

“Nuove tecnologie per l’analisi non intrusiva dei manufatti”

Programma di ricerca

Ingegnerizzazione di prototipi e strumentazione per la diagnostica su manufatti monumentali in materiale lapideo

SIND

Sviluppo del sistema

Renzo Bozzi, Massimo Chimenti, Enrico Fantini

Istituto di Scienza e Tecnologie dell’Informazione “Alessandro Faedo”
Rapporto tecnico febbraio 2010

Sommario

La componente software del SIND (Sistema per Ispezioni Non Distruttive), sviluppato nell’ambito del Progetto Strategico SP1a del CNR è stata dotata di nuovi applicativi per il trattamento dei dati ottenuti con l’ispezione automatica di materiali mediante onde ultrasonore.

Il lavoro descrive gli aspetti funzionali di moduli per l’acquisizione e l’analisi di segnali e per la rappresentazione di dati grezzi e risultati dell’elaborazione.

I programmi realizzati possono essere impiegati per applicazioni di studio o di controllo.

Abstract

The software component of the SIND system (System for Non-destructive Inspections), developed in the participation to the CNR Strategic Project SP1a, has been provided with new programs for the automatic processing of data obtained by material inspections with ultrasonic waves.

The report describes the functionality of the developed modules oriented to signal acquisition and analysis and to the visualization of raw data and processing results.

The developed programs can be used in study or control applications.

Indice

| | |
|---|----|
| “Nuove tecnologie per l’analisi non intrusiva dei manufatti” | 1 |
| Introduzione..... | 3 |
| Componente Hardware..... | 4 |
| Caratteristiche del sistema xy | 4 |
| Pilotaggio del sistema | 4 |
| Processo di acquisizione..... | 6 |
| Periferica US..... | 8 |
| Componente Software | 10 |
| Acquisizione con salvataggio di dati grezzi..... | 12 |
| A-scan..... | 14 |
| B-scan | 15 |
| C-scan..... | 16 |
| Statistica | 17 |
| Acquisizione senza salvataggio di dati grezzi | 17 |
| Descrizione funzionale degli applicativi..... | 18 |
| Acq1dg: Modulo di Acquisizione con salvataggio di file contenenti i dati grezzi.. | 19 |
| Parametri di sessione | 20 |
| Parametri di misura | 20 |
| Avanzamento scansione..... | 20 |
| Ana1dg: Modulo di Analisi di file contenenti dati grezzi..... | 21 |
| Vis1dg: Modulo di Visualizzazione di file contenenti dati grezzi | 22 |
| Pro1dg: Procedura di trattamento di file contenenti dati grezzi..... | 23 |
| Acq2pm: Modulo di Acquisizione ed Analisi di file con parametri di misura | 24 |
| Vis2pm: Modulo di Visualizzazione di file contenenti parametri di misura | 26 |
| Pro2pm: Procedura di trattamento di file contenenti parametri di misura..... | 27 |
| Struttura file dati | 28 |
| Riferimenti..... | 29 |

Introduzione

Nella prima fase di sviluppo il sistema per indagini non distruttive SIND [1]) era utilizzabile per ispezioni non distruttive e non invasive di tipo puntuale, tramite lo spostamento manuale di trasduttori per onde ultrasonore, campi elettrici o campi elettromagnetici sui manufatti od i materiali da esaminare.

Questo tipo d'ispezione consente di caratterizzare l'oggetto in esame solo in maniera abbastanza discreta, in corrispondenza dei punti di misura: se l'oggetto è uniforme è sufficiente un numero contenuto di misure, se invece l'oggetto ha una struttura complessa è necessario un numero di misure elevato.

Nella successiva fase di sviluppo il SIND è stato quindi corredato di strumenti utilizzabili per procedure d'ispezione basate su un'acquisizione di dati di tipo raster: i trasduttori sono cioè traslati in modo automatico sul manufatto da esaminare e si ottengono i dati di misura in corrispondenza dei nodi di un reticolo predeterminato dall'utente. In questo modo, l'oggetto in esame è caratterizzabile in maniera pressoché continua e si possono quindi ricavare mappe che ne definiscono la struttura superficiale, prossimale o interna, a seconda della tecnica d'ispezione impiegata.

L'espansione del SIND è stata agevole grazie all'architettura modulare del sistema.

Per quanto riguarda le nuove componenti hardware, si è fatto uso di un sistema elettromeccanico a due assi, realizzato durante precedenti attività di ricerca, che rende possibile l'ispezione automatica di campioni con facce piane.

Per quanto riguarda le nuove componenti software, sono stati realizzati dei moduli che provvedono rispettivamente all'acquisizione, all'elaborazione ed alla restituzione di dati, nonché a procedure che consentono di eseguire in una singola sessione le varie fasi di trattamento dei dati: le componenti sono state inserite agevolmente nel SIND grazie alla struttura del gestore GESPRO.

Le ispezioni basate sull'impiego di onde ultrasonore o elettromagnetiche producono circa 10^3 byte di dati per ciascuna coordinata di acquisizione e aumentando l'area di esplorazione di un campione si può ottenere una considerevole quantità di dati: si è quindi deciso di sviluppare due modi di trattamento dei dati. Nel primo modo, seguendo l'impostazione originaria del progetto, si salvano i dati grezzi ricavati con l'acquisizione, rendendoli quindi disponibili oltre che per i moduli di analisi attualmente esistenti, anche per eventuali moduli futuri; nel secondo modo, invece, per ogni acquisizione si esegue l'elaborazione dei dati e si provvede alla memorizzazione dei risultati, che sono dell'ordine di 10^1 byte per ogni punto di misura. Con questa impostazione il SIND offre due modi di utilizzo: l'archiviazione di dati grezzi è utile in applicazioni di studio, quando si vogliono sviluppare nuovi modi di elaborazione e confrontare i risultati ottenuti sugli stessi dati; l'archiviazione dei risultati è utile in applicazioni di controllo, quando il criterio di elaborazione è ritenuto adatto ed è sufficiente l'archiviazione delle mappe dei risultati.

Componente Hardware

La nuova componente hardware del SIND è costituita da un sistema a controllo numerico a due assi, realizzato per precedenti attività di ricerca all'ISTI.

Il sistema è costituito da un cassetto contenente l'elettronica di comando elettronico, una struttura di sostegno e due assi elettromeccanici ortogonali.

Il primo asse è fisso rispetto alla struttura di sostegno e comprende un cursore che viene traslato da una cinghia azionata da un motore: si assume che questo asse individui l'asse y del sistema di scansione.

Il secondo asse è montato sul cursore del primo e contiene a sua volta un motore, una cinghia di trasmissione ed un cursore: si assume che questo asse individui l'asse x del sistema di scansione.

Sul cursore del secondo asse si possono montare le sonde delle tre periferiche d'ispezione del SIND:

- periferica US, per l'ispezione con ultrasuoni
- periferica MW, per l'ispezione con campo elettromagnetico nella banda delle microonde
- periferica EF, per l'ispezione con campo elettrico a bassa frequenza.

Nel primo caso si ha una coppia di sonde a ultrasuoni, disposte alle facce opposte del campione in esame; nel secondo caso si ha un'antenna, posta in prossimità di una faccia del campione, nel terzo caso si ha un condensatore piano, posto anch'esso in prossimità di una faccia del campione.

Caratteristiche del sistema xy

Gli spostamenti del carrello sono determinati da due motori passo-passo SloSyn M040, con risoluzione angolare di 1.8° (200 passi/giro); mediante un opportuno riduttore e due pulegge si ottiene per ciascun asse un passo di spostamento lineare di 0.1 mm.

Ciascun asse ha una corsa di 200 mm, delimitata da una coppia di interruttori di fine corsa. Il reticolo di scansione copre dunque un'area di 200×200 mm, con la risoluzione massima di 0,1 mm: con questa condizione si possono avere 2000×2000 punti di misura.

La massima velocità di rotazione dei motori è di 400 passi/secondo: il tempo necessario per l'intera scansione di un asse è di 5 s.

Pilotaggio del sistema

L'Unità di Elaborazione del SIND è collegata all'unità di controllo del sistema attraverso una porta parallela, le cui linee sono impostate come uscite, per l'invio di segnale all'unità, o come ingressi, per la lettura dello stato del sistema. Ciascun

motore richiede un livello logico per determinare il senso di rotazione ed un impulso per comandare la rotazione elementare; gli interruttori di fine corsa (due per ciascun asse) forniscono un livello quando il cursore è all'interno della corsa utile ed un altro livello quando il cursore raggiunge l'inizio o la fine della corsa. Si ha quindi la seguente codifica

| linea | segnale | tipo |
|-------|-------------------------------|---------|
| 1 | fine corsa avanti x | livello |
| 2 | fine corsa indietro x | livello |
| 3 | senso rotazione motore x | livello |
| 4 | rotazione elementare motore x | impulso |
| 5 | fine corsa avanti y | livello |
| 6 | fine corsa indietro y | livello |
| 7 | senso rotazione motore y | livello |
| 8 | rotazione elementare motore y | impulso |

Tabella 1. Linee di controllo del sistema di scansione xy.

