



AIPnD

Il Giornale delle PnD-MD è pubblicato trimestralmente dall'Associazione Italiana Prove non Distruttive Monitoraggio Diagnostica

**abbonamento annuale**  
€ 36,15 - Estero € 51,65  
Un numero separato € 9,00

Per gli associati, la quota associativa è comprensiva dell'abbonamento alla Rivista

Direttore Onorario  
**Maria Teresa Bazzani**

Direttore responsabile  
**Giuseppe Nardoni**

Direzione • Redazione • Pubblicità  
**Associazione Italiana Prove non Distruttive Monitoraggio Diagnostica**  
via A. Foresti, 5 - 25127 Brescia  
tel. 030 3739173 - fax 030 3739176  
e-mail: [aipnd@aipnd.it](mailto:aipnd@aipnd.it)  
home page: <http://www.aipnd.it>

*Hanno collaborato a questo numero:*

G. Nardoni, M. Papponetti, E. Tuberosa,  
M. Lanzani, R. Invernici, S. Rusca, I. Limardo,  
R. Russo, AIM, C. Cappabianca, M. Pomo,  
A. Canova, G. Magugliani, B. Paladino, G. Parma,  
E. Tonello, M. Moscatti, D. Rossi, B. Vusini,  
A. Cernigoi, B. Susic, CICPND SERVIZI Srl,  
M.F. Bianchi, I.T.Ex Srl,  
QUALITY CONTROL Srl,  
SMART NDT Srl, M. Corsini.

Fotografie di E. Tuberosa

#### La collaborazione è aperta a tutti

L'AIPnD non è responsabile per le opinioni espresse nel Giornale, fatta eccezione degli articoli o lettere che ufficialmente rappresentano il Consiglio Direttivo o altro organo dell'Associazione

Autorizz. Tribunale di Brescia n. 16/79 del 3.12.79

Iscrizione al ROC (Registro degli Operatori di Comunicazione) con il numero 3455

ISSN 1721-7075

Tipografia: Grafiche Artigianelli  
Via Ferri, 73 - Brescia

Fine stampa Dicembre 2016

Poste Italiane SpA

Spedizione in abbonamento postale D.L. 353/2003  
(conv. L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1,  
DCB Brescia



RIVISTA ASSOCIATA

La raccolta dei dati personali dei destinatari della Rivista, è effettuata nel rispetto delle vigenti leggi sulla privacy (L. 196/03) ed è finalizzata all'invio della pubblicazione e ad eventuali comunicazioni ad essa correlate

# 76 GIORNALE delle PROVE NON DISTRUTTIVE MONITORAGGIO DIAGNOSTICA

Organo ufficiale dell'AIPnD

anno XXXVII, N. 4 - Dicembre 2016

## ■ VITA ASSOCIATIVA

Editoriale	18
Messaggio del Presidente	19
Verbale Assemblea Ordinaria dei Soci AIPnD, 21 Ottobre 2016 - Rovereto (TN)	20
Reportage Convegno "Diagnostica e prove non Distruttive" in collaborazione con IIS, 13 Ottobre 2016 - Genova	24
Primo annuncio Corso Metallurgia per non Metallurgisti con il patrocinio di AIPnD	27
Reportage partecipazione a Fiera BLMU, 04/08 Ottobre 2016 - Milano	27
Reportage partecipazione a GIC Giornate Italiane del Calcestruzzo 2016, 10/12 Novembre 2016 - Piacenza	28
Reportage Corso di formazione e preparazione per l'esame di Livello 3 ISO 9712, 07/08 Novembre 2016 - Brescia	29
Abbonamento 2017	29
Reportage Convegno FUNI 2016, 21 Ottobre 2016 - Rovereto (TN)	30
Reportage Convegno RADIAZIONI 2016, 22 Novembre 2016 - Milano	32
Tariffario Inserzioni 2017 - Rinnovo Quota Associativa 2017	38
Programma attività	39
Corso III livello Brescia - Febbraio/Marzo 2017	40
Convegno AUTOMOTIVE 2017, Ducati Motor Holding Borgo Panigale, Bologna	41
Giornata di Studio ACCIAI INOSSIDABILI in collaborazione con AIM, 11 Maggio 2017 - Bologna	42
17° Conferenza Nazionale AIPnD, Biennale PnD-MD Esposizione, 25/27 Ottobre 2017 - Milano	43
ESSC & DUPLEX 2017, 25/27 Maggio 2017 - Bergamo (con il patrocinio di AIPnD)	44
Art17 International Conference, 22/24 Novembre 2017 - Torino	45

## ■ ARTICOLI e NOTE TECNICHE

Controllo integrato di materiali compositi: dagli NDT tradizionali alla tomografia <i>M. Moscatti - TEC Control Srl, Campogalliano (MO)</i>	49
Il controllo magnetoidinduttivo nel settore ascensoristico: esperienze pratiche del metodo <i>Ing. Daniel Rossi, Ing. Bruno Vusini - AMC Instruments, Torino</i>	53
Analisi del contenuto in frequenza del rumore di base di una fune: un approccio innovativo <i>A. Cernigoi, B. Susic - Università di Trieste</i>	59
Pagine poster	64

