

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale

Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

Relazione per la prova finale
Controlli non distruttivi: liquidi penetranti,
ultrasuoni, controlli dimensionali, controlli
visivi ed hydraulic test.

Tutor universitario: Prof.ssa Martina Roso

Laureando: *Francesca Velludo*

Padova, 04/07/2022

L'utilizzo di test non distruttivi è divenuto sempre più frequente negli ultimi anni soprattutto nell'ambito industriale, ciò è dovuto al fatto che sono richiesti degli standard qualitativi elevati.

Ci sono numerosi tipi di test non distruttivi, ognuno dei quali sfrutta un particolare principio fisico ed è tarato in base al campo di impiego. I controlli che sono stati utilizzati presso l'azienda Elettromeccanica Viotto S.r.l. sono:

- Test con liquidi penetranti;
- Controllo dimensionale tramite uso del faro;
- Test con sonde ad ultrasuoni;
- Hydraulic test con ispezione visuale.

Gli obiettivi del lavoro erano:

- Comprendere il funzionamento di ogni strumentazione utilizzata per eseguire il test;
- Comprendere il funzionamento del test;
- Osservare i risultati ottenuti;
- Determinare qualora i risultati fossero accettabili o meno, in base ai parametri stabiliti dal cliente.

Per assicurare il corretto funzionamento di un componente è necessario garantire l'assenza di difetti nel prodotto finito che ne comprometterebbero la funzionalità.

I test non distruttivi (NDT) servono ad ispezionare le condizioni fisiche di un oggetto senza influenzarne la capacità di svolgere la funzione prevista.

Solitamente si utilizzano degli strumenti atti ad analizzare le proprietà o le discontinuità presenti nel materiale.

L'obiettivo del controllo non distruttivo è quello di individuare difetti superficiali o interni senza interferire in alcun modo con l'integrità del materiale.

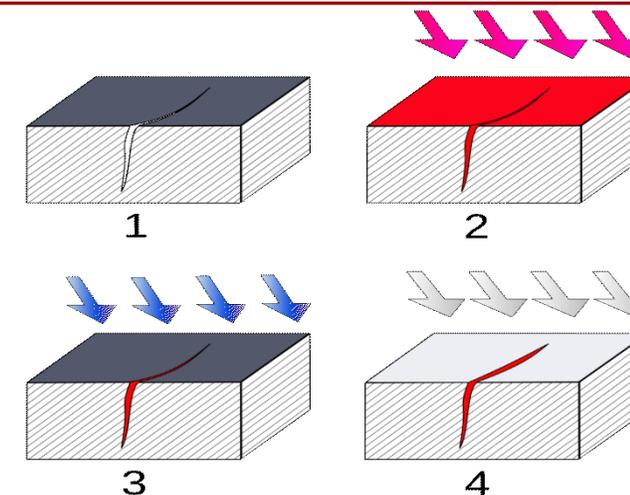
Per eseguire il test il componente viene prima pulito con un solvente a base alcolica, poi viene applicato il fluido penetrante rosso.

Si lascia agire per un tempo minimo di 10 minuti.

Durante tutto il test la temperatura deve essere mantenuta tra 10°C e 50°C.

Dopodiché si lava il fluido rosso con un getto di acqua fredda e si asciuga con l'aiuto di aria compressa e carta assorbente.

Una volta che il pezzo è asciutto si passa il rivelatore bianco tramite bomboletta spray o aerografo se il pezzo è molto grande.



In questo caso si sfrutta il fenomeno della fluorescenza: essa consiste nel rilascio di energia, da parte di alcune sostanze, quando sono eccitate da una radiazione esterna.

Prima il pezzo viene pulito con un solvente, poi si applica il liquido fluorescente e si lascia agire per un minimo di 15 minuti.

In seguito, si sciacqua con acqua e si asciuga meticolosamente.

Una volta asciutto, si utilizza una luce UV per verificare se sono presenti eventuali difetti, se sono presenti il fluido fluorescente che si è depositato su questi affluirà generando delle zone che sotto luce UV appariranno luminose.



Il test, che consiste nella misurazione dei diametri, delle circonferenze, della coassialità e della planarità di un corpo pompa, è stato eseguito tramite l'utilizzo del faro o Laser Scanner; esso è uno strumento laser in grado di rilevare misure di lunghezza, ma anche circonferenze, posizione degli assi di cilindri, ecc.

Lo strumento è composto da un emettitore laser, un ricevitore e da uno specchio sferico noto come smr (spherically mounted retro reflector).

