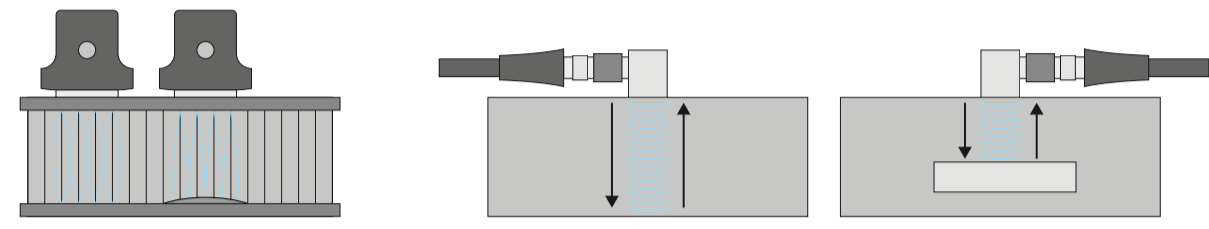


Tecnica di controllo dei materiali compositi

Domande frequenti (FAQ)

I controlli delle perdite di adesione nei materiali compositi sono uguali ai controlli a ultrasuoni?

No. I controlli a ultrasuoni utilizzano degli impulsi ultrasonici che non sono udibili dall'orecchio umano e non possono essere trasmessi attraverso l'aria. I controlli delle perdite di adesione nei materiali compositi utilizzano degli impulsi acustici udibili che possono essere trasmessi attraverso l'aria.



Quali materiali vengono in genere interessati?

Materiali compositi a nido d'ape, polimeri rinforzati con fibre di carbonio, fibre di vetro e incollaggi metallo su metallo per quanto riguarda i controlli delle perdite di adesione.



Dove vengono utilizzati questi materiali?

Questi materiali vengono in genere utilizzati nel settore aerospaziale, nei treni, nei veicoli e nelle imbarcazioni da diporto.