## ■ RUBRICHE

PnD Corsi	67
Certificazione PnD: fonte CICPND	79
Rubrica Aerospaziale	85
Profilo di un Socio Ente: I.T.Ex Srl	94
GuidaPnD 2017	95
PnD Manifestazioni	96
Le Aziende informano	97
La Bancarella AIPnD	98
I Soci Ente AIPnD	100
Cercasi	102
Moduli Associativi AIPnD	103

# Analisi del contenuto in frequenza del rumore di base di una fune: un approccio innovativo

Autori: A. Cernigoi B.Sosic

## Abstract :

Il sistema magneto induttivo di controllo di una fune ha fino a qualche anno fa prodotto un grafico su carta la cui analisi era ed è affidata a personale esperto. Con l'avvento dei sistemi di acquisizione digitale si è stati in grado di disporre di un tracciato dati suscettibile di essere analizzato a posteriori.

Partendo dall'analisi di alcuni campioni significativi l'articolo fissa i vincoli necessari sul sistema di campionamento affinché questo sia possibile e propone l'analisi di questo contenuto tramite tecniche discrete, presentando un approccio innovativo per la determinazione delle caratteristiche del segnale della fune con una prima analisi dello stato di salute della fune.

## 1. Introduzione: Il controllo magneto induttivo delle funi

Le funi, dal momento in cui vengono installate e per tutta la durata del servizio, sono sottoposte a continui controlli al fine di garantirne la sicurezza del trasporto e per prevenirne il degrado. I controlli che normalmente applicati sono i seguenti:

- Controllo visivo (VT) e dimensionale: il controllo a vista è eseguito da personale competente, non necessariamente abilitato. Il controllo dimensionale prevede misurazioni del diametro, del passo di cordatura, dell'ondulazione. Nel caso la fune presenti una o più impalmature accurati controlli devono essere effettuati in corrispondenza dei nodi e degli accecamenti dei codini. Allo stesso modo vanno scrupolosamente ispezionati gli attacchi di estremità; questi ultimi infatti non sono generalmente ispezionabili con i tradizionali metodi di controllo non distruttivo.

- Metodo radiografico (RT). Il controllo mediante apparecchi radiografici può essere eseguito per determinare le condizioni locali di una fune in una zona dove il controllo magnetoinduttivo non è realizzabile o l'esito è inaffidabile oppure precisare, se necessario, i risultati del controllo magnetoinduttivo.

- Metodo magnetoinduttivo (MRT): il controllo MRT si basa sulle proprietà magnetiche delle funi. Per mezzo di adeguati sistemi viene creato un campo magnetico stazionario che interessa un breve tratto di fune, dei sensori opportunamente disposti attorno alla fune rilevano le distorsioni del campo magnetico inviando segnali ad un sistema di registrazione in grado di elaborarli e visualizzarli.

La tecnica di rivelazione tramite bobina si basa sulla legge di Lenz, ossia sulla variazione del flusso concatenato con la bobina nell'unità di tempo, e quindi dalla velocità relativa tra detector e fune, determinando così un segnale elettrico in tensione.

## 2. Il caso delle funi flessibili: formazione, caratteristiche, passo del filo e trefolo

Le funi a trefoli sono funi composte da uno o più strati di trefoli avvolti ad elica attorno ad un'anima di fibre o metallica. L'anima serve di supporto ai trefoli e nel caso che essa sia metallica contribuisce in maniera significativa alla resistenza a trazione della fune. Le funi comunemente impiegate in campo funiviario ed

ascensoristico sono costituite in genere da 6 trefoli avvolti ad elica attorno ad un'anima costituita da fibre sintetiche cordate. Le funi vengono classificate in base alla formazione, ovvero la disposizione dei fili nei trefoli e dei trefoli nella fune. Indipendentemente dalla formazione possono essere definite le seguenti grandezze caratterizzanti ogni fune: diametro nominale, sezione metallica, passo di cordatura e passo di trefolatura. Per passo di cordatura si intende il passo dell'elica secondo il quale il trefolo è avvolto nella fune, ossia la lunghezza necessaria, misurata in linea retta, affinché il trefolo compia un giro completo attorno all'anima (Figura 1).<sup>2</sup>

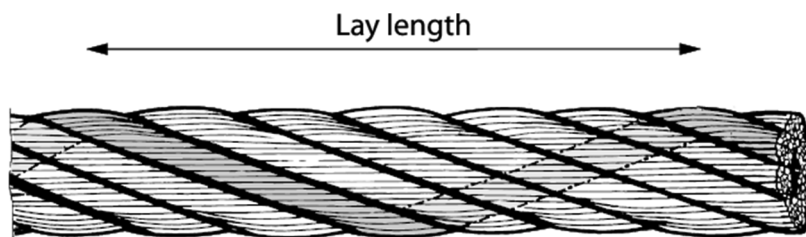


Figura 1: passo di cordatura

Per passo di trefolatura si intende il passo dell'elica secondo la quale il filo è avvolto nel trefolo ed è uguale da 8 a 12 volte il diametro del trefolo (Figura 3).