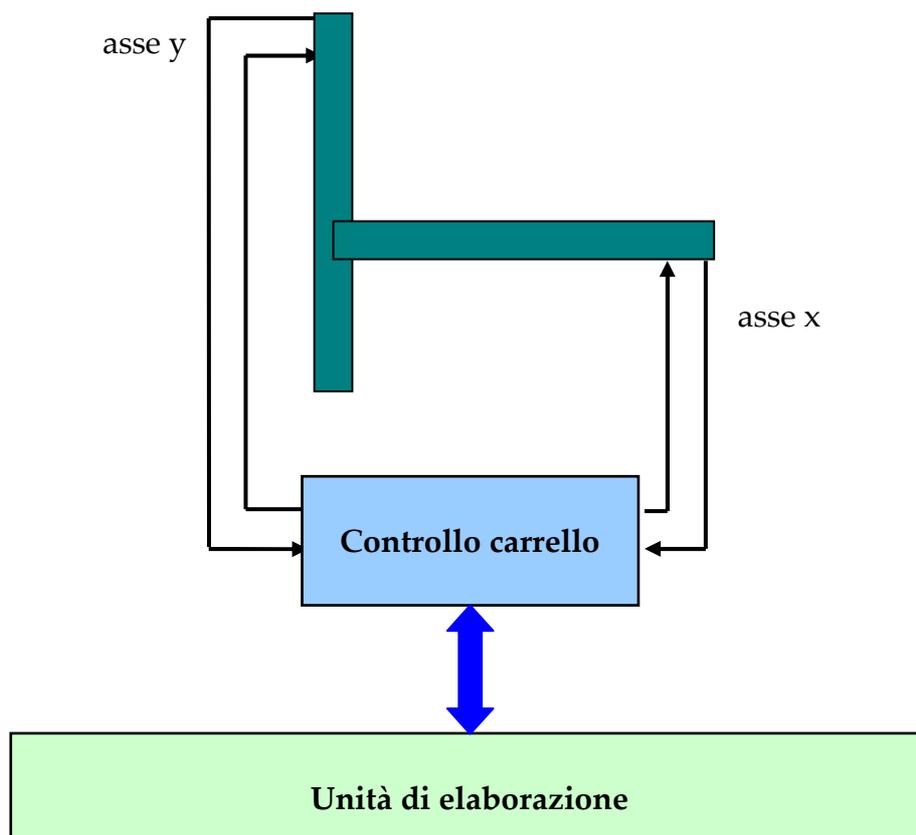


Figura 1. Componente hardware del SIND per lo spostamento automatico delle sonde di ispezione.

Processo di acquisizione

Nel caso di ispezione automatica, il processo di acquisizione è costituito da due passi, eseguiti sotto il controllo dell'Unità di elaborazione:

- spostamento del carrello
- pilotaggio della sonda e acquisizione del dato

Il programma in esecuzione provvede a spostare il carrello dalla posizione attuale a quella dell'acquisizione successiva; quando il carrello è giunto nella nuova posizione, il programma provvede ad acquisire i dati digitali provenienti dal Modulo di conversione della periferica in uso, prodotti a loro volta dal segnale analogico presente sulla sonda.

All'inizio della sessione di misura il carrello viene riportato all'origine, definita da $x = 0, y = 0$: questa condizione è individuata mediante gli interruttori di inizio corsa di entrambi gli assi. Successivamente, il programma invia a ciascun asse i comandi di spostamento (verso di spostamento e passo elementare) necessari per raggiungere di volta in volta le coordinate dei punti di acquisizione; gli interruttori di fine corsa sono controllati per individuare eventuali malfunzionamenti.

L'asse x del sistema costituisce l'asse di scansione, in quanto le acquisizioni sono fatte dopo gli opportuni spostamenti lungo questo asse; le traslazioni lungo l'asse y (asse di indexer) sono fatte per passare da una riga di scansione alla successiva. Al fine di ridurre il tempo necessario per le traslazioni del carrello le scansioni sono eseguite con versi alterni: la prima riga di scansioni viene eseguita per x crescenti da $x_{iniziale}$ a x_{finale} , la seconda per x decrescenti, e così via.

La Figura 2 mostra il flusso delle operazioni per compiere le righe di scansione.

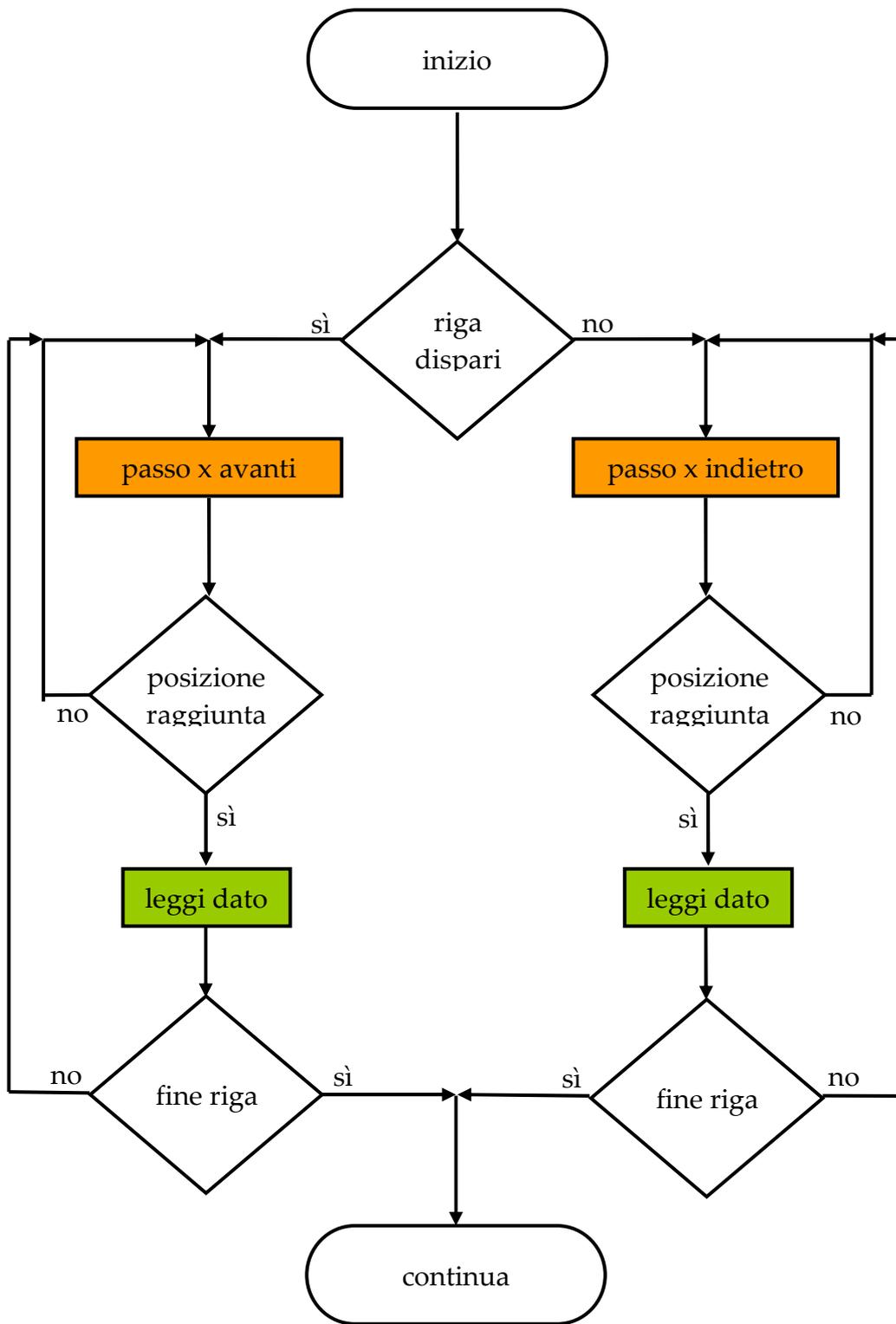


Figura 2. Spostamento del carrello durante una riga di scansione.

Periferica US

La Figura 3 mostra il diagramma a blocchi della periferica per l'ispezione automatica con ultrasuoni.