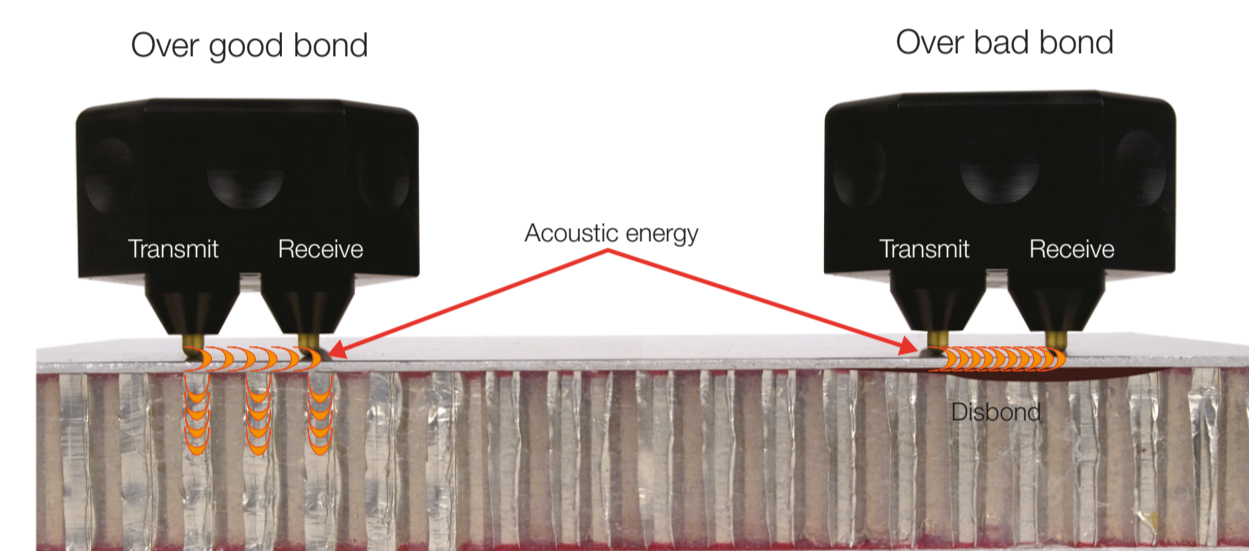


I 5 metodi di ispezione

Modalità di ispezione trasmissione-ricezione

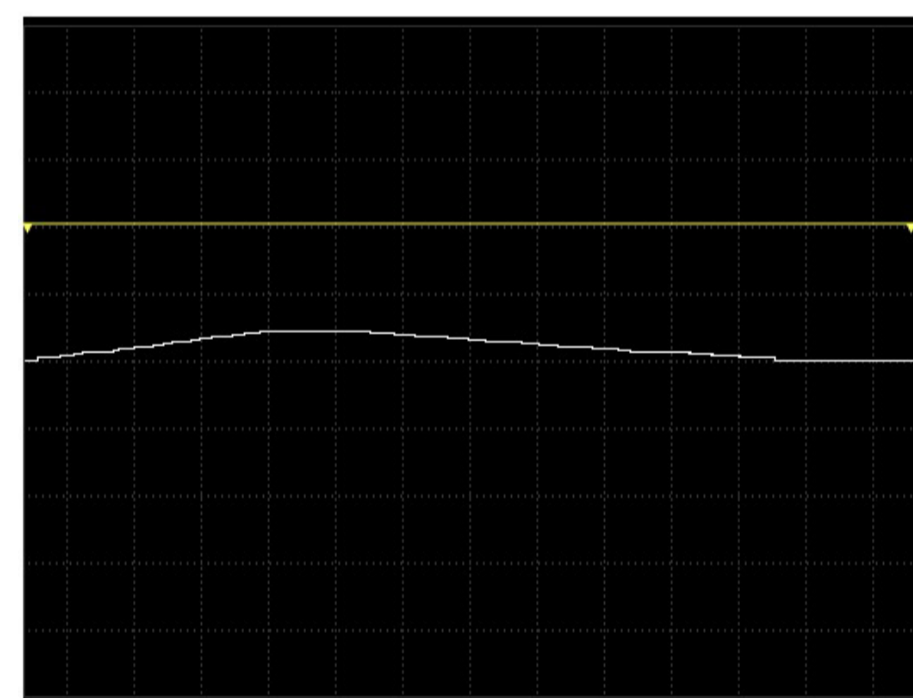
La modalità di ispezione trasmissione-ricezione impiega una sonda acustica accoppiata a secco, a doppio elemento e a contatto puntuale. In questa modalità, un elemento trasmette un impulso di energia acustica nella componente da ispezionare e un altro elemento riceve l'onda sonora propagata attraverso la componente da ispezionare tra le estremità della sonda (elementi). La condizione dell'adesione al di sotto delle due estremità della sonda influenza le caratteristiche dell'energia acustica trasmessa tra le due estremità. Queste caratteristiche possono essere visualizzate in termini di cambiamenti della fase e dell'ampiezza.

Quando l'adesione del materiale composito è ottimale una parte dell'energia acustica viene attenuata dalla struttura al di sotto della superficie di ispezione, visualizzando sulla schermata dello strumento un'ampiezza del segnale inferiore. Se l'adesione è scarsa (perdita di adesione) le onde sono trasmesse tra l'elemento trasmittente e l'elemento ricevente con un fenomeno di attenuazione e smorzamento molto limitato della struttura del materiale composito. Il risultato è che viene visualizzata una maggiore ampiezza del segnale. In modalità trasmissione-ricezione l'utente può scegliere tra tre diversi metodi di ispezione: il metodo RF, il metodo a impulso e il metodo a scansione.