L'smr è costituito da un guscio sferico esterno, che ha lo scopo di contenere il riflettore o specchio cubico angolare grazie al quale l'smr comunica con il ricevitore: il laser colpisce lo specchio ed è riflesso al ricevitore.

Il laser riflesso è sfalsato rispetto a quello emesso, ed è proprio questo sfasamento che viene utilizzato dal rilevatore di posizione per individuare il centro dell'smr.

Per quanto riguarda l'emettitore laser quest'ultimo è generato quando gli elettroni di materiali come vetro, cristallo o alcuni gas, assorbono energia proveniente da una corrente elettrica o da un fascio luminoso.

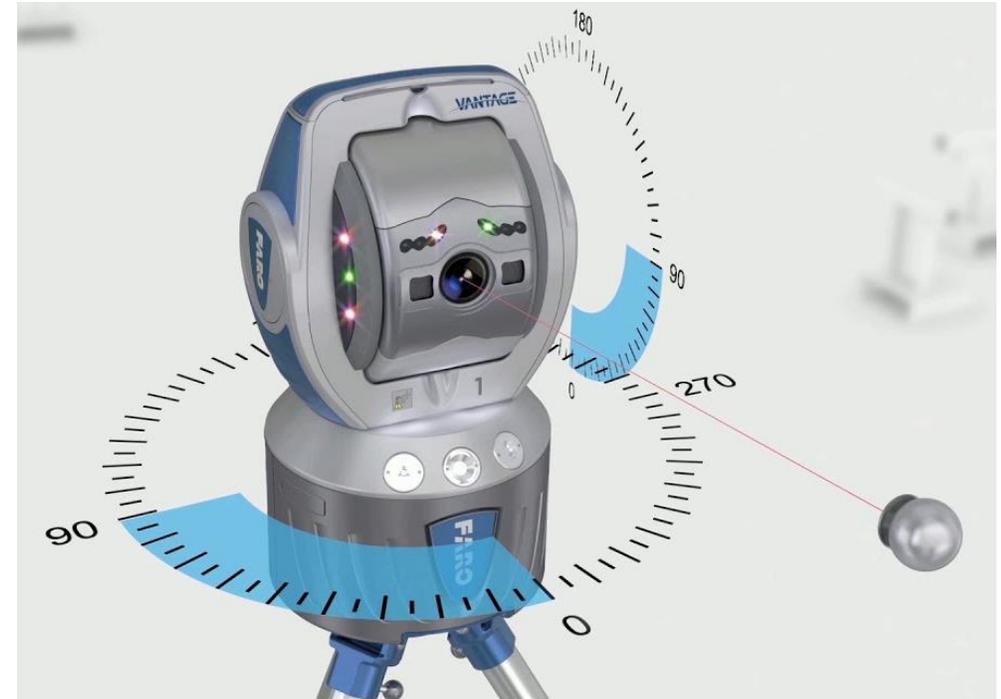
Questa energia eccita gli elettroni che passano dal loro stato normale ad uno stato eccitato. Quando gli elettroni passano dall'orbitale energetico superiore a quello di partenza emettono energia sottoforma di fotoni.

In un raggio laser, affinché le onde siano coerenti, gli elettroni eccitati vengono inviati attraverso un materiale laser attivo, come il vetro oppure un gas.

Il Laser Scanner emette un raggio di luce laser a infrarossi, con lunghezza d'onda di circa 1500nm, sull'smr che riflette il laser al ricevitore.

La testina dello scanner ruota, spostando il laser in modo tale da centrare sempre l'smr, che sarà posizionato ogni volta sulle parti che si vogliono misurare. Quest'ultimo riflette il raggio indietro verso lo scanner, fornendo la geometria dell'oggetto grazie ad un codificatore di angoli che misura l'angolo rotazionale, quello di inclinazione rispetto al piano orizzontale e la distanza.

Tramite un apposito programma le misure ricavate sono stampate a video e viene creata una ricostruzione tridimensionale del componente misurato.



Questo tipo di test è molto versatile in quanto si può utilizzare sia per materiali metallici, che per materiali non-metallici.

Il test ad ultrasuoni si esegue mediante l'utilizzo di onde sonore ad alta frequenza generate da dei trasduttori piezoelettrici.

Le frequenze vanno da 1 a 10 MHz.

Le lunghezze d'onda risultanti sul materiale testato sono nell'ordine dei millimetri.

Un raggio sonoro viene trasmesso al pezzo in esame tramite un adatto accoppiante, solitamente si utilizzano grassi o liquidi simili all'olio.