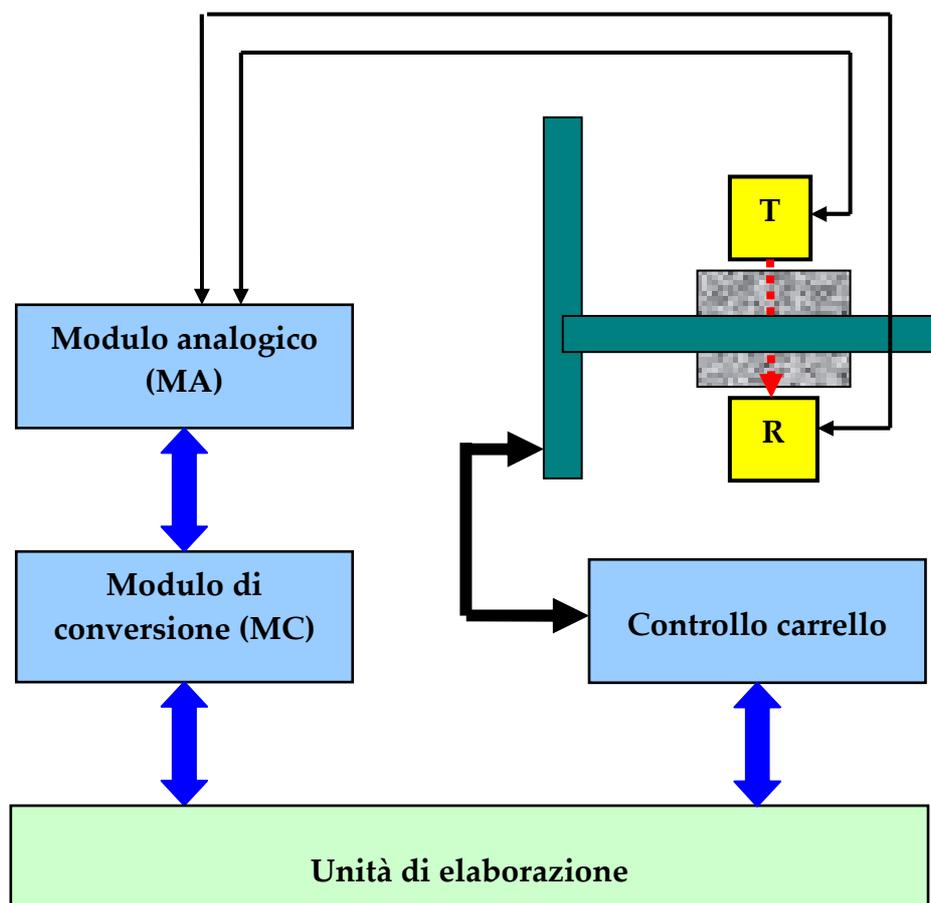


Figura 3. Diagramma a blocchi della periferica per l'ispezione automatica con ultrasuoni.

L'ispezione è eseguita mediante la tecnica di trasmissione: si fa quindi uso di una coppia di trasduttori acustici, uno (T) funzionante come generatore di un'onda ultrasonora e l'altro (R) come ricevitore. I trasduttori sono collegati rigidamente al sistema elettromeccanico a due assi, e sono posti a lati opposti dell'oggetto da esaminare; per ogni posizione di misura si ottiene il segnale trasmesso dall'oggetto e si determinano quindi il ritardo e l'attenuazione del segnale.

I trasduttori sono collegati al modulo di trattamento analogico MA, costituito da un dispositivo US Analyzer Panametrics UA5058 PR, che comprende un generatore d'impulso di eccitazione, che pilota la sonda T, e un amplificatore, che riceve il segnale elettrico prodotto dalla sonda R.

L'impulso è generato automaticamente dal generatore di impulsi, MC campiona il segnale analogico proveniente da MA, immagazzina i dati nella memoria tampone e li trasferisce all'Unità di elaborazione attraverso una porta USB.

Il Controllo Carrello contiene un alimentatore, una coppia di attuatori per i motori montati sugli assi ed una circuiteria; il Controllo è collegato all'Unità di elaborazione attraverso una porta parallela.

L'Unità di elaborazione controlla il processo di acquisizione provvedendo a spostare il carrello e ad acquisire i dati ricavati dal segnale di misura alle coordinate di misura.

Componente Software

La componente software del SINDI comprende vari programmi che si differenziano sia per le tecniche d'ispezione, sia per il tipo di trattamento dei dati.

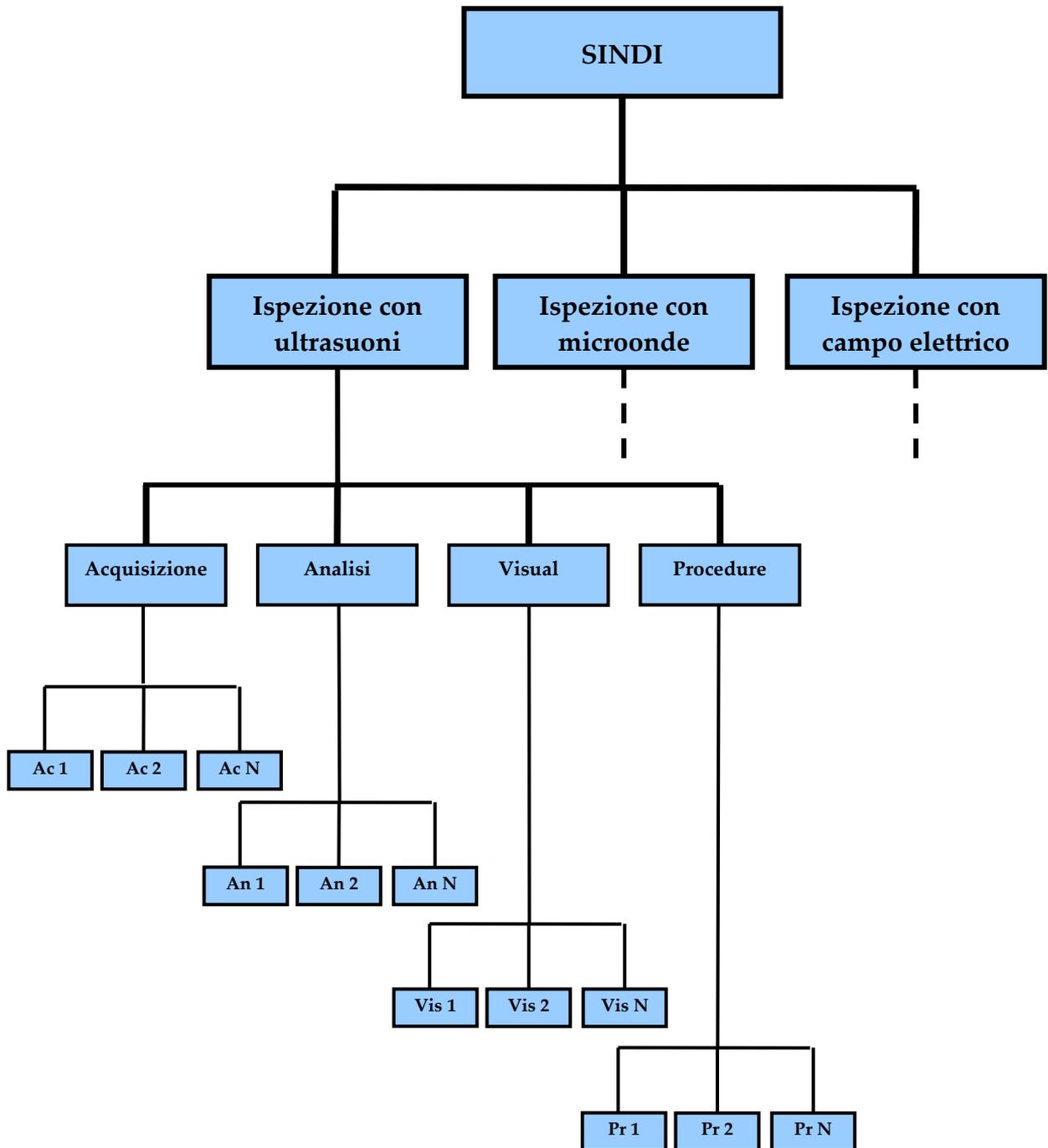


Figura 4. Struttura gerarchica del menù di SINDI.

L'interfaccia grafica SINDI consente la navigazione all'interno di un menù di tipo gerarchico. Per ciascuna delle tecniche d'ispezione (mediante onde ultrasonore, onde elettromagnetiche oppure campo elettrico) si può accedere a quattro sezioni: acquisizione, elaborazione, visualizzazione e procedure. All'interno di ciascuna

sezione sono richiamabili i moduli software inseriti mediante il software di gestione GESPRO.

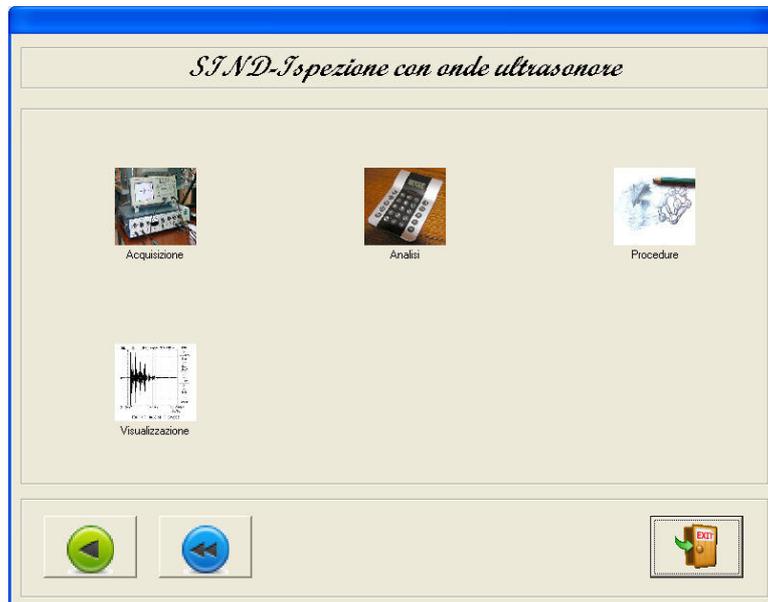


Figura 5. Scheda iniziale relativa all'ispezione con onde ultrasonore.

Gli applicativi descritti nel lavoro riguardano la tecnica d'ispezione automatica mediante onde ultrasonore e sono richiamabili mediante la relativa scheda di menù (vedi Figura 5).