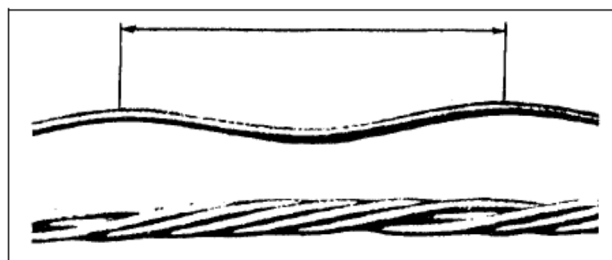


Figura 2: passo di trefolatura

### 3. Vita utile delle funi e difetti

Una recente normativa (D 18/05/2019 n.144) ha abolito la durata predefinita che doveva essere osservato per alcune tipologie di fune impiegate in impianti di trasporto in servizio pubblico; in definitiva ora le funi possono rimanere in servizio per un tempo indefinito<sup>1</sup> in tutti gli ambiti di impiego (funiviario, ascensoristico, sollevamento, ecc.), purché naturalmente vengano rispettati i requisiti previsti dalle normative specifiche.

L'esperienza insegna che il numero ed entità dei difetti delle funi non seguono un andamento lineare con il tempo e tendono ad intensificarsi nel periodo finale della vita della fune; una procedura mirata di ispezione permette così di cogliere questa tendenza permettendo così di pianificare per tempo la sostituzione della fune con evidenti benefici in termini di sicurezza e contenimento dei costi.

I difetti delle funi possono essere così suddivisi:

- Difetti di origine delle funi: difetti dovuti alla cordatura (difetti di fabbrica), interruzione di fili in fase di trefolatura, saldature di fili mal eseguite, fili non equamente tensionati, spaziatura tra fili eccessiva o eccessivamente chiusa, carenza di lubrificazione per inconvenienti o interruzioni di alimentazione del grasso in fase di cordatura, errori di passo per errata regolazione della macchina cordatrice.

<sup>1</sup> ad eccezione delle funi tenditrici degli impianti in servizio pubblico

<sup>2</sup> Nelle funi chiuse il passo di cordatura è quello del filo sagomato dello strato esterno.

- Difetti di montaggio della fune: torsioni dovute ad un errato svolgimento della fune dalla bobina, asole, induzione di torsioni specie quando la nuova fune viene messa in opera utilizzando la vecchia, danneggiamenti localizzati dovuti a schiacciamenti, morsetti eccessivamente serrati e/o non di misura, scorrimento di morsetti.
- Difetti di esercizio. Difetti riscontrabili nelle funi, sia interni che esterni, dovuti alle seguenti azioni: usura (a contatto con pulegge, non guarnite o usurate, o interna per sfregamento tra i fili), corrosione per agenti esterni, o interna per fretting corrosion, fatica per azioni meccaniche, o combinata a fenomeni di tensocorrosione), azioni accidentali di tipo meccanico quali scarruolamenti e scorrimento di morsetti su funivie, perdita improvvisa del carico negli apparecchi di sollevamento.
- Danni da fulminazione: la fune potrebbe venir danneggiata per surriscaldamento a seguito di scariche elettriche di natura atmosferica. Il danno può consistere in: intaccature dei fili, perlature (riporto di materiale proveniente dai fili fusi o semifusi) e rottura per totale fusione dei fili.
- Deformazione della fune: si definisce “deformazione della fune” una distorsione visibile della fune rispetto alla sua normale formazione. Le differenti deformazioni si traducono in generale in un rilassamento delle strutture della fune, almeno in prossimità delle parti deformate e producono di conseguenza, una inuguale ripartizione degli sforzi. In base al loro aspetto, si distinguono diversi tipi di deformazioni, per i dettagli del caso si rimanda alla Norma UNI ISO 4309.

#### 4. Cause del rumore di fondo sull'analisi MIT di una fune

Una fune a fili metallici produce in assenza di difetti, quando analizzata con un detector magneto induttivo, un suo segnale caratteristico. Tale segnale dipende evidentemente dalla struttura costruttiva della fune. Oltre al segnale di origine magnetica, il sistema di captazione potrà inoltre risultare sensibile a vibrazioni meccaniche casuali originate dall'impianto, dal sistema di fissaggio dello strumento o da oscillazioni dello stesso sempre presenti, in direzione verticale e orizzontale.

Di conseguenza, anche in assenza di indicazioni di rottura la traccia conterrà componenti casuali, derivate ad esempio da giochi meccanici o imperfezioni locali, e componenti periodiche, derivanti da vibrazioni e dalle caratteristiche meccaniche e magnetiche della fune.

Scopo della presente trattazione è quindi:

- analizzare il segnale magneto induttivo di un sensore reale su funi reali;
- verificare la congruenza del sistema di acquisizione;
- isolare le componenti significative;
- correlare le componenti di segnale alle caratteristiche della fune;
- proporre delle applicazioni pratiche.