Il quarzo ha una struttura reticolare tale che, se si taglia una lastra con un certo orientamento rispetto all'asse cristallografico e lo si sottopone ad un campo elettrico, esso si contrarrà o espanderà in base alla polarità del campo. Questa vibrazione è ciò che produce le onde ultrasonore, ed è per questo che per realizzare un trasduttore ad ultrasuoni vengono solitamente usati cristalli come il quarzo.

I trasduttori in quarzo possono operare a temperature di circa 500°C.

Essi non possono essere utilizzati da soli, ma devono essere montati su sonde adeguate e collegati a dei sistemi di diagnosi.

Esistono diversi tipi di sonde ed in questo caso specifico ne sono state utilizzate due tipologie: una con raggio incidente normale ed una con angolo di incidenza di 45°.

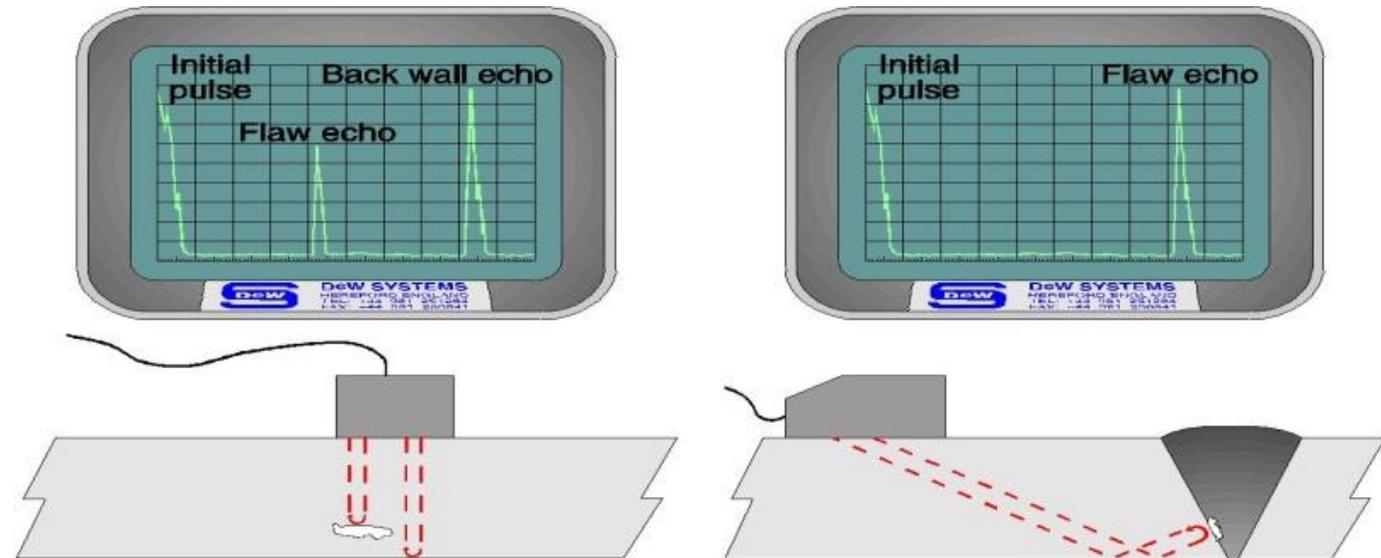


Per l'ispezione con raggio normale quando l'onda viaggia all'interno del pezzo da analizzare ed incontra una discontinuità, parte dell'energia sarà riflessa e la rimanente parte sarà trasmessa nel materiale.

I trasduttori con raggio ad angolo variabile consentono di accedere ad aree che altrimenti, con l'utilizzo di trasduttori ad angolo normale, non si potrebbe accedere.