Si possono scegliere due approcci: Acquisizione con salvataggio di dati grezzi e acquisizione senza salvataggio di dati grezzi.

Acquisizione con salvataggio di dati grezzi

Durante la fase di Acquisizione, il programma acquisisce i dati ricavati dal campionamento del segnale ottenuto nelle varie posizioni di misura determinate dalla scansione automatica di un oggetto, (vedi Figura 6): per ciascuna misura si ottiene un vettore di 2500 byte.

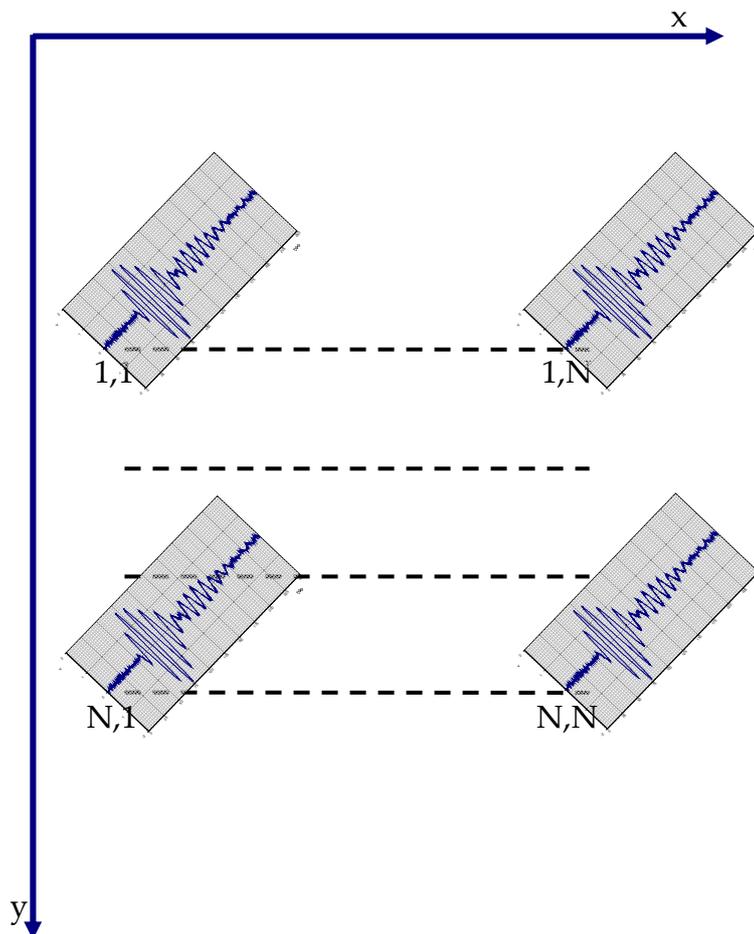


Figura 6. Acquisizione di segnali durante la scansione automatica.

Il programma provvede quindi a costruire un file, nel quale sono inseriti, dopo la testata iniziale che contiene le specifiche di misura, i dati ordinati secondo la sequenza di acquisizione: si hanno in successione i dati ordinati secondo le righe di scansione, a partire dalla prima misura (x_1, y_1), sino all'ultima (x_N, y_N) (vedi Figura 7).

Si ricorda che le righe di scansione con indice y dispari sono percorse nel verso crescente delle x , mentre quelle con indice pari sono percorse nel verso decrescente: di conseguenza, si ha questo ordine alterno anche nel file dei dati grezzi.

| | | | | | | | |
|----------|----------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|
| testata | Id dato | dati x_1, y_1 | dati x_2, y_1 | • • • | dati x_N, y_1 | • • • | dati x_N, y_N |
| 139 byte | 11 bytes | 5000 byte | 2500 byte | | 2500 byte | | 2500 byte |

Figura 7. Composizione del file di dati grezzi ricavati con l'acquisizione automatica.

Il file così ottenuto viene successivamente elaborato nella fase di Analisi al fine di ricavare da ciascun vettore di dati di misura i parametri che caratterizzano il segnale misurato. Per questo scopo, viene considerato un intervallo temporale precedente all'arrivo dell'onda ultrasonora che attraversa l'oggetto in esame, ed in questo intervallo (finestra di apprendimento) si calcolano il valor medio dei dati (m) e la loro deviazione standard (s). Si considera quindi un intervallo temporale successivo (finestra di elaborazione) e si confrontano i dati di misura con una fascia di valori centrata sul valor medio del segnale, delimitata dagli estremi $m + ks$ e $m - ks$, dove k (Coefficiente Standard Deviation) è un valore selezionabile dall'utente. Si hanno quindi i seguenti parametri:

- T_v = tempo di volo del segnale a ultrasuoni: valore del tempo in cui il dato di misura esce per la prima volta dalla fascia dei valori
- A = valore di picco-picco del segnale: differenza tra il massimo ed il minimo valore del segnale
- S = pendenza del tratto iniziale segnale: (valore massimo – valore al tempo di volo) / (tempo corrispondente al valore massimo – tempo di volo)
- V = velocità di trasmissione: rapporto tra la distanza delle sonde ed il tempo di volo.

I risultati sono organizzati nella stessa maniera dei dati grezzi e sono accodati nel file originario; viene inserito anche un campo che specifica la data in cui è stata eseguita l'analisi ed i parametri impiegati per gli algoritmi di analisi (vedi Figura 8). In caso di ulteriori elaborazioni, i risultati sono ulteriormente accodati insieme con il relativo campo di informazioni.

| | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|
| testata | par x_1, y_1 | par x_2, y_1 | • • • | par x_N, y_1 | • • • | par x_N, y_N |
| 41 byte | 28 byte | 28 byte | | 28 byte | | 28 byte |

Figura 8. Risultati ottenuti nella fase di analisi dei dati grezzi.

Nella fase di Visualizzazione si possono estrarre dal file i dati usati per le rappresentazioni di tipo grafico e pittorico.

A-scan

In questo caso si può selezionare il numero di misura e ottenere il grafico determinato dai 2500 campioni ricavati dal segnale acquisito $V(t)$ (vedi Figura 9).

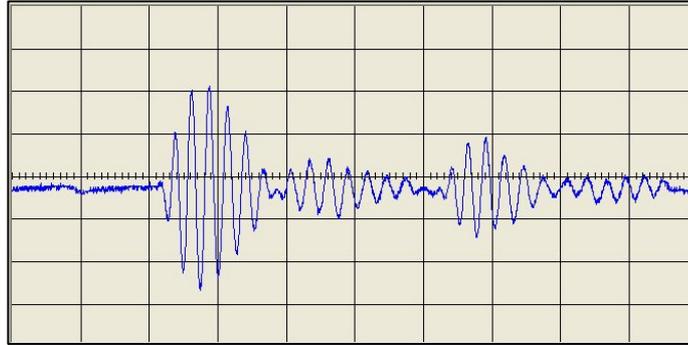


Figura 9. Grafico A-scan di un segnale di acquisizione.

Il segnale è campionato con un intervallo temporale costante $\Delta t = 0.16 \mu s$, in modo che il j -esimo campione corrispondente al tempo $t = j \times \Delta t$: l'asse orizzontale è quindi quotato in punti/divisione e μs /divisione.

Il valore di ciascun dato è riportato in volt mediante l'informazione di Scala di ampiezza contenuta nella testata del file: la scala di ampiezza è quindi quotata in volt/divisione. Si può ottenere una rappresentazione assoluta, mantenendo gli estremi dell'asse verticale al valore di fondo scala per tutti i grafici, oppure una rappresentazione relativa, espandendo ciascun grafico sull'area di rappresentazione.

B-scan

In questo caso, il vettore di 2500 dati ricavato in una posizione di misura viene rappresentato con una linea di 2500 pixel; la luminanza L di ciascun pixel è proporzionale al valore numerico V del corrispondente dato, espresso su 2 Byte e con valori compresi tra -32767 e $+32767$.

Sull'area di disegno dell'interfaccia grafica vengono rappresentati simultaneamente i vettori dei dati ricavati dalle misure eseguite lungo una riga di scansione, fino al massimo di xxx vettori; l'asse orizzontale della figura è quotato in coordinate di misura x , l'asse verticale in indice del vettore di dati.

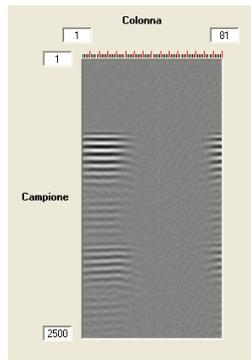


Figura 10. Esempio di rappresentazione B-scan.

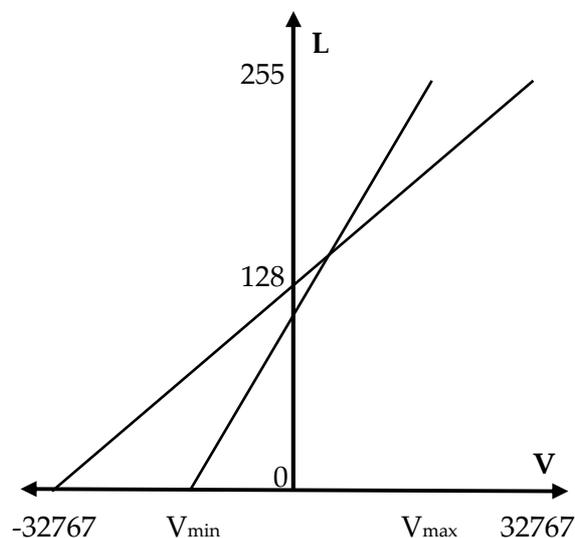


Figura 11. Luminanza dei pixel nella rappresentazione B-scan.

