

# Generazione laser di ultrasuoni a scopo di diagnostica di pezzi meccanici

**Candidato:** Vittoria Burzi                      vittoria.burzi@stud.unifi.it

**Relatore:** Lorenzo Fini                              lorenzo.fini@unifi.it

L'idea per questo lavoro prende forma da un progetto volto al monitoraggio delle condizioni degli assili ferroviari svolto dall'Università degli Studi di Firenze. L'assile consiste in un elemento di acciaio a diametro variabile su cui vengono montate due ruote ferroviarie, una per lato, insieme alle quali costituisce la cosiddetta sala montata. Poiché questa è soggetta a sfaldature che ne compromettono l'integrità, viene periodicamente controllata attraverso dei metodi di diagnostica ad ultrasuoni che prevedono l'utilizzo di trasduttori piezoelettrici a contatto. L'obiettivo è quello di sviluppare una tecnica che sia altrettanto efficace ma che si basi su eccitazioni e rilevazioni degli ultrasuoni a distanza, usando un impulso laser per generare le onde acustiche.

È stata quindi necessario conoscere in maniera più completa la propagazione delle onde acustiche dal punto di vista teorico, partendo dalla teoria dell'elasticità fino a distinguere fra i determinati tipi di onde di pressione: si è perciò analizzato dal punto di vista tensoriale come variano le distanze fra i punti che identificano un mezzo solido qualora sia in atto una deformazione e come il materiale reagisce a tale modificazione. Successivamente, in maniera analoga all'ottica, si è analizzato il comportamento e le proprietà delle onde acustiche arrivando a ricavare l'equazione delle onde di pressione, indispensabili per capire come queste si propagano in un mezzo solido. Si è dunque arrivati a distinguere fra i vari tipi di onde di pressione, analizzando in particolare le onde di superficie: queste, denominate onde di Rayleigh, si propagano esclusivamente sulla superficie di separazione fra due mezzi e sono le più indicate per individuare eventuali imperfezioni o rotture sulla superficie dell'oggetto.

Si è infine provveduto a misurare sperimentalmente la velocità delle onde di superficie su questo mezzo, per varie situazioni: conoscere infatti il valore di tale velocità è indispensabile per confrontare i dati relativi a un assile ferroviario in buone condizioni con uno che invece presenta dei difetti ed è quindi necessario sostituire. Le misure effettuate sono volte a determinare, con precisione crescente, il valore della velocità delle onde di Rayleigh sui campioni, variando la posizione del punto di eccitazione rispetto alla sonda che riceve il segnale e analizzando il ritardo fra i segnali, letti su un oscilloscopio. Si è inoltre cercato di misurare la velocità di propagazione delle onde longitudinali e si è cercato di dare una stima della dipendenza dell'ampiezza dell'oscillazione dall'energia dell'impulso del laser. Conoscere queste caratteristiche rappresenta un buon punto di partenza per sviluppare una tecnica che consenta di effettuare controlli non distruttivi efficaci alla diagnostica di questi componenti meccanici.

Si è infatti verificato che mediante l'eccitazione laser di parti meccaniche composte di acciaio è possibile generare efficientemente onde acustiche adatte a scopi diagnostici. Dalla misura della velocità è stato verificato la generazione di onde di Rayleigh nel campo delle frequenze di 1 MHz adatte alla rivelazione di difetti superficiali dell'ordine di 1 mm, e di onde longitudinali che si propagano attraverso tutto lo spessore.

Si può quindi concludere che è effettivamente possibile generare ultrasuoni con tale metodo di eccitazione "non a contatto" e che questo può sostituire in tutto e per tutto la generazione mediante trasduttori piezoelettrici applicati alla superficie.