#### 5. Funzionamento del metodo: richiami di analisi in frequenza di un segnale campionato nel tempo

Consideriamo una sequenza discreta composta da N valori, ottenuti dal campionamento di periodo T di un segnale analogico a banda limitata. Per un noto teorema della teoria dei segnali il contenuto in frequenza massimo (tale cioè da permettere una ricostruzione esatta del segnale di partenza) è  $f_{\max} = 1/2T$ .

L'analisi di un segnale analogico a tempo discreto e banda finita viene usualmente eseguito tramite la trasformata discreta di Fourier, ovvero una sequenza di N campioni equidistanti nel campo della frequenza. Si dimostra che la sequenza è ridondante nel senso che presenta caratteristiche di simmetria rispetto al campione centrale.

In sostanza, da una sequenza di  $N$  elementi campionati nel tempo a periodo  $T$ , si ottiene una sequenza di  $N/2$  campioni di ampiezza campionati in frequenza, equidistanti di  $1/(NT)$  in frequenza, che contengono le informazioni della sequenza di partenza.

#### 6. Funzionamento del metodo: analisi in frequenza di un segnale campionato nello spazio

Applichiamo questi concetti al campionamento equidistante nel campo della lunghezza. Per chiarezza, indicheremo con  $D$  la distanza di acquisizione, lunghezza corrispondente ad un impulso di encoder, usualmente dell'ordine dei decimi di millimetro.

Con i ragionamenti prima visti possiamo quindi dare il valore  $2D$  come legato alla minima dimensione del difetto (o meglio dell'inizio difetto) rilevabile dal sistema apparato Magneto induttivo (di seguito MIT) /encoder/registratore.

Nello stesso modo, imposta una dimensione del difetto  $L$  e una velocità  $V$  di scorrimento della fune, si ottiene la frequenza minima del sistema di campionamento.

$$f_{min} = 2 v/L$$

#### 7. Schema di massima del sistema di acquisizione

Il sistema deve essere in grado di acquisire dei campioni di tensione proporzionali al flusso disperso, generati dalla testa di prova, in maniera strettamente sincrona al movimento della fune.

Lo schema a blocchi del sistema proposto, di seguito illustrato, è consono alla normale attrezzatura per l'analisi magneto induttiva della fune.

Sistema encoder. Produce impulsi sincroni al movimento della fune, in entrambe le direzioni, un indicatore di direzione, una misura di velocità relativa.

- a. Digitalizzatore sincrono: campiona segnali analogici in modo sincrono al segnale di encoder. Visto il livello normalmente basso dei segnali in ingresso, è necessario una precisione di conversione di almeno 12 bit su sistema differenziale.
- b. Sistema di archiviazione.
- c. Sistema di visualizzazione e analisi in post processing.

I punti c) e d) possono essere svolti da un personal computer. In definitiva, il sistema permette di ottenere una rappresentazione fedele del tracciato MIT della fune e di sperimentare dei sistemi di miglioramento della informazione ottenuta.

#### 8. Verifica del funzionamento del metodo su un segnale artificiale

Consideriamo una sequenza discreta di  $N$  valori, ottenuti dal campionamento di periodo  $D$  nello spazio del segnale generato dalla fune.

Il segnale ottenuto può essere trasformato ottenendo una sequenza di  $N/2$  campioni che contengono i valori delle componenti in cadenza comprese tra 0 e  $1/(2D)$  [1/m].

Il diagramma può essere vantaggiosamente rappresentato sostituendo all'ascissa  $S$  il reciproco: otteniamo una rappresentazione che evidenzia le lunghezze delle componenti fondamentali.

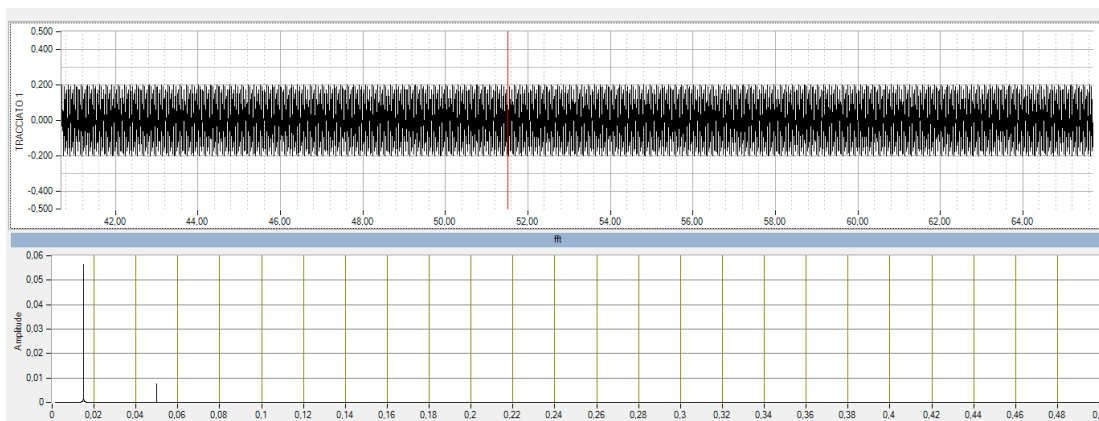


Figura 3: segnale artificiale trasformata

Il funzionamento del sistema può essere più chiaro tramite un esempio su segnale artificiale (Figura 3) composto da segnali di lunghezza d'onda 15 mm e 50 mm. La trasformata evidenzia chiaramente i due picchi alle due lunghezze.