Per determinare la relazione tra valore del dato e luminanza del pixel si possono scegliere le due relazioni lineari mostrate in Figura 11.

- scala assoluta: si ha $L = 0$ per $V = -32767$ e $L = 255$ per $V = 32767$
- autorange: si ha $L = 0$ per $V = V_{\min}$ dei vettori rappresentati e $L = 255$ per $V = V_{\max}$.

C-scan

In questo caso, per ciascun punto di misura si considera uno dei parametri descrittivi ricavati dall'analisi del vettore dei dati grezzi e si definisce la luminanza di un pixel in funzione lineare del valore del parametro, secondo relazioni analoghe a quelle mostrate in Figura 11.

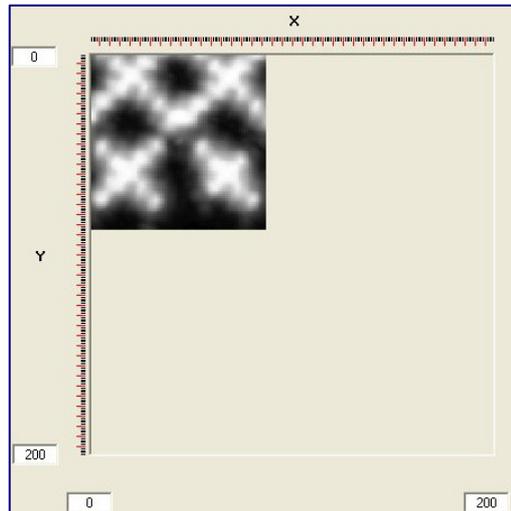


Figura 12. Esempio di rappresentazione C-scan di tipo monocromatico.

L'area di disegno dell'interfaccia grafica (vedi Figura 12) è quotata in righe (asse y) e colonne di misura (asse x): si possono avere un massimo di 200 righe e colonne.

Si possono ottenere separatamente le mappe relative ai parametri di tempo di volo, valore di picco-picco e pendenza del tratto iniziale del segnale a ultrasuoni; è possibile anche ottenere una rappresentazione simultanea delle tre mappe, associando al parametro T_v il colore rosso, ad A il verde e a S il blu (vedi Figura 13).

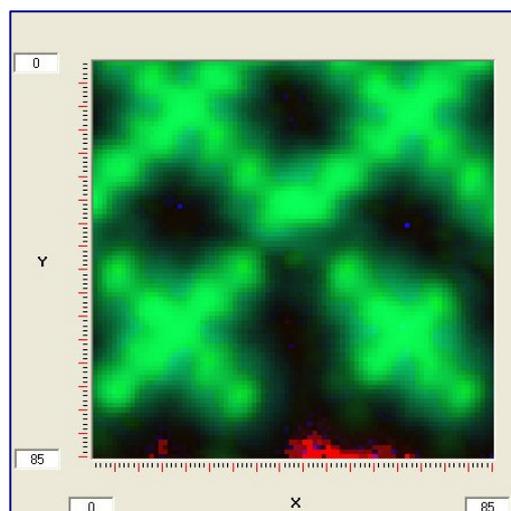


Figura 13. Esempio di rappresentazione C-scan di tipo tricromatico.

Statistica

In questo caso si hanno rappresentazioni numeriche e grafiche delle statistiche calcolate sui parametri calcolati sui segnali d'ingresso. Per ciascuno dei tre parametri selezionabili (T_v , A e S) l'interfaccia grafica riporta i momenti calcolati fino al quarto ordine sugli insiemi dei valori. L'interfaccia mostra inoltre il grafico dell'istogramma calcolato su 20 classi (vedi Figura 14): le classi sono determinate dividendo per 20 l'intervallo dei possibili valori ottenibili per il parametro considerato.

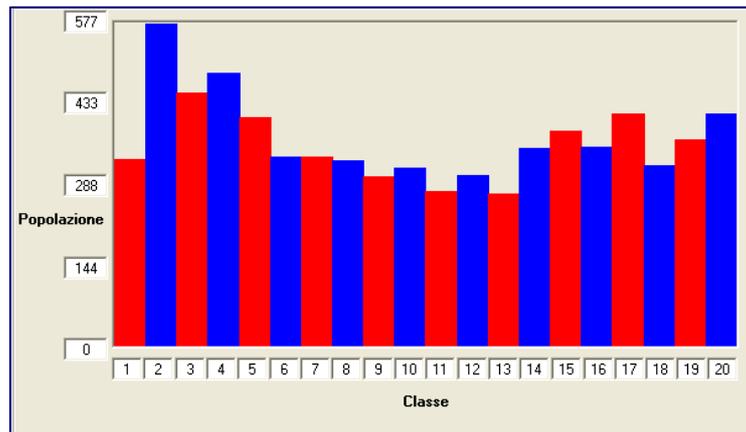


Figura 14. Esempio di istogramma ricavato dall'insieme dei valori di un parametro di misura.

Acquisizione senza salvataggio di dati grezzi

In questo tipo di approccio, durante la fase di Acquisizione, il programma calcola per ciascuna misura i parametri T_v , A , S e V , e crea un file che contiene, oltre alla testata, le quaterne di valori ricavati per ciascun punto di misura. Di conseguenza, nella fase di Visualizzazione non si possono avere i grafici A-scan e le immagini B-scan, che sono definite dai dati grezzi di lettura, ma soltanto le mappe C-scan e la Statistica dei risultati.

Per questi tipi di rappresentazione valgono le indicazioni fornite in precedenza per l'altro tipo di approccio.

Descrizione funzionale degli applicativi

Nell'aggiornamento descritto nel lavoro il SIND è stato corredato di moduli software e procedure che trattano file di dati grezzi e file di parametri. In particolare si hanno due gruppi di applicativi:

- Aca1dg: Modulo di Acquisizione con salvataggio di file contenenti i dati grezzi
- Ana1dg: Modulo di Analisi di file contenenti dati grezzi
- Vis1dg: Modulo di Visualizzazione di file contenenti dati grezzi
- Pro1dg: Procedura di trattamento di file contenenti dati grezzi

e

- Aca1pm: Modulo di Acquisizione ed Analisi con salvataggio di file contenenti i parametri di misura
- Vis2pm: Modulo di Visualizzazione di file contenenti parametri di misura
- Pro2pm: Procedura di trattamento di file contenenti parametri di misura.