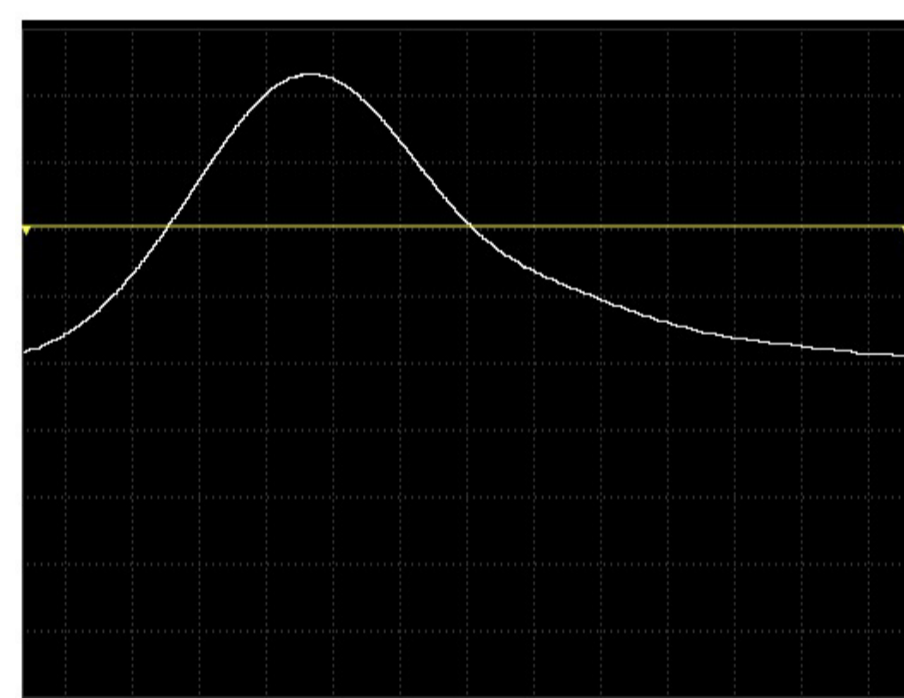


Metodo a impulso della modalità trasmissione-ricezione

Questo metodo adotta la stessa tecnologia del metodo RF tuttavia il segnale ricevuto viene trasmesso a un rivelatore dell'ampiezza o della fase-ampiezza. Questo rivelatore crea un involucro esterno producendo un segnale meno ampio. Viene rilevata la differenza in ampiezza e/o fase tra un punto con ottimale o scarsa adesione. Come per il metodo RF l'utente posiziona un gate con il tempo ottimale lungo il segnale per monitorare la risposta del segnale ricevuto, il quale risulta maggiormente influenzato dal difetto.



