, causa, su ogni punto sull'anello che si muove verso l'esterno, una 'piega' in una direzione, mentre i punti in movimento attivo 'si piegano' al contrario. L'effetto è quello di spostare la modalità vibrazionale intorno all'anello, ad un angolo che è proporzionale alla velocità di rotazione.

La velocità di rotazione può essere misurata in due modi:

- rilevando la quantità ai punti nodali nel movimento che si definisce misura ad anello aperto
- creando una forza di richiamo che mantenga il modo di vibrare dell'anello, misura definita ad anello chiuso.



Infine, questa illustrazione presenta una tipica applicazione, il giroscopio si presume essere fissato a un corpo in movimento e sensibile alla velocità di rotazione dell'oggetto su cui è fissato.

Se è in linea retta il movimento del corpo, l'anello di silicio risona nella **modalità Cos2θ**, nell'asse 0°- 90°. I nodi a 45° i punti blue e rossi, sono sostanzialmente stazionari.

Quando il corpo in movimento ruota intorno a un angolo, le forze di Coriolis (proporzionali alla rotazione) creano uno spostamento nel modo di vibrare attorno all'asse, il che significa che i punti nodali originali si muovono.

Nel reale movimento il giroscopio e l'elettronica di controllo operano in configurazione ad anello chiuso per mantenere la posizione risonante rispetto al suo asse originale. La 'forza' necessaria per raggiungere questo obiettivo si traduce in analogico (o digitale) nel segnale proporzionale alla velocità di rotazione.

Bibliografia

Silicon Sensing Systems (UTC)