## 9. Applicazione a fune in opera

Il sistema è stato a questo punto applicato al rumore di fondo di una fune a trefoli le cui caratteristiche salienti sono le seguenti.

Diametro nominale: 34 mm  
 Tipo/formazione: WS 6 x 31 6x(12+6/6+6+1) +PPC  
 Passo del trefolo: 240 mm;  
 passo del filo: 88.7 mm.

Il diagramma della trasformata presenta una serie di picchi e non uno spettro continuo e indistinto, segno della presenza di componenti ripetitive. In particolare si presenta un picco evidente attorno a evidente a circa 240 mm (passo del trefolo) e a sottomultipli. *Il diagramma della trasformata si mantiene costante per tutta la lunghezza della fune e quindi eventuali trasformazioni posso essere ben applicate a tutto il tracciato.*

Fanno eccezione le zone alterate di impalmatura (zona di unione dei capi) che per il momento esulano dagli scopi di questa trattazione.

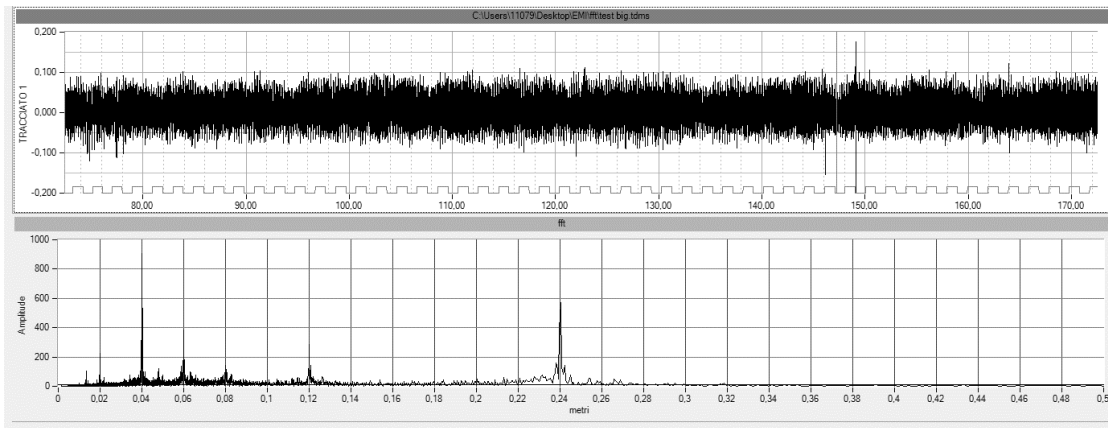


Figura 4: componenti fondamentali espresse in lunghezza d'onda. Immagine ottenuta da software di analisi sviluppato dagli Autori. Fune a 6 trefoli di diametro 34 mm e passo 240 mm.

L'applicazione del metodo alle funi flessibili per trasporto persone sotto sorveglianza del laboratorio ha dato risultati del tutto comparabili tanto da poter considerare il tipo di tracciato caratteristico di tale tipo di fune.

Di seguito, al punto *Stima puntuale di parametri della fune*, si presentano in maniera sintetica i risultati della stima puntuale del passo di cordatura su una serie di funi e il confronto dei risultati su più annualità.

Al punto *Applicazione di un filtro digitale in post processing* si affronta invece la possibilità di aumentare la leggibilità locale di un diagramma magneto induttivo riducendo o annullando le componenti periodiche non essenziali alla identificazione di un difetto.

#### 10. Applicazione di un filtro digitale in post processing: compressione del tracciato e automazione

Il sistema di acquisizione di un apparato MIT produce un documento che ha valore legale nel campo del trasporto pubblico persone e che quindi non deve essere in nessun modo alterabile. Per questo motivo il segnale prodotto deve generare un documento registrato in maniera fedele e senza l'interposizione di filtri.

Questo esclude l'uso di sistemi di filtro analogici (ovvero prima del campionatore) la cui presenza altera comunque il segnale visualizzato dell'apparato in maniera dipendente dalla velocità relativa fune /detector.

Esigenze diverse, tuttavia, possono richiedere l'uso di sistemi di **miglioramento della comprensibilità** in fase di post processing o di visualizzazione. Queste tecniche hanno un impiego storico nel campo delle telecomunicazioni.

Nota a questo punto la distribuzione delle componenti di rumore e le dimensioni tipiche del segnale di rottura, è possibile progettare dei filtri capaci di evidenziare una componente rispetto alle altre.

In questa trattazione si è applicato un filtro FIR (risposta all'impulso finita) che corrisponde a un metodo di calcolo semplicemente implementabile.

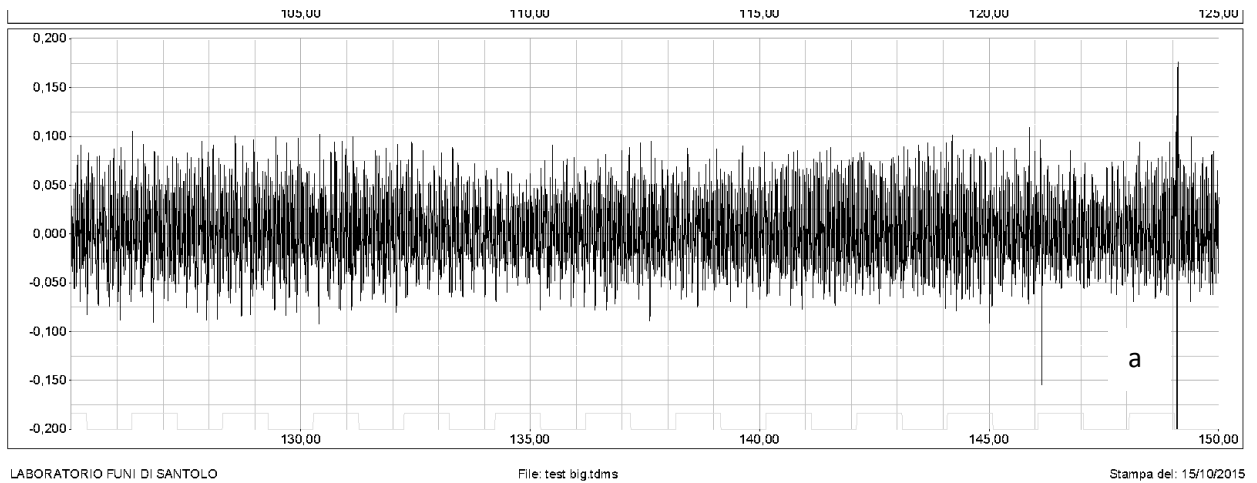


Figura 5: segnale di rottura su tracciato originale, rapporto  $S/inviluppo = 1$

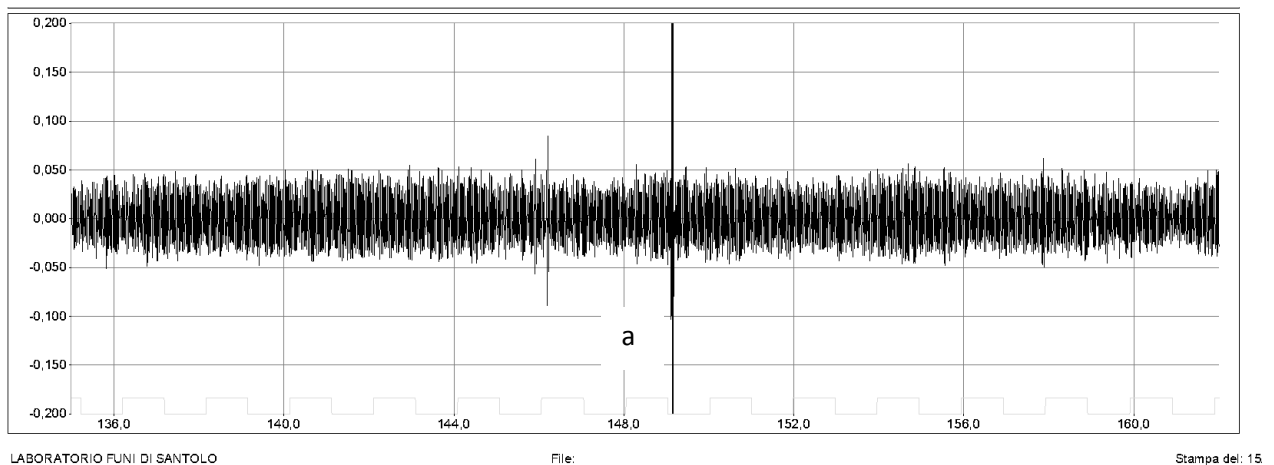


Figura 6: segnale di rottura su tracciato filtrato, rapporto  $S/inviluppo = 2$ .

Con l'operazione di filtraggio centrata sulla dimensione del segnale a) il segnale stesso si presenta in modo evidente raddoppiando il rapporto  $s/n$ . Il segnale b), meno evidente, conserva il rapporto  $s/n$ .

Le applicazioni di questi metodi, sommati ad una lettura continua della velocità di traslazione, possono essere anche la base per un sistema di allarme automatico: metodologie di questo tipo possono essere vantaggiosamente applicate a tutti quei casi in cui la sorveglianza continua di un elemento metallico può essere auspicabile o necessaria ma economicamente non realizzabile con operatore dedicato.

Tali sistemi già esistono ma sono in generale basate su un sistema di soglie, e quindi dipendenti dalla velocità di traslazione, e in generale non dispongono di un sistema di visualizzazione e ricerca del punto danneggiato.