Acq1dg: Modulo di Acquisizione con salvataggio di file contenenti i dati grezzi

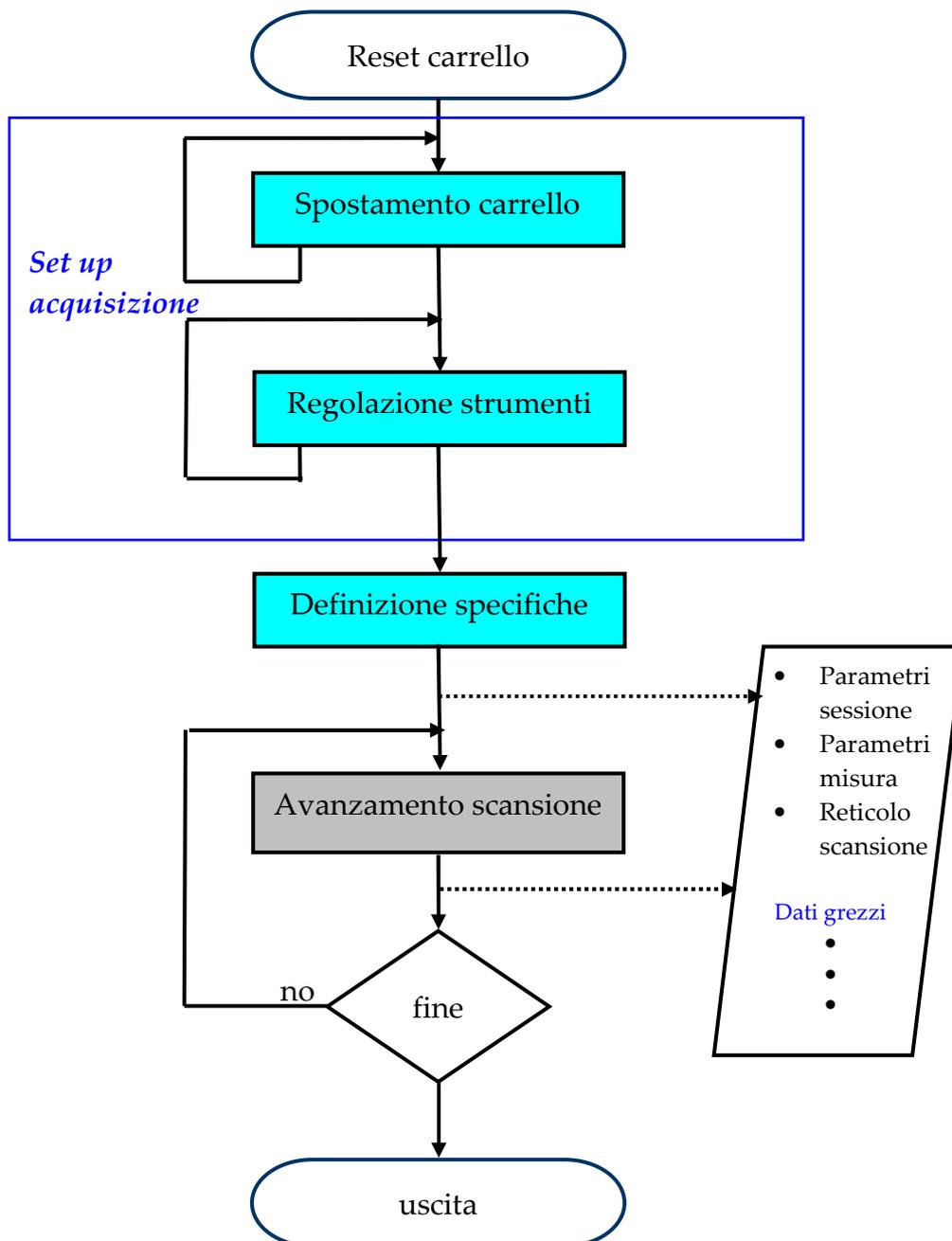


Figura 15. Diagramma di flusso del modulo Acq1dg.

La Figura 15 mostra il diagramma di flusso del modulo di acquisizione Acq1dg.

All'avvio del programma il carrello viene riportato all'origine, alle coordinate (0,0); viene inoltre attivato il collegamento con l'oscilloscopio digitale Pico, che provvede alla digitalizzazione del segnale prodotto dalla sonda US di ricezione.

Nella fase di Set up l'utente può spostare il carrello e regolare manualmente i comandi del generatore di segnali US, in modo da ottimizzare il segnale di misura,

osservabile sull'interfaccia grafica del programma: questa operazione può essere ripetuta a piacere, spostando il carrello il modo da ispezionare differenti punti dell'oggetto in esame.

La fase di Set up viene conclusa con l'inserimento delle informazioni da inserire nella testata del file generato dal programma. In particolare si hanno:

Parametri di sessione

L'utente definisce il nome del file, inserisce un commento, indica il numero di letture eseguite per ciascun punto di misura e la distanza tra le sonde.

Parametri di misura

L'utente inserisce le informazioni relative alle regolazioni del generatore US (tensione di eccitazione della sonda trasmittente, impostazioni di guadagno e filtro, ecc.); le impostazioni del Pico sono inserite automaticamente nella testata del file.

Dopo l'inserimento delle suddette informazioni l'utente definisce il reticolo di scansione, specificando le coordinate iniziali e finali dell'area di scansione ed il passo, eguale per entrambi gli assi.

Avanzamento scansione

In questa fase il programma sposta il carrello alla prima posizione di misura (definita dalle coordinate iniziali x , y), esegue il numero di letture specificato nei parametri di sessione e scrive nel file il vettore di 2500 punti ricavato dalla media delle misure.

Il programma va quindi alla successiva posizione di misura, specificata dal passo di scansione e scrive quindi il corrispondente vettore. I dati sono scritti in maniera sequenziale per le successive righe di scansione, sino al completamento dell'area di scansione.

Ana1dg: Modulo di Analisi di file contenenti dati grezzi

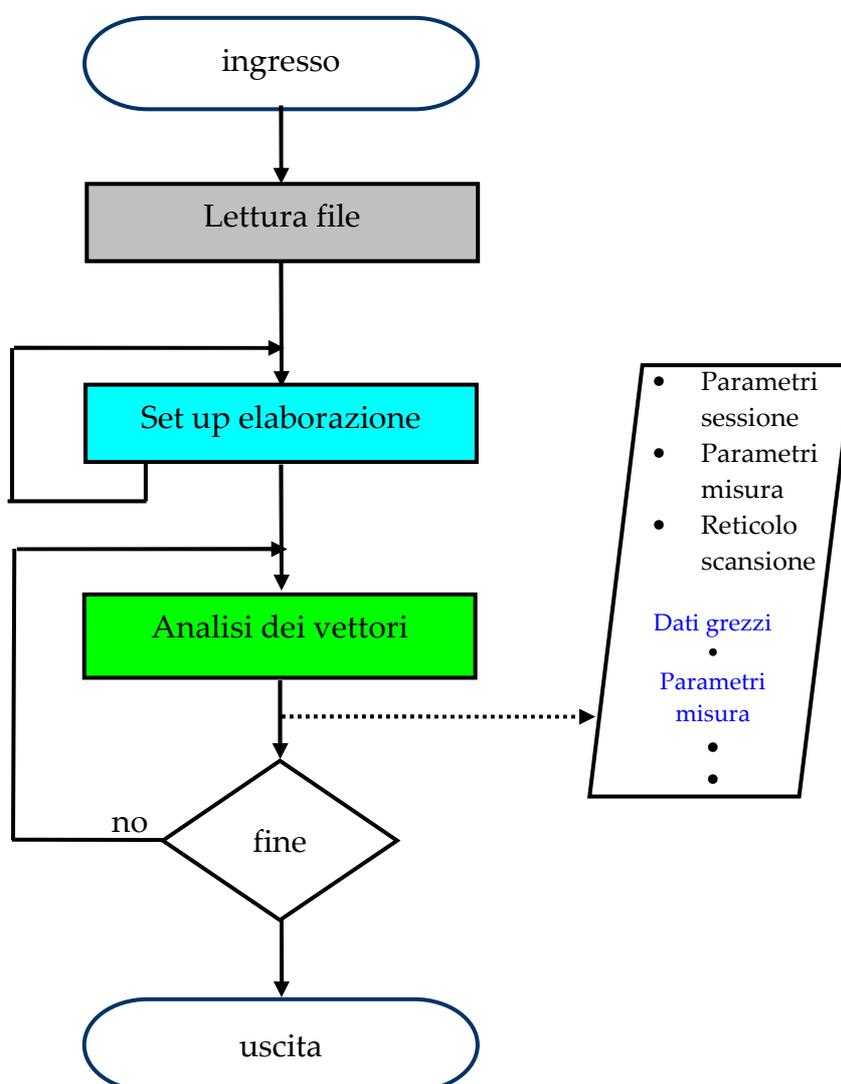


Figura 16. Diagramma di flusso del modulo Ana1dg.

La Figura 16. mostra il diagramma di flusso del modulo Ana1dg. Dopo il caricamento del file da elaborare, l'interfaccia grafica del programma mostra i parametri di sessione (medie di lettura e distanza tra le sonde) ed i parametri di misura (impostazioni del generatore US e dell'oscilloscopio digitale), inseriti nella testata del file dei dati di acquisizione; l'interfaccia riposta anche il numero di righe e il numero di colonne del reticolo di scansione.

Nella fase di setup l'utente può richiamare i vettori dei dati delle singole misure, definire le dimensioni delle finestre ed il coefficiente impiegato per l'elaborazione dei dati ed osservare i risultati, riportati dall'interfaccia del programma. Dopo un opportuno numero di prove l'utente avvia la fase di analisi, che viene eseguita con gli ultimi valori impostati: il file viene quindi elaborato ed i parametri caratteristici dei singoli segnali sono accodati al file in esame.

Vis1dg: Modulo di Visualizzazione di file contenenti dati grezzi

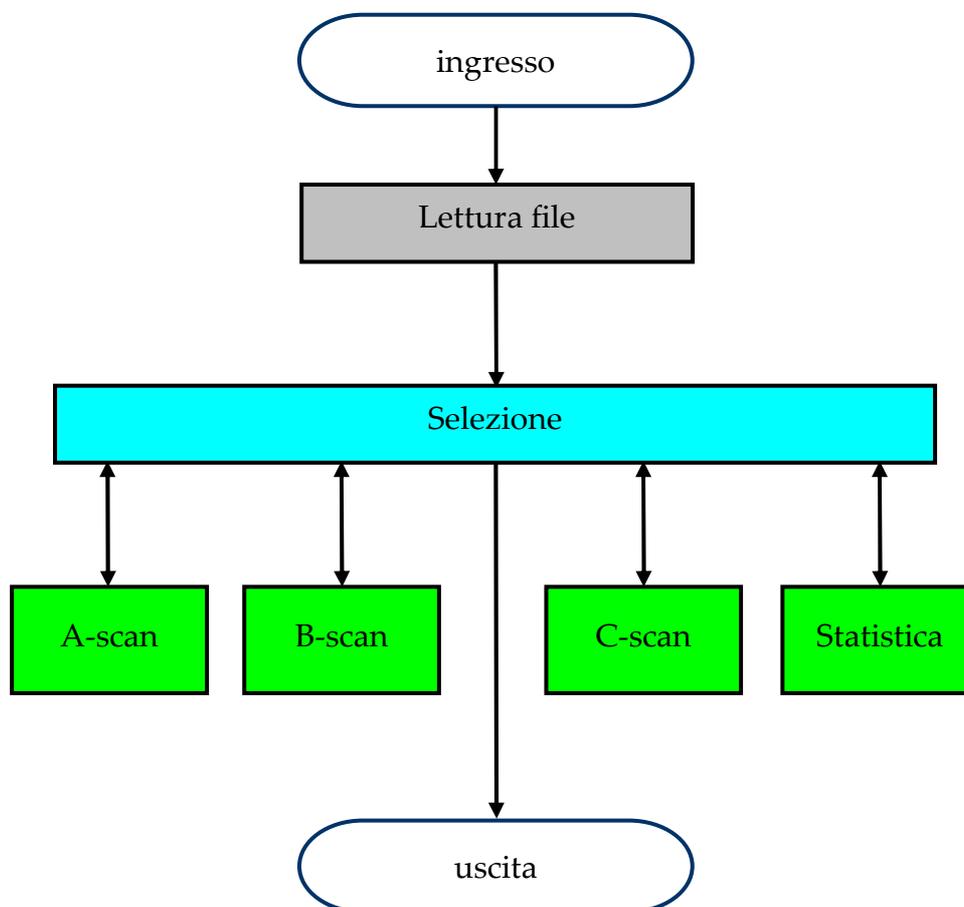


Figura 17. Diagramma di flusso del modulo Vis1dg.