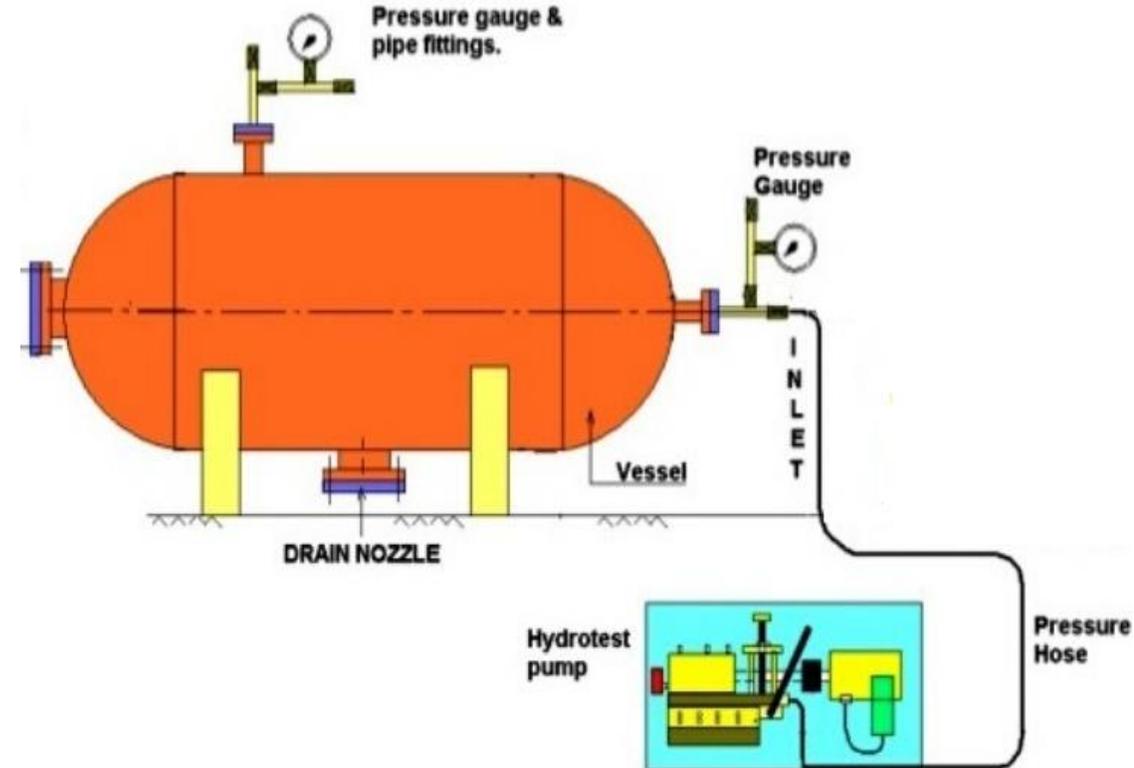
L'angolo di inclinazione in questo caso era di 45° .

Ciò che si misura è visualizzabile sul sistema di diagnosi, il quale è costituito da un display nel quale si ha: sull'asse X il time of flight; sull'asse Y l'ampiezza delle onde.



L'hydraulic test è un modo per testare la resistenza e le perdite di recipienti in pressione. Il test prevede il riempimento del recipiente o del sistema di tubature con un liquido e la pressurizzazione del recipiente alle pressioni di prova specificate:

- Si connette il sistema di pompe idrauliche all'imbocco del serbatoio tramite un blocchetto collettore.
- Si chiude la valvola di scarico e si apre quella di carico.
- Si immette l'acqua aumentando la pressione fino a 210 bar per 20 minuti.
- Si esegue il primo controllo visivo.
- Si aumenta la pressione fino a 300 bar per 1 ora.
- Si esegue il secondo controllo visivo.



Lo strumento più prezioso dei controlli non distruttivi è l'occhio umano. La sua sensibilità varia in base alla lunghezza d'onda della luce. Per l'ispezione visiva è di primaria importanza un'illuminazione adeguata, che dovrebbe essere di circa 800-1000 lux.

Il controllo visivo di un componente da parte di un ispettore esperto può rivelare le seguenti informazioni:

- Le condizioni generali del componente;
- La presenza o assenza, l'orientamento e la posizione di eventuali crepe;
- La porosità della superficie;
- La presenza di fori superficiali;
- Potenziali fonti di debolezza meccanica;

Nel caso precedentemente trattato l'osservazione consisteva nel rilevare eventuali perdite d'acqua o deformazioni, che potevano essere causate da uno dei difetti sopra citati.

I test non distruttivi non solo permettono di verificare che il livello di difetti di un componente sia accettabile, ma consentono anche un notevole risparmio economico ed energetico qualora si individui la presenza di difetti che non rispettano le tolleranze previste.

L'unico limite dei test esposti è che devono essere eseguiti da personale altamente formato in quanto è necessaria un'alta dimestichezza e padronanza della tecnica.

Oltre al personale i test sono fortemente influenzati dalle apparecchiature e dagli strumenti utilizzati, che devono sempre garantire un corretto funzionamento ed il rispetto delle norme; a questo scopo vengono eseguiti, da enti esterni, dei controlli periodici che ne garantiscano la qualità.