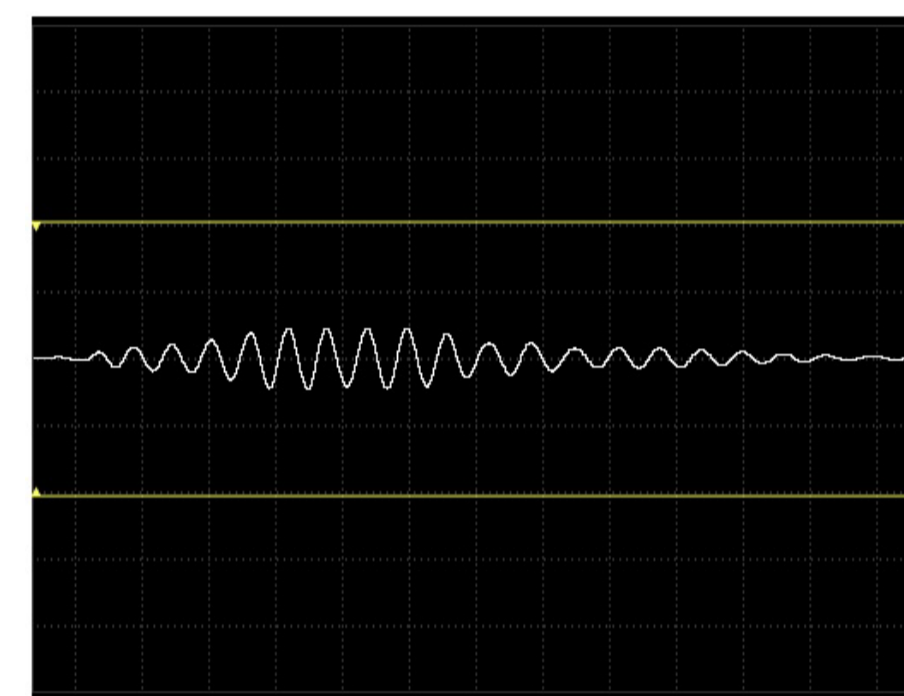
Segnale a impulso con materiale integro



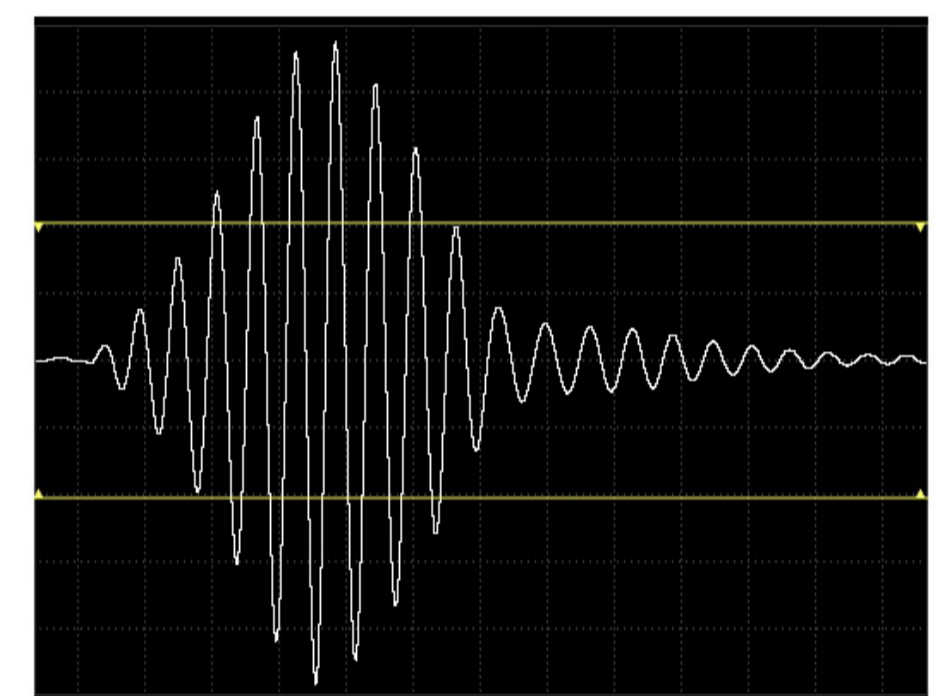
Segnale a impulso con perdita di adesione

Metodo RF della modalità trasmissione-ricezione

Con il metodo RF della modalità trasmissione-ricezione il segnale ricevuto bypassa il rivelatore dell'ampiezza o della fase-ampiezza. L'ispezione viene eseguita a una frequenza costante definita come parte del processo di configurazione. La frequenza è scelta per fornire il massimo movimento flessurale per lo spessore dello strato e il tipo di materiale. Viene usato un gate variabile per il tempo in modo da selezionare il ciclo dell'impulso ricevuto caratterizzato dal maggiore cambiamento dell'ampiezza quando la sonda viene spostata da un'area integra a un'area con perdita di adesione. Questo si traduce in una maggiore ampiezza al di sopra del punto con perdita di adesione, visto che il movimento dell'elemento laminare o dello strato è limitato sopra il punto di adesione l'energia viene dispersa nel materiale di base del punto di adesione.



Segnale RF con materiale integro



Segnale RF con perdita di adesione

Metodo a scansione della modalità trasmissione-ricezione

La frequenza è scansionata attraverso un intervallo e riportata in una schermata circolare più ampia per il materiale con perdita di adesione. La schermata circolare rappresenta i componenti dell'ampiezza e della fase per il segnale attraverso l'intervallo di frequenze. Un vantaggio rilevante è dato dalla distinzione dell'effetto di lift-off dal segnale di perdita di adesione. Al contrario del metodo RF e a impulso, nel metodo a scansione, la frequenza non è costante. L'ispezione viene realizzata mediante una scansione della frequenza definita e un indice di ripetizione definita.

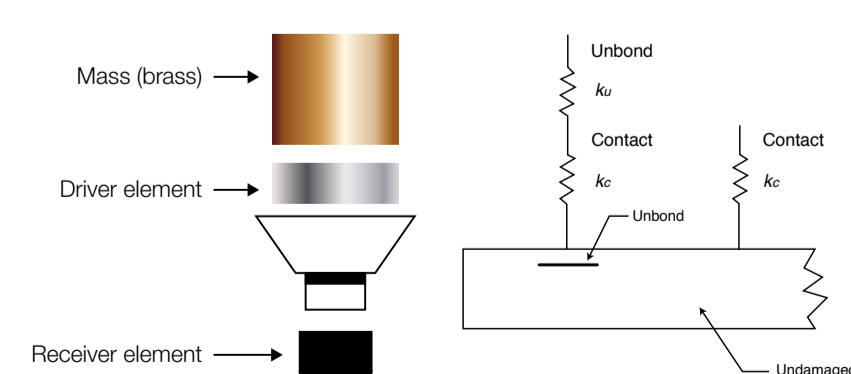
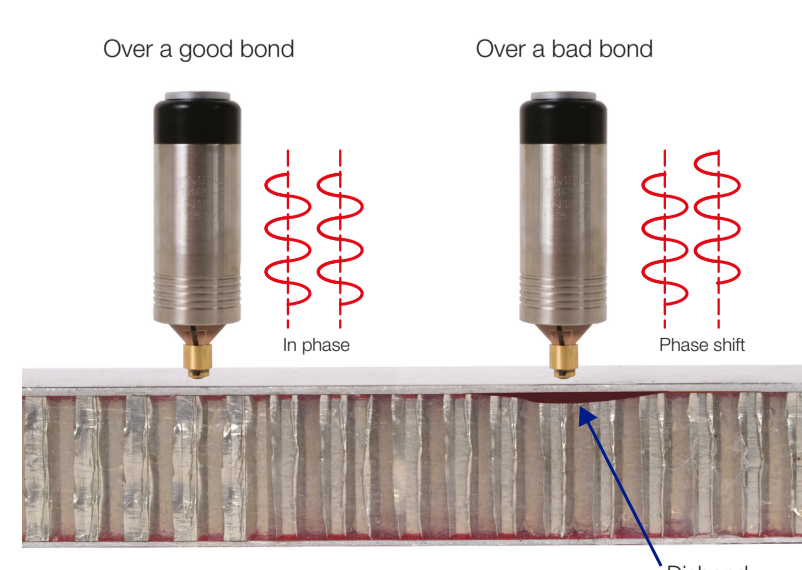
Il metodo a scansione della modalità trasmissione-ricezione utilizza delle frequenze da 5 kHz a 100 kHz per attivare l'elemento trasmittente. L'energia è trasmessa in modalità di onda piatta attraverso la componente da ispezionare tra le due estremità della sonda. Vengono rilevati i segnali di ritorno e una schermata fase-ampiezza viene usata per mostrare l'effetto di punti di scarsa e ottimale adesione nel percorso sonoro. La frequenza di scansione produce uno schema circolare con alcuni circuiti di risonanza di entità limitata, ideale per una parte interna affusolata in alluminio.