La Figura 17 mostra il diagramma di flusso del modulo Vis1dg.

All'apertura del file l'interfaccia riporta le informazioni inserite nella fase di acquisizione dei dati grezzi e nelle successive elaborazioni dei dati. Si hanno:

- parametri di sessione
- parametri di misura
- parametri di elaborazione
- specifiche di scansione

L'utente può quindi selezionare le rappresentazioni di tipo grafico, pittorico e numerico descritte in precedenza; in base alle informazioni ausiliarie contenute nella testata si possono individuare i tempi che indicano un evento sui grafici dei segnali e le zone d'interesse sulle mappe dei parametri di misura.

L'utente può inoltre ottenere una stampa dei risultati delle elaborazioni e può esportare le mappe C-scan come immagini in formato bitmap.

Pro1dg: Procedura di trattamento di file contenenti dati grezzi

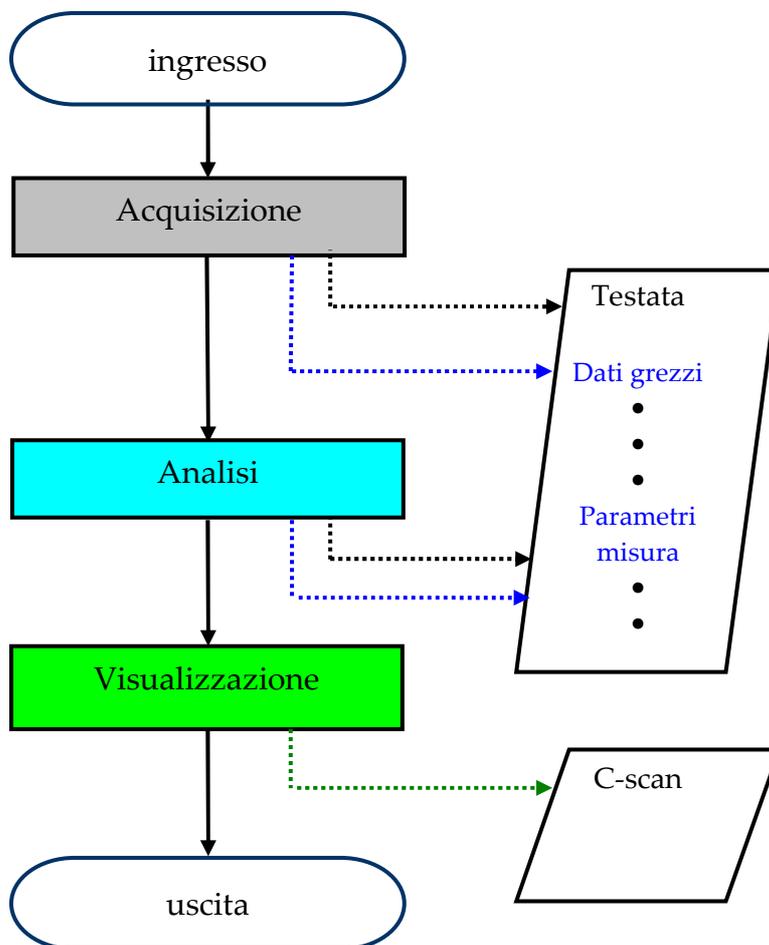


Figura 18. Diagramma semplificato della procedura Pro1dg.

La procedura Pro1dg consente di eseguire in modo sequenziale le operazioni compiute mediante i moduli Acq1dg, Ana1dg e Vis1dg.

All'inizio della sessione si ha la fase di acquisizione dei segnali (vedi Figura 18): l'utente regola la strumentazione US e definisce i parametri di sessione e di misura; dopo la definizione del reticolo di scansione il programma acquisisce i vettori ricavati dal segnale misurato nei punti del reticolo.

Nella successiva fase di analisi l'utente determina i parametri di elaborazione; il programma determina quindi i parametri che caratterizzano ciascun segnale di misura.

Nella fase finale di visualizzazione l'utente può osservare le rappresentazioni grafiche dei segnali, le rappresentazioni pittoriche dei parametri di misura ed i risultati dell'analisi statistica dei parametri; l'utente può anche esportare le mappe C-scan nel formato bitmap.

Al termine della sessione si ha il file contenente le specifiche di acquisizione e di analisi, i dati grezzi ed i parametri di misura.

Acq2pm: Modulo di Acquisizione ed Analisi di file con parametri di misura

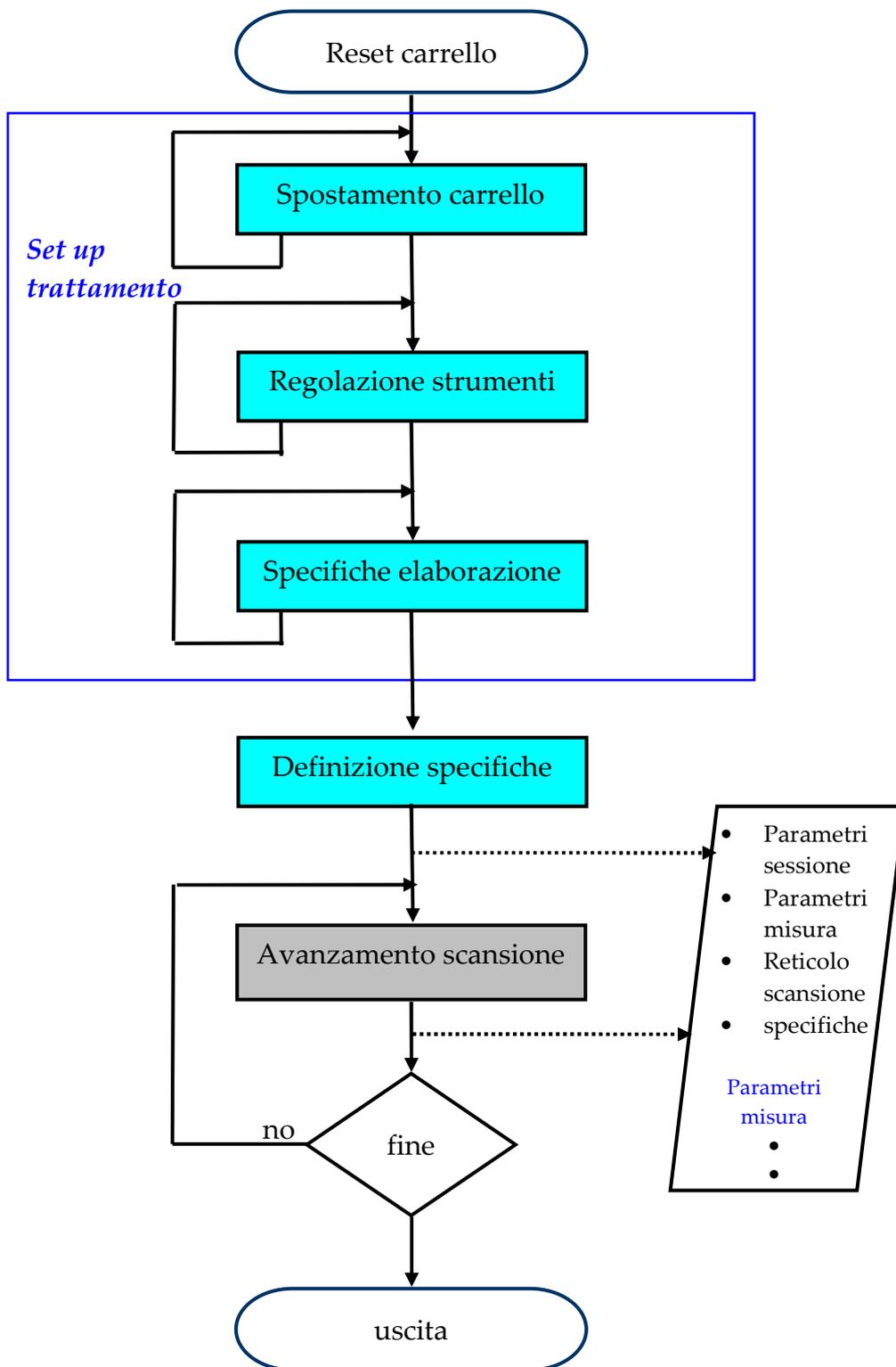


Figura 19. Diagramma di flusso del modulo Acq2pm.

La Figura 19 mostra il diagramma di flusso del modulo di Acquisizione ed Analisi Acq2pm.

La struttura di questo modulo è simile a quella di Acq1dg.

Anche all'avvio di questo programma si hanno lo spostamento del carrello all'origine e l'attivazione del collegamento con l'oscilloscopio digitale Pico.

Nella successiva fase di Set up l'utente comanda lo spostamento del carrello e compie due operazioni:

- regolazione manuale dei comandi del generatore di segnali US,
- elaborazione del segnale di misura,

L'elaborazione è controllata mediante la specifica delle dimensioni delle finestre di apprendimento e di elaborazione, nonché del parametro Coefficiente Standard Deviation, impiegato dall'algoritmo di analisi.

L'utente può ripetere l'ispezione in differenti punti dell'oggetto in esame, regolando i comandi del generatore e variando i parametri di analisi.

La fase di Set up viene quindi conclusa con l'inserimento delle informazioni relative ai Parametri di sessione ed ai Parametri di misura.

Con la definizione del reticolo di scansione, inizia la fase di acquisizione. Nelle varie posizioni di misura il programma riceve il segnale mediato secondo la specifica definita in parametri di sessione, lo visualizza, esegue l'analisi secondo le specifiche di elaborazione e scrive nel file il vettore di 28 byte, costituiti dai parametri estratti dal segnale; i dati sono scritti in maniera sequenziale per le successive righe di scansione, sino al completamento dell'area di scansione.

Vis2pm: Modulo di Visualizzazione di file contenenti parametri di misura

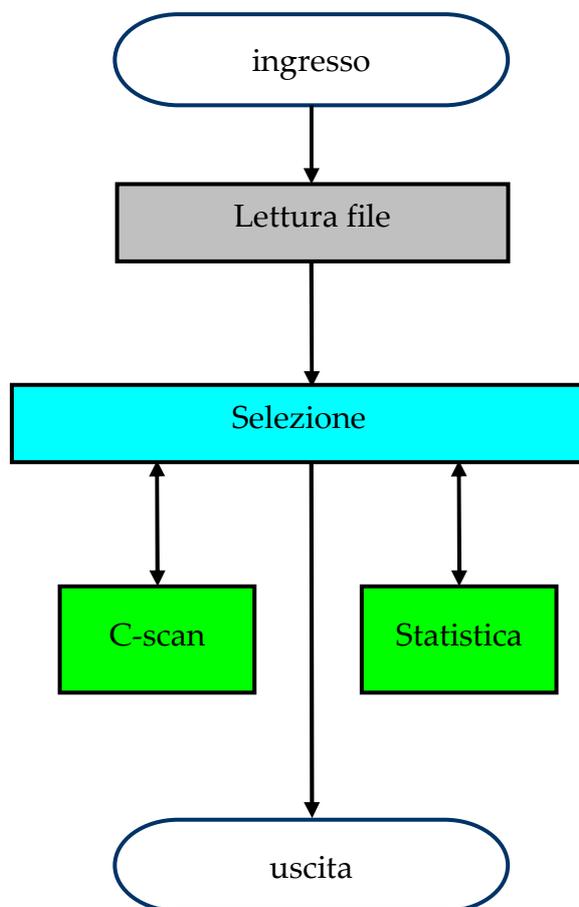


Figura 20. Diagramma di flusso del modulo Vis2pm.

La Figura 20 mostra il diagramma di flusso del modulo di Visualizzazione Vis2pm.

La funzionalità di questo modulo è simile a quella del modulo di Visualizzazione di file con dati grezzi. Così, al caricamento del file l'interfaccia presenta le informazioni relative ai parametri di sessione, di misura, e di elaborazione, nonché alle specifiche di scansione; però, siccome l'analisi dei dati grezzi è contemporanea alla loro acquisizione, il file contiene un solo insieme di parametri di elaborazione. Inoltre, il file non contiene i dati grezzi e di conseguenza non si possono scegliere la rappresentazione grafica A-scan e quella pittorica B-scan, che sono determinate appunto dai dati grezzi.

Di conseguenza, l'utente può visualizzare le mappe degli insiemi dei parametri (C-scan) ed i risultati delle analisi statistiche su di essi.

L'utente può inoltre ottenere una stampa dei risultati delle elaborazioni e può esportare le mappe C-scan come immagini in formato bitmap.

Pro2pm: Procedura di trattamento di file contenenti parametri di misura.

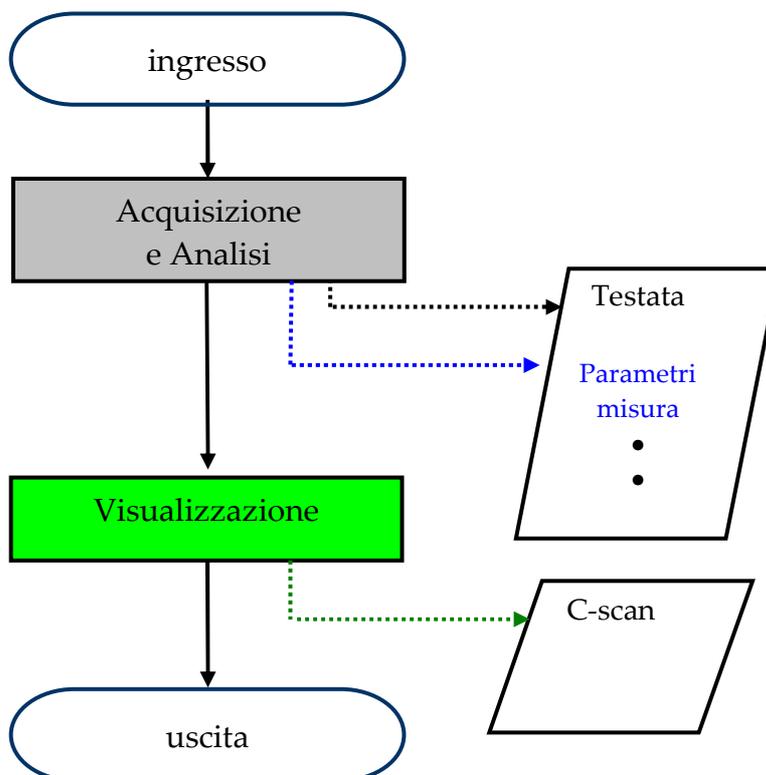


Figura 21. Diagramma semplificato della procedura Pro1pm.

La procedura Pro1pm consente di eseguire in modo sequenziale le operazioni compiute mediante i moduli Acq1pm e Vis1pm.

All'inizio della sessione si ha la fase di acquisizione e analisi dei segnali (vedi Figura 21). L'utente regola la strumentazione US e determina i parametri di elaborazione; dopo la definizione dei parametri di sessione e di misura e del reticolo di scansione il programma acquisisce nei punti del reticolo i vettori ricavati dal segnale misurato e determina i parametri che li caratterizzano.

Nella fase di visualizzazione l'utente può osservare le rappresentazioni pittoriche dei parametri di misura ed i risultati dell'analisi statistica; l'utente può anche esportare le mappe C-scan nel formato bitmap.

Al termine della sessione si ha il file contenente le specifiche di acquisizione e di analisi ed i parametri di misura.

Struttura file dati

La struttura file del SIND è stata parzialmente modificata per soddisfare le esigenze introdotte dal nuovo software inserito nel sistema. Le modifiche sono state rese possibili dalla struttura modulare realizzata, che consente l'aggiunta di GUID o TUID senza compromettere l'integrità del documento che contiene i dati e le informazioni ausiliarie.

Con la scansione automatica il numero di misure può giungere fino al valore 40.000, che non è rappresentabile con un tipo di variabile Integer, come definito in precedenza, bensì con un tipo di variabile Long: nelle versione aggiornata al Dicembre 2009, sono state quindi introdotte alcune variazioni.

Sono stati creati tre nuovi Guid : Guid 10, che contiene le informazioni generali inserite nei file di Acquisizione; Guid 201 che specifica i parametri di misura; Guid 241 che definisce i risultati della elaborazione.

Di seguito si riportano le modifiche dei Tuid rispetto alla struttura definita per l'acquisizione puntuale.

GUID: 10 (Generalità)

TUID:

4 (Numero misure) – long 4 Byte

GUID: 201 (Dati singola misura ad ultrasuoni - US)

TUID: Identifica il numero sequenziale a partire da 1 della misura effettuata nella sessione - long 4 Byte

GUID: 241 (Elaborazioni dati ultrasuoni tramite procedura xx - US)

TUID:

Num di misure elaborate – long 4 Byte

Identificativo della lettura – long 4 byte (prima lettura = 1)

La descrizione completa del formato è riportata in [2]).

Riferimenti

- 1) R. Bozzi, M. Chimenti, E. Fantini: "SIND - Descrizione del sistema" ISTI-CNR, Nota Interna, marzo 2009.
- 2) R. Bozzi, M. Chimenti, E. Fantini: "SIND - Manuali d'uso di applicativi per trattamento di dati ricavati con ispezione automatica mediante ultrasuoni" ISTI-CNR, Nota Interna, febbraio 2010.