Entrambe le problematiche possono essere semplicemente risolte con metodi di filtraggio ed equalizzazione del segnale.

## 11. Stima puntuale di parametri della fune

Un altro campo di applicazione del sistema descritto è la stima puntuale dei parametri geometrici della fune flessibile, quali il passo di cordatura. Una variazione di tale passo è notoriamente un indicatore



addizionale dello stato della fune ed in particolare della torsione in fase di installazione. Tale variazione non influenza la sezione utile della fune e non è quindi direttamente evidenziabile dai metodi magneto induttivi.

Un lavoro su questi argomenti è stato svolto su una fune a trefoli campione di laboratorio da *Ridge e Tytko*<sup>i</sup>.

Per verificare il corretto funzionamento del metodo, si è verificata la corrispondenza tra il valore dichiarato nel certificato della fune e quanto riportato nel certificato di collaudo per 18 funi flessibili di diametro tra 16 e 40 mm.

I risultati ottenuti sono di seguito esposti.

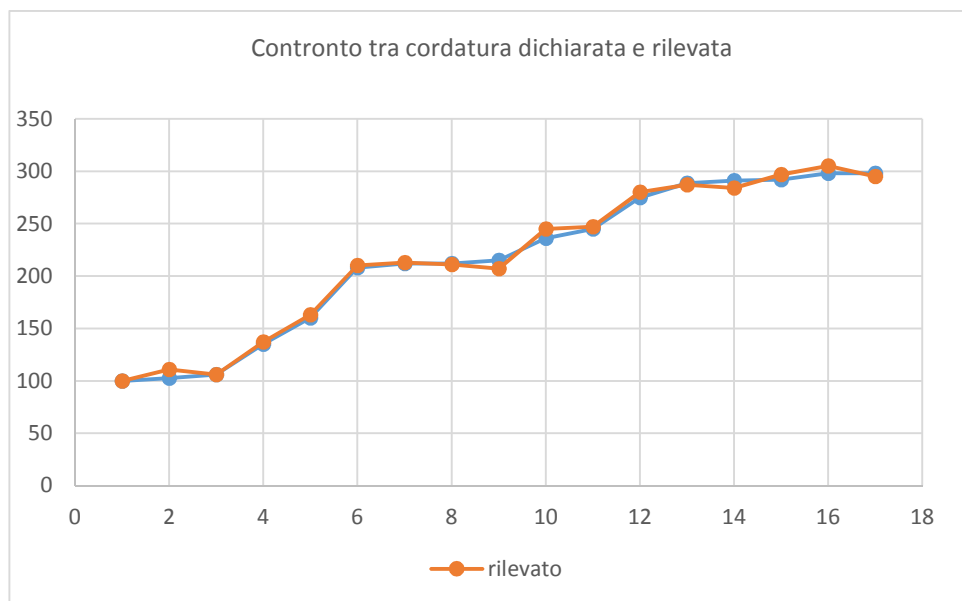


Figura 7: passo di cordatura, valore dichiarato e rilevato

Come già evidente in Figura 7, l'errore compiuto è del tutto accettabile e compreso, tranne per un caso, nel 3-4%.

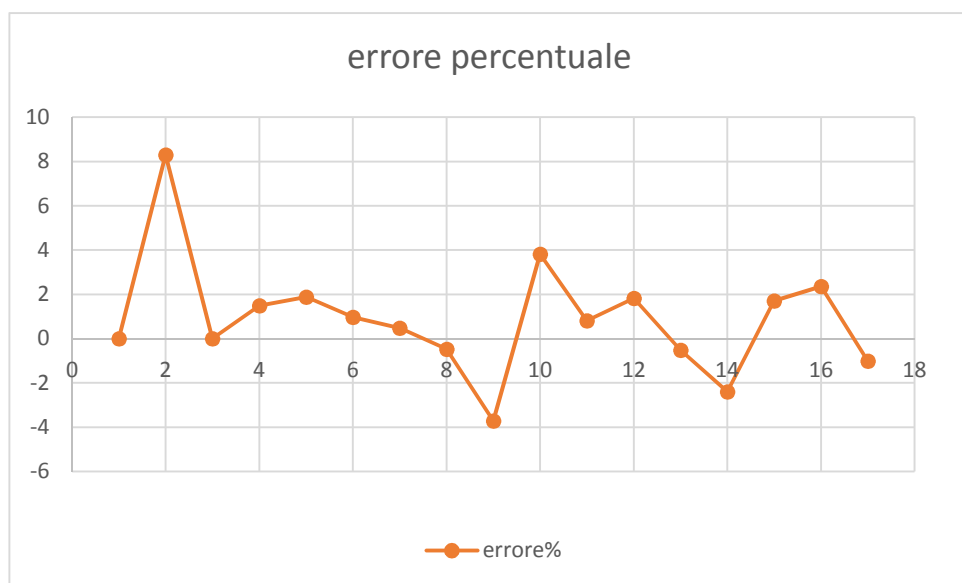
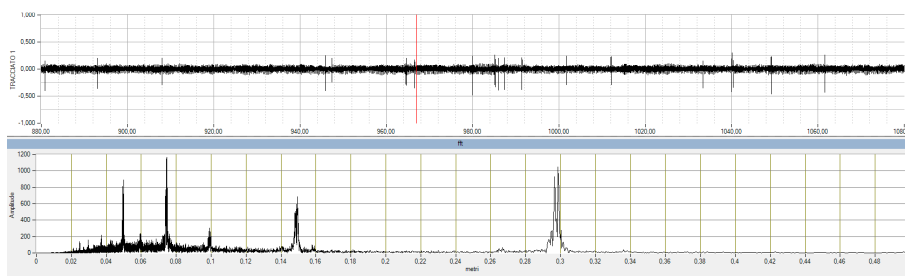


