

Artemis SUITE
Project

Code 50440

APR 440 Reference+

Experimentelle Modalanalyse schnell und einfach. Mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) bestimmt Reference+ die optimalen Referenzpunkte für experimentelle Modalanalysen. Dies und weitere, innovative Automaten machen aufwendige Interaktionen überflüssig und ermöglichen gleichzeitig ein hohes Maß an Flexibilität.

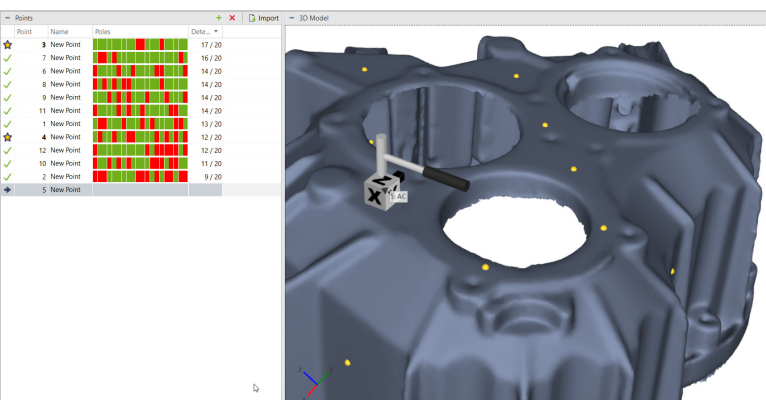
ÜBERBLICK

APR 440 Reference+

Code 50440

Reference+ ist Teil des leistungsstarken Strukturanalyse-Pakets von ArtemiS SUITE und detektiert die für die Impulshammer-Messung optimalen Referenzpunkte. Dies ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für korrekte Modalanalysen, weil etwaige Fehler in späteren Prozessschritten nur sehr aufwendig korrigiert werden können.

Der Arbeitsablauf von Reference+ ist denkbar einfach. Sie brauchen nur die gewählten Referenzpunkte anzuregen. Die KI-unterstützten Algorithmen detektieren sofort und ohne weitere Interaktion diejenigen Referenzpunkte, die alle notwendigen Moden beinhalten. Dies vermeidet Fehler, spart Zeit und gibt Ihnen die notwendige Sicherheit, Ihre Modalanalyse schnell und erfolgreich durchzuführen.



HAUPTMERKMALE

- › KI-basierte Detektion der optimalen Referenzpunkte für die Impulshammer-Messung
- › Schnelles Erzielen zuverlässiger Ergebnisse auch für unerfahrene Anwenderinnen und Anwender (Expertenwissen wird nicht vorausgesetzt)
- › Geführter Workflow von der Einrichtung des Messsystems bis hin zur Bestimmung der optimalen Referenzpunkte
- › Grafische Unterstützung bei der Frontend- und Sensor-Konfiguration für den sicheren Messaufbau
- › Visuelles und akustisches Feedback zur Kontrolle der einzelnen Anregungsschläge (fehlerhafte Schläge werden automatisch erkannt)
- › Übersichtliche Benutzeroberfläche mit Ergebnisdarstellung und Kontrolldiagrammen
- › Automatische Berechnung und Auswertung von Transferfunktionen sowie Detektion der optimalen Referenzpunkte durch die integrierten neuronalen Netze (manuelle Analyseschritte oder Vergleiche mit hochwertigen Simulationsergebnissen werden nicht benötigt)
- › Nahtlose Integration in das Strukturanalyse-Paket von ArtemiS SUITE

ANWENDUNGEN

- › Experimentelle Modalanalysen
- › Troubleshooting
- › Validierung von Finite-Elemente-Modellen

DETAILS

Bestimmung optimaler Referenzpunkte für die experimentelle Modalanalyse

Warum die Wahl der Referenzen so wichtig ist

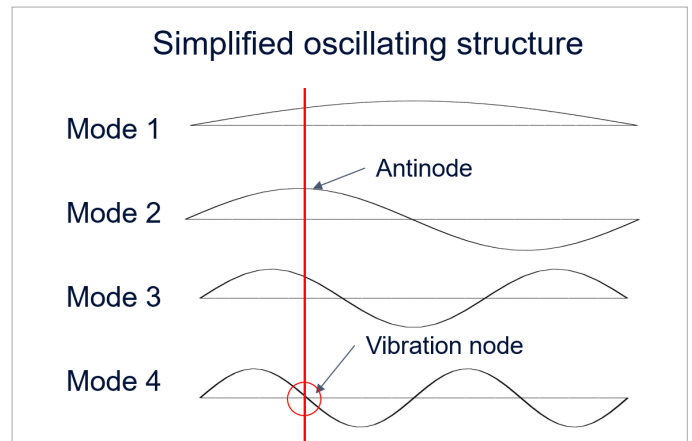
Einer der wichtigen Schritte bei der Vorbereitung der Impulshammer-Messung ist die Bestimmung der Referenzpunkte. Das Ziel bei der Auswahl von Referenzpunkten ist, vom gewählten Punkt alle relevanten Moden ausreichend erfassen zu können. Die Entscheidungsfindung basiert oftmals auf persönlichen Erfahrungen, numerischen Simulationen oder auf visuellen Auswertungen der Messdaten. Dies ist jedoch sehr aufwendig und fehleranfällig. Die Wahl falscher Referenzpunkte kann bewirken, dass Moden nicht oder nur schlecht gefunden werden, dies wiederum hat negative Auswirkungen auf die Ergebnisqualität. Diese Fehler werden oftmