

Foss

Strumentazione analitica di "valore"

di Aldo Fiocchi

Dai controlli delle materie prime al prodotto finito attraverso l'intero processo di produzione (anch'esso controllato fin nei minimi dettagli on-line) Foss, una delle aziende leader a livello mondiale in un settore altamente specialistico come quello della spettroscopia all'infrarosso, è in grado di proporre le migliori soluzioni strumentali per l'analisi qualitativa dei parametri chiave relativi a prodotti da cui dipende (e dipenderà sempre) la qualità della vita umana.



Due solidi principi che dovrebbero essere fondamentali per chiunque intraprenda la strada del *fare impresa*: ogni impresa degna di questo nome persegue, infatti, con l'impostazione, lo sviluppo e il marketing del proprio business l'obiettivo di fornire soluzioni mirate in modo particolare al miglioramento progressivo della qualità della vita sia dal punto di vista tecnico e sia, soprattutto, da quello "umano". D'altro canto, però, tale obiettivo sarebbe difficilmente raggiungibile (con il rischio quindi di vanificare il tutto come "missione impossibile") se il *fare impresa* non fosse, a propria volta, costruito su alcuni valori altrettanto fondamentali che rappresentano la garanzia di continuità nel tempo dell'impresa stessa. Ed è proprio questo che "fa la differenza": essere sempre "in testa alla formazione" proponendo prodotti non solo di qualità superiore ma, soprattutto "costante nel tempo", il che significa rinnovare ogni giorno le conoscenze e il bagaglio culturale all'insegna delle nuove tecnologie di ricerca e di nuovi sistemi di produzione con l'ulteriore obiettivo di soddisfare pienamente le richieste e le aspettative della clientela, essere in grado di offrire l'atmosfera operativa "giusta" ai propri collaboratori in modo tale che l'interesse e il coinvolgimento del singolo costituiscano la motivazione di base per cooperare in modo chiaro e diretto all'interno del gruppo, essere... in una parola, essere Foss.

Missione e valori

Foss è una società fondata in Danimarca nel lontano 1946 ad opera dell'intra-

prendente e geniale signor Niels Foss il quale, grazie ad un'intuizione concretizzata in seguito razionalmente da uno studio di fattibilità, introdusse per primo sul mercato una metodologia analitica per il controllo della qualità del latte corroborata da un set completo di strumenti appositamente studiati per questo fine.

L'idea piacque e fece in breve tempo la fortuna della società (e naturalmente del suo fondatore) al punto che quest'ultima nel 1956, grazie alla continua espansione in ambito nazionale e internazionale, sale al rango di gruppo multinazionale Foss Electric S/A acquisendo successivamente, nel 1997, i gruppi svedese Tecator AB e statunitense NIRSystems: produzione, distribuzione, vendita e assistenza caratterizzano l'attività di ciascuna delle divisioni sopra menzionate in base alle esigenze di una tipologia di clientela selezionata in conformità ad aree di mercato "strategiche" identificate rispettivamente come *Agri* (settore dell'agricoltura), *Food* (settore alimentare) e *Indu* (settore chimico e farmaceutico).

L'acquisizione di NIRSystems ha inoltre fatto sì che Foss risulti essere attualmente una delle aziende leader a livello mondiale per quanto riguarda la spettroscopia NIR (Near Infrared) grazie ad una linea di spettrofotometri appositamente concepita sia per analisi di laboratorio e sia per il controllo di processi industriali on-line: una scelta di questo tipo ha significato, in particolare per il settore chimico - farmaceutico, una vera e propria rivoluzione nel campo dell'analisi delle materie prime e dei prodotti finiti dal punto di vista dell'efficienza (in particola-

re, per il settore farmaceutico è possibile "spaziare" dalla normale pillola per il mal di testa ai farmaci specifici per malattie gravi), della produttività e dell'affidabilità (la "delicatezza" del settore impone infatti normative di controllo molto rigorose) per il fatto che l'esecuzione di analisi mediante strumenti basati sulla tecnologia NIR *non richiede (nella maggior parte dei casi) alcuna preparazione preventiva del campione da effettuarsi con i tradizionali metodi chimici di diluizione* con tutti i vantaggi che ne derivano non solo dal punto di vista economico, ma anche, e soprattutto, da quello ecologico.

In ogni caso, la caratteristica peculiare che contraddistingue la società è proprio quella di fornire soluzioni complete per applicazioni che derivano da determinate necessità del cliente, oltre alla normale strumentazione all'infrarosso a tecnologia consolidata di cui fanno parte gli spettrofotometri a FFT (Fast Fourier Transform) i quali però, pur presentando inenunciabili vantaggi, si dimostrano essere maggiormente adatti per la regione del Medio Infrarosso (2500 - 25000 nm): si citano, ad esempio, alcune metodologie analitiche specifiche per il controllo della qualità nel settore enologico il cui decollo, grazie al lusinghiero successo ottenuto, risulta essere molto promettente per il futuro.

Per quanto riguarda "casa nostra", anche Foss Italia SpA, fondata nel 1975 per seguire in modo particolare il settore agricoltura dal punto di vista del controllo della qualità del grano e dei cereali in generale, ha seguito le orme della Casa Madre estendendo la propria attività ai

settori *Indu* e *Food* e registrando al proprio attivo un feedback di tutto rispetto da parte della clientela che considera ormai Foss Italia come l'azienda di riferimento, in quanto "propositiva": a questo proposito, è bene precisare che Foss Italia non è un semplice distributore che gestisce la fornitura di strumenti analitici in funzione della richiesta del momento sul mercato, ma è in realtà la *filiale italiana del gruppo Foss* (come sottolinea il dottor Nicola Di Lenna, *Indu Business Unit Manager Chem & Pharma*) e quindi si tratta di una società che, per i prodotti di propria competenza, svolge un servizio completo di vendita e, soprattutto, di assistenza in maniera continuativa nel tempo.

Ed è anche questo che "fa la differenza" per il fatto che, essendo le soluzioni proposte ad elevato costo, al cliente è garantita una "tranquillità" operativa a lungo termine visto il grado di investimento che una scelta di questo tipo comporta.

Alla scoperta... del Vicino Infrarosso

La scelta ben precisa da parte di Foss di "scandagliare" in profondità le possibilità offerte da quella parte di spettro elettromagnetico compresa tra 760 e 2.500 nm che si estende tra la regione del Visibile e quella del Medio Infrarosso, definita per l'appunto come *regione del Vicino Infrarosso*, non è casuale ma rappresenta il risultato finale di un *work in progress* mirato all'ottimizzazione dei propri strumenti dal punto di vista delle procedure d'analisi in correlazione stretta con i risultati ottenibili.

Come è noto, l'interazione di una radiazione a spettro continuo con la materia dà origine a specifici stati vibrazionali all'interno della struttura molecolare della sostanza in esame in corrispondenza di determinati valori della frequenza della radiazione incidente, con conseguente *assorbimento* di energia da parte della sostanza: tale assorbimento si manifesta "praticamente" con una successiva emissione di radiazione, il cui valore di energia può essere determinato secondo i principi della meccanica quantistica che fanno capo alla legge di Planck

$$\Delta E = E_1 - E_0 = h\nu$$

dove ΔE costituisce l'energia trasferita dalla radiazione al campione, E_1 rappresenta il livello di energia del materiale raggiunto in seguito all'assorbimento (stato eccitato), E_0 è il livello di energia del materiale prima dell'interazione con



Lo spettrofotometro Rapid Liquid Analyzer



Lo spettrofotometro SmartProbe Analyzer

la radiazione incidente (stato fondamentale), h è la costante di Planck e ν è la frequenza della radiazione assorbita.

Dal punto di vista strumentale l'assorbimento di *quel* valore di energia (che innescava l'oscillazione dei legami) a *quel* valore di frequenza ν (che è funzione del tipo di legame all'interno della molecola) si manifesterà sullo spettrofotometro come un *picco* di consistenza tanto più elevata quanto più elevati saranno i livelli di energia della struttura molecolare interessata alla transizione.

In prossimità di determinati valori dell'energia e della frequenza della radiazione incidente si possono verificare più "salti quantici" che corrispondono sostanzialmente ad una serie di picchi (ossia uno spettro) correlabili rispettivamente ad una *vibrazione fondamentale* caratterizzata da una lunghezza d'onda il cui valore è compreso generalmente tra 2.700 e 3.800 nm (corrispondente alla zona del *Medio Infrarosso* tipica degli assorbimenti dei legami di cui fa parte l'atomo di idrogeno come C-H, N-H e O-H) e ad una o più *armoniche superiori*, solitamente definite *overtone*, caratterizzate da una lunghezza d'onda il cui valore, compreso tra 760 e 2.500 nm, si inquadra correttamente nella zona del *Vicino Infrarosso*.

A questo proposito la regione del Vicino

Infrarosso è quella che meglio si presta nel fornire informazioni più circoscritte sulla struttura molecolare del campione per il fatto che, grazie alle bande di assorbimento molto allargate dovute alle armoniche superiori (*overtone*) provenienti sia dagli stati vibrazionali dell'atomo sopra menzionati e sia da stati vibrazionali prodotti dalla combinazione dei suddetti legami con livelli energetici di altra origine (ad esempio, Aromatici-H), risulta possibile non solo identificare gruppi funzionali abbastanza "vicini" come i gruppi CH_3 e CH_2 con una buona separazione di banda, ma anche, per esempio, definire la "posizione" dei gruppi CH_2 , ossia poter distinguere l'*overtone* dell'ultimo CH_2 rispetto all'*overtone* del medesimo gruppo funzionale che lo precede all'interno della catena molecolare del campione (vedi diagramma NIR C-H Band Assignments).

Gli assorbimenti nella regione del Vicino Infrarosso che rappresentano le armoniche superiori sono caratterizzati da valori di lunghezza d'onda che corrispondono a 1/2, 1/3 e 1/4 del valore della lunghezza d'onda della vibrazione fondamentale con intensità decrescenti all'aumentare dell'ordine di armonica, mentre i valori delle lunghezze d'onda delle armoniche successive non sono sottomultipli esatti (come, ad esempio, lo si può verificare per gli assorbimenti nella zona del Vicino Infrarosso dei legami O-H con 1.940 nm per la prima armonica, 1.440 nm per la seconda armonica e 960 nm per la terza armonica) ragion per cui anche la *posizione* dei picchi corrispondenti varia leggermente da una sostanza all'altra a causa della più o meno elevata complessità della molecola della sostanza in esame e delle interazioni reciproche tra i diversi legami che costituiscono i gruppi funzionali della stessa: il fenomeno è noto come "oscillazione anarmonica" e si origina in seguito al moto vibrazionale dei legami covalenti presenti nella molecola che, sebbene di natura elastica, non obbedisce alla legge di Hooke (peraltro verificata per quanto riguarda le bande di assorbimento che si manifestano alla lunghezza d'onda "fondamentale").

I vantaggi derivanti dall'utilizzazione della regione delle armoniche di ordine superiore sono funzionali agli assorbimenti contenuti che caratterizzano il *Vicino Infrarosso* il che consente, come controspartita, l'uso di cammini ottici dai 2 ai 3 cm per la seconda e terza armonica, una miglior pulizia, una gestione sempli-

ficata dei fluidi di raffreddamento dello spettrofotometro e, in ultima analisi, l'applicazione di procedure semplificate (e più veloci) per la preparazione del campione, anche se, come si è detto più sopra, nella maggioranza dei casi il campione può essere analizzato "tal quale": ciò risulta essere particolarmente interessante per quanto riguarda il controllo delle materie prime impiegate, per esempio, nell'industria farmaceutica per il fatto che prelevando "direttamente" la sostanza da analizzare o utilizzando lo spettrofotometro in magazzino per controllare "direttamente" il materiale all'interno del fusto appena consegnato tramite una sonda i tempi di risposta per l'accettazione dei materiali in arrivo si riducono notevolmente.

E sono proprio queste caratteristiche che hanno consentito il "decollo immediato" di questa tecnica anche nel settore dei polimeri con risultati sempre migliori sia dal punto di vista qualitativo (identificazione di un numero sempre maggiore di gruppi funzionali appartenenti agli idrocarburi alifatici, aromatici e così via) sia da quella quantitativo, come la determinazione del contenuto di benzene nelle benzine, un'applicazione tipica del settore petrolchimico oggi più che mai importante dal punto di vista ecologico e della salute "pubblica".

Soluzioni complete dal laboratorio alla fabbrica

Il settore analitico del Vicino Infrarosso è stato sviluppato da Foss in maniera decisiva a partire dagli anni Novanta con la realizzazione di una linea di spettrofotometri nella quale la qualità strumentale e l'affidabilità del dato analitico sono correlate strettamente all'ottimizzazione dell'hardware, costituito da una sorgente infrarossa, da un monocromatore e da un sistema di rivelatori per la raccolta delle informazioni provenienti dal campione (dati spettrali di natura chimica espressi sotto forma di "punti" che rappresentano l'assorbanza come funzione della lunghezza d'onda) e del software, che traduce i "punti" in uno spettro utilizzando una tecnologia molto particolare basata sull'interpretazione statistica dei dati chimici di cui sopra denominata "chemiometria": il segreto, se così si può definire, dell'evoluzione di una metodologia di analisi che fino a non molto tempo fa non andava al di là del ristretto ambito dei Laboratori di Ricerca delle Università risiede proprio nello sviluppo



L'analizzatore IR di processo ReactSys

"parallelo" dei computer e, quindi, nella conseguente riduzione dei costi di questi ultimi. Ciò ha consentito a Foss, utilizzando il meglio delle tecnologie attualmente disponibili per la produzione di segnali adatti a ricavare informazioni nella zona del Vicino Infrarosso, di poter brevettare in esclusiva strumenti dotati di sistemi hardware/software con prestazioni di qualità sempre più elevata, confermando ancora una volta sia la "completezza" delle proprie soluzioni e sia lo stile "user friendly" di approccio verso il cliente in quanto queste analisi possono essere condotte con i normali computer che impiegano sistemi operativi ormai consolidati come, per esempio, Windows 95, Windows 98, Windows 2000 e Windows NT. In ogni caso, gli spettrofotometri Foss sono caratterizzati dall'essere strutturati a moduli specificamente concepiti per i materiali da analizzare: per esempio, per l'analisi dei liquidi è disponibile il modulo specifico Rapid Liquid Analyzer, per l'analisi di prodotti in fusti si utilizza un modulo altrettanto specifico provvisto di sonda per poter intervenire direttamente sul fusto senza effettuare il preventivo campionamento del contenuto denominato SmartProbe Analyzer mentre Rapid Content Analyzer è il modulo particolarmente indicato per l'analisi di prodotti in fiale o in bicchieri di vetro poiché, essendo quest'ultimo completamente trasparente alla radiazione del Vicino Infrarosso, risulta possibile effettuare direttamente il controllo analitico del prodotto senza estrarlo dal contenitore, una soluzione ottimale, per esempio, per il controllo della qualità dei prodotti liofilizzati dell'industria farmaceutica che vengono normalmente conservati nei contenitori in condizioni di umidità controllata proprio perché, in caso di estrazione, l'analisi risulterebbe alterata essendosi alterato un parametro importante come l'umidità e il prodotto andrebbe succes-

sivamente scartato: l'analisi risulta ugualmente effettuabile "direttamente" anche se il prodotto è contenuto in sacchetti di materia plastica, in quanto lo strumento è in grado di fornire lo spettro del prodotto come differenza tra lo spettro complessivo e quello della particolare materia plastica con la quale è confezionato il sacchetto in questione.

Foss produce strumentazione all'infrarosso (come l'analizzatore ReactSys) anche per applicazioni più complesse mirate al controllo diretto on-line, tramite un sistema di fibre ottiche, delle diverse fasi dei processi di produzione tipici del settore chimico come, per esempio, la miscelazione, la sintesi, la fermentazione (in particolare per il settore biologico), la cristallizzazione, la precipitazione, l'emulsione e la polimerizzazione, di quello petrolchimico come, per esempio, il controllo del numero di ottano delle benzine, la determinazione del contenuto di paraffine nei carburanti avio, la determinazione del contenuto di aromatici, dell'indice API per gli oli lubrificanti che ne identifica il livello qualitativo e di quello relativo alle materie plastiche: applicazioni di questo tipo sono al giorno d'oggi estremamente importanti perché risulta possibile sincronizzare il controllo qualitativo del prodotto "in tempo reale" con la specifica fase di produzione, il che consente un intervento pressoché immediato in caso di anomalie di funzionamento dell'impianto, a differenza di quanto avveniva fino a non molto tempo fa, vale a dire quando occorre prelevare il materiale ed effettuarne l'analisi in maniera staccata dalla produzione con conseguente perdita di informazioni "reali" tra l'attuazione dei due eventi.

Il controllo del processo di produzione on-line è in continua evoluzione con innumerevoli possibilità di applicazione: per esempio è possibile utilizzare gli spettrofotometri on-line per la determinazione del contenuto di umidità all'interno dei saponi, per il controllo della qualità negli impianti di produzione dell'acetato di butile, un prodotto che trova impiego massiccio in modo particolare nell'industria chimica come solvente di estrazione per processi di fermentazione, nell'industria farmaceutica e in quella degli adesivi, per il controllo del contenuto di lignina presente nella polpa degli alberi, una determinazione molto importante che potrebbe influenzare non poco la qualità del prodotto finale, ossia della carta, durante il processo di fabbricazione della stessa: trattandosi di un polime-

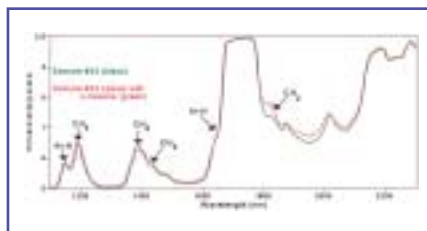
ro dalla struttura complessa (si tratta infatti di una miscela di polimeri), la misura in questione presentava parecchie difficoltà operative mentre allo stato attuale, mediante la tecnica del Vicino Infrarosso, è stato possibile sviluppare un metodo rapido e accurato grazie all'analisi dell'assorbanza dei picchi correlati alla lignina e alla cellulosa.

Anche le principali industrie per la produzione di gomma sintetica fanno uso di spettrofotometri al Vicino Infrarosso di progettazione Foss sia per applicazioni operative come, per esempio, il controllo del contenuto degli additivi in generale, degli stabilizzanti, dell'isocianato (durante la fase di sintesi del polimero), degli agenti plastificanti (in particolare per quanto riguarda le materie plastiche) e sia per riconoscere e confermare le caratteristiche di materiali speciali utilizzati per applicazioni critiche caratteristiche di settori particolari come, ad esempio, quello dell'imballaggio: è molto importante infatti, prima di iniziare la produzione di un contenitore, possedere la garanzia (quasi) assoluta sulle caratteristiche del materiale da utilizzare che si traduce, a propria volta, nella sicurezza operativa per l'utente finale (ossia, per colui che... "immette" fisicamente il prodotto nel contenitore). Un'applicazione particolarmente interessante del settore gomma è la determinazione del contenuto di additivi nei polimeri prodotti in forma fisica di pellets che Foss propone in maniera tale quale, ossia senza preparazione preventiva del campione tramite compressione e successivo stampaggio (cosa che rischierebbe di modificare le caratteristiche del polimero originale), grazie alla messa a punto di sofisticate tecniche chemiometriche e con strumenti appositamente studiati allo scopo che hanno permesso di raggiungere un livello di precisione delle parti per milione (ppm).

Ancora sul settore farmaceutico...

Durante lo svolgersi di un processo chimico è di vitale importanza controllare l'evoluzione delle reazioni che si sviluppano all'interno del reattore, dato che ogni prodotto farmaceutico è ottenuto come risultato di una reazione che si origina tra una carica di base e uno o più catalizzatori in determinate condizioni di temperatura e pressione per un intervallo di tempo predeterminato in sede di studio del processo.