Figura 8: errore percentuale rispetto ai dati di targa

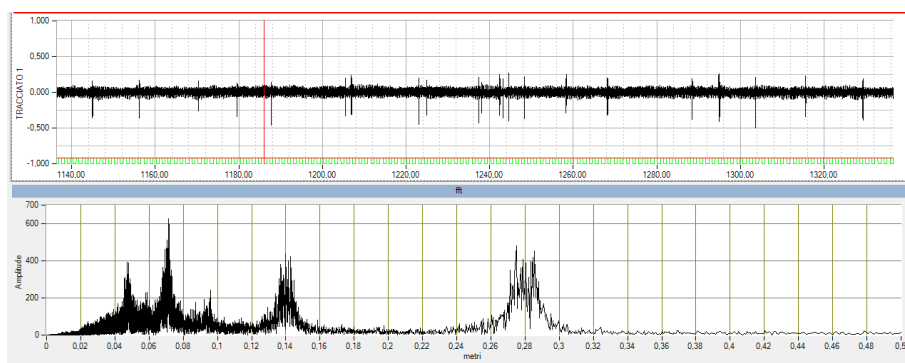
Tale stima può essere fatta in ogni punto della fune, permettendo di effettuare confronti tra diverse sezioni. Ancora interessante è stato verificare se il tracciato si mantiene costante al variare del tempo, disponendo di diagrammi registrati a cadenza annuale.

Di seguito si porta un esempio su fune in opera a fine vita utile. Si evidenzia come avvicinandosi alla fine vita utile della fune il segnale relativo al passo di trefolatura da ben evidente diventa disperso mentre si evidenziano numerose rotture sulla fune reale.



*FUNE "A" 2013 (1020 m da primo nodo)*

Evidente il picco in corrispondenza al passo di cordatura



*FUNE "A" 2014 (1020 m da primo nodo)*

Stesso punto della fune, aumento del rumore di fondo, variazione della posizione del picco.

La misura continua del passo può essere implementata all'interno del sistema e rappresenta quindi, opportunamente rodada, un parametro di attenzione a disposizione del tecnico controllore e in generale della direzione di esercizio dell'impianto.

## 12. Possibili miglioramenti del metodo e prossime sperimentazioni

Il sistema come presentato è stato sperimentato su detector standard per l'uso funiviario. Tali sistemi presentano dei sensori, usualmente bobine, di dimensione e costruzione ottimizzata sperimentalmente per la captazione di difetti locali su funi di diametro indicativamente compreso tra 14 e 100 mm. La sperimentazione futura prenderà quindi almeno direzioni:

- La sperimentazione su funi a destinazione diversa, come il settore ascensoristico, caratterizzato da piccoli diametri, o per trasporto cose, con aumento della casistica dei danneggiamenti;
- La costruzione di sensori specializzati per l'identificazione di altre caratteristiche geometriche locali della fune.

Conclusioni.

Il segnale magneto induttivo di una fune campionato digitalmente in maniera sincrona alla fune permette di eseguire un'analisi della fune volta a identificare dei parametri di attenzione supplementari rispetto alla presenza di rotture e evidenziabili in maniera automatica.

L'analisi sotto questi presupposti è indipendente dalla velocità del sistema in prova. La prima conseguenza di questo approccio è la possibilità di realizzare in maniera semplice dei filtri digitali per l'aumento della leggibilità del tracciato. Una ulteriore applicazione è l'automazione del processo di identificazione delle rotture.

Un'altra applicazione è la stima delle condizioni della fune tramite l'identificazione di parametri meccanici della fune. In prima fase ci si è concentrati sulla stima del passo di trefolatura. Ulteriori applicazioni, fatta salva la sensibilità del detector, potrebbero essere la stima di ulteriori parametri meccanici nonché la presenza di corrosioni o abrasioni locali, su cui ci si concentrerà nel proseguo. Per un'analisi corretta è importante disporre di una serie di misure eseguite sulla stessa fune e possibilmente con lo stesso sistema.

---

<sup>i</sup> " Use of Magnetic NDT to determine the lay length of a stranded wire rope", M.L. Ridge and A.A. Tytko, Giornale delle prove non distruttive 1/2002.