Modalità MIA

Il metodo di ispezione MIA (analisi dell'impedenza meccanica) impiega una sonda a doppio elemento con terminale singolo. Un elemento trasmittente genera delle onde sonore udibili mentre un elemento ricevente rileva gli effetti sulla carica della sonda delle variazioni di adesione nella componente da ispezionare. Durante la configurazione, la frequenza di trasmissione si estende da 2 kHz a 50 kHz per stabilire la frequenza di ispezione ottimale. L'ispezione viene quindi eseguita a una frequenza costante. Questo metodo non richiede l'uso di accoppiante e presuppone un'area di contatto di ridotte dimensioni. È adatto per delle superfici curve o irregolari. Risulta ottimale in punti con perdita di adesione, parti interne schiacciate e difetti presenti all'interno delle strutture in materiale composito. Questo metodo è applicabile per le scansioni meccaniche o continue applicando un caricamento a molla o una pressione costante sul terminale della sonda.

Il caricamento dell'elemento ricevente nella parte inferiore della sonda viene influenzata dalla rigidità della componente da ispezionare, variando da alta (materiale integro) a bassa (materiale con perdita di adesione). Il modello a molla, sviluppato da P. Cawley, descrive l'impedenza misurata nella parte superiore della molla (rigidità della molla). In altri termini la rigidità della molla al di sopra di un punto con perdita di adesione è data dalla differenza tra la rigidità di contatto e la rigidità del difetto. In un materiale composito privo di difetti la rigidità della molla è uguale alla rigidità di contatto. Visto che le misure vengono eseguite confrontando la rigidità, i risultati sono migliori su strutture rigide in quanto i materiali compositi flessibili presentano una minore variazione passando da materiali integri a materiali con perdita di adesione. La rigidità del difetto dipende dalla dimensione e lo spessore del punto con perdita di adesione. Visto che l'impedenza varia con la frequenza, la frequenza ottimale di ispezione è fondamentale per ottenere dei risultati ideali.



Modalità di risonanza

La sonda di contatto a ultrasuoni viene portata alla propria frequenza di risonanza e posizionata sulla componente da ispezionare con dell'accoppiante.

Le modifiche dell'impedenza elettrica nel sensore vengono analizzate per rilevare i punti con perdita di adesione. Questo metodo è ottimale per numerosi materiali che presentano difetti da delaminazione e perdite di adesione. In molti casi la profondità della perdita di adesione è correlata alla rotazione della fase del segnale. Questo tipo di ispezione richiede dell'accoppiante liquido e delle sonde speciali, i quali possono limitarne o complicarne l'applicazione.

Il metodo di risonanza impiega delle speciali sonde di contatto a ultrasuoni a larghezza di banda stretta. Questo metodo si basa sulla variazione dell'impedenza della sonda a ultrasuoni a elevato Q con intensa risonanza quando viene accoppiata acusticamente a un materiale. L'impedenza elettrica della sonda è influenzata dall'impedenza acustica della componente da ispezionare. Inoltre l'impedenza acustica in uno specifico materiale composito è alterata da una perdita di adesione.