L'obiettivo è dunque fare in modo che la reazione si possa svolgere regolarmente fino all'estinzione in modo tale, cioè, che



Correlazione bande - legami C-H di uno spettro caratteristico della regione NIR

non si inneschino processi imprevisti che potrebbero alterare la qualità del prodotto finale e, proprio per questo motivo, è essenziale impostare un tipo di monitoraggio che rifletta il più possibile l'andamento del processo in "tempo reale": ciò si può realizzare secondo particolari modalità e cioè "in trasmissione", mediante due sonde con interposizione del campione tra le due ciascuna della quali è provvista di un fascio di fibre ottiche di cui uno trasmette la radiazione incidente sul campione (sorgente) e l'altro riceve la radiazione che proviene dallo stesso (detector), in "immersione", mediante una singola sonda e un riflettore con due fasci di fibre ottiche questa volta però allineati coassialmente (il sistema è utilizzato in modo particolare per i liquidi) e "in riflessione", mediante un unico fascio di fibre ottiche che agisce sul campione in base al ben noto principio fisico. E parliamo di compresse (anche se è sempre meglio non farne uso...).

Ognuno di noi conosce bene l'importanza di questo piccolo ma irrinunciabile ritrovato che consente di risolvere quei fastidiosi problemi chimico - fisici che insorgono durante la quotidianità: proprio per questo motivo, Foss ha messo a punto una linea strumentale particolarmente studiata per il controllo qualitativo delle caratteristiche dei componenti fondamentali di una compressa (ossia del core, che contiene il principio attivo, e del coating, che contiene l'eccipiente che incorpora il "core" e che ne contraddistingue l'aspetto commerciale).

Per sveltire le procedure di analisi la società fornisce anche campionatori automatici da 60 vial, utilizzati in modo particolare per prodotti liofilizzati.

Un'altra applicazione interessante del settore farmaceutico è il controllo del grado di miscelazione di polveri di vario tipo, un problema tutt'altro che semplice ma che è stato brillantemente risolto con la tecnica del Vicino Infrarosso utilizzando un metodo indiretto che consiste nell'effettuare una serie di analisi in tempi successivi durante la fase di miscela-

zione e procedendo contemporaneamente per ognuna di esse, nella medesima successione, al calcolo della deviazione standard: ovviamente, all'inizio del processo di miscelazione (polveri non ancora ben miscelate) i valori della deviazione standard sono elevati ma, procedendo per fasi successive, tali valori si ridurranno progressivamente fino raggiungere un "minimo" che si manterrà costante (prodotto ben miscelato), il tutto realizzato sotto l'egida del "presto e bene", con i tutti i vantaggi di tipo tecnico ed economico che si possono facilmente immaginare.

Naturalmente la Ricerca e Sviluppo occupa un posto di rilievo nella scala dei valori aziendali e, proprio per questo motivo, la società ha impostato un programma di R&D tale da realizzare nuove soluzioni analitiche sempre in sintonia con lo sviluppo dei metodi di analisi e dei nuovi prodotti effettuato dal cliente per la risoluzione dei propri problemi.

Uno sguardo al futuro

La globalizzazione non ha influito negativamente sull'attività e sugli obiettivi di Foss in quanto la società, nata per espandersi a livello internazionale anche se opera in mercati di nicchia diffusi però in tutto il mondo, è riuscita con questa particolare filosofia a costruire giorno per giorno l'attuale leadership che la contraddistingue nella gestione delle diverse problematiche strumentali a livello mondiale. In ogni caso, Foss guarda sempre in avanti puntando in modo particolare sulla formazione e sull'aggiornamento continuo dei propri collaboratori secondo un criterio in base al quale tutto il personale della società (ovunque esso risieda come sede di lavoro) viene periodicamente inserito in corsi di aggiornamento tenuti dello stesso gruppo di formazione in modo tale che, dal punto di vista formativo e culturale, si riesca ad impostare e a far acquisire una base comune per poter affrontare correttamente le problematiche del cliente, ovviamente nel massimo rispetto delle caratteristiche personali del singolo.

FOSS

Foss Italia SpA

Via Belgio, 4/D - 3527 Padova

Tel. 049 8287211 - Fax 049 8287222

www.foss.it