

Il Progetto NAVSPACE-H ha avuto come obiettivo principale lo sviluppo di un sensore completamente italiano utile per attività di navigazioni spaziali, un sensore giroscopico basato su risonatore emisferico (HRG), attualmente in TRL2, da utilizzare per satelliti e lanciatori.

La tecnologia HRG è stata introdotta da Northrop Grumman Corporation con il sistema SSIRU (Scalable Space Inertial Reference Unit). La Northrop Grumman Italia, attraverso un'analisi di settore ha verificato la necessità di sviluppare nuovi prodotti che soddisfacessero l'indipendenza Tecnologica (ITAR free) per rispondere alle richieste sia delle aziende private sia delle agenzie spaziali. I sistemi di Attitude and Orbit Control System (AOCS), navigazione inerziale e stabilizzazione sono i primi tre emersi che rispondono alle esigenze del settore spaziale per la messa in orbita e utilizzo di satelliti, pertanto si è deciso di iniziare questo percorso con lo studio e sviluppo di dispositivi HRG.

I giroscopi HRG (Hemispherical Resonator Gyro) sono utilizzati come dispositivi per la navigazione di satelliti e aerei e anche in altri ambiti industriali. Sono costituiti da un piccolo emisfero in quarzo con dimensioni di poche decine di millimetri, realizzato con una precisione dell'ordine dei nanometri per ottenere un ottimo bilanciamento dello strumento. Questo emisfero, che possiede un fattore di qualità dell'ordine di 10<sup>7</sup>, viene messo in vibrazione e la forza di Coriolis, indotta dalla rotazione, produce un effetto giroscopico che fa ruotare il modo di oscillazione eccitato; grazie ad opportuni sensori capacitivi questa rotazione può essere rivelata.

Oltre alla Northrop Grumman Italia, partner del programma sono stati:

- ASI per lo studio dei parametri per l'industrializzazione del sistema e della programmazione per rendere il dimostratore tecnologico da TRL5 a TRL8 e attività di disseminazione
- Consorzio di Ricerca Hypatia per le competenze sulla deposizione film sottili e realizzazione di prototipi di risonatore, per i test di simulazione in termovuoto e per lo studio della struttura schermante dalle radiazioni sia ionizzanti sia non ionizzanti
- ENEA che ha svolto la caratterizzazione morfologica, strutturale e dimensionale dei film sottili metallici utilizzati
- Gelco S.p.A. che ha gestito la progettazione e lo sviluppo del sistema elettronico, con un'attenzione particolare alla miniaturizzazione e alla robustezza rispetto alle radiazioni, e i prototipi delle schede elettroniche.

Durante il progetto ENEA si è occupata di valutare gli strati sottili depositati dal Consorzio Hypatia in termini di morfologia, spessore e adesione ai substrati.

La misura dello spessore degli strati è stata effettuata con l'ausilio di un profilometro a scansione a contatto: si tratta di una punta che scorrendo sulla superficie di un campione può rilevare un gradino e stabilirne l'altezza. La valutazione degli spessori di diversi strati di materiale in un multi-strato può essere fatta in sulla base di misure ottiche. Infatti il profilo di luce riflessa in funzione della lunghezza d'onda (riflettanza) di uno strato di materiale depositato su un substrato dipende dalla combinazione dell'indice di rifrazione ( $n$ ,  $k$ ) del materiale e dallo spessore dello strato. Misurando quindi uno spettro di riflettanza e noti  $n$  e  $k$  dei materiali è possibile simulare la struttura del campione e risalire agli spessori in gioco con l'aiuto di un apposito software.

Dai dati ottenuti è stato possibile definire i parametri di deposizione degli strati per la realizzazione del risonatore. Sulla base di questa esperienza, ENEA ha contribuito a fornire le indicazioni per il trasferimento tecnologico in linea di produzione industriale di alcuni processi e delle caratterizzazioni.

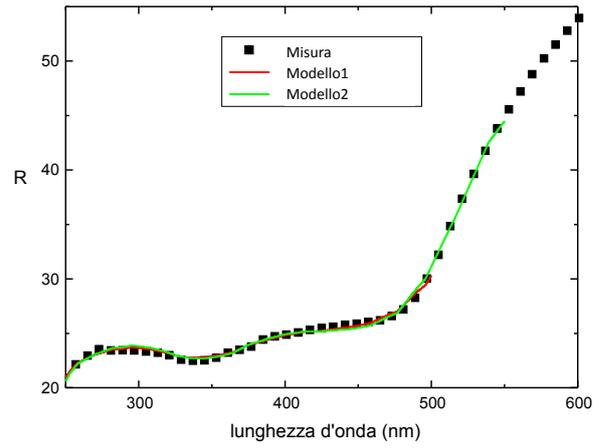
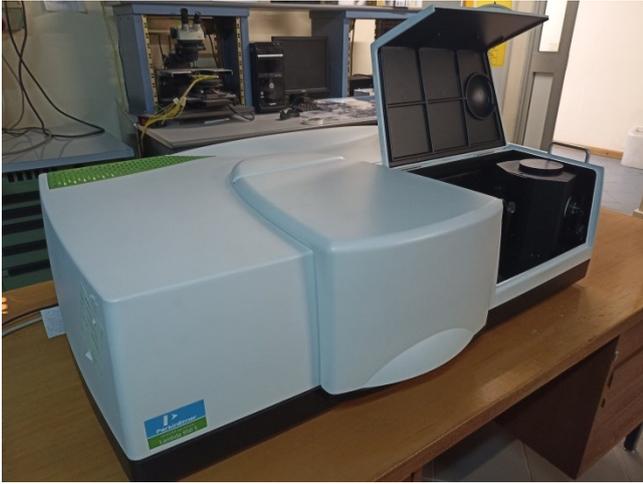


Fig.1 A sinistra lo spettrofotometro per la misura del profilo di riflettanza dei campioni misurati. A destra un esempio di misura con sovrapposto modello numerico.

(Sovvenzione 252.418 euro - Spesa 432.766,68 euro).

Partner e referenti tecnici del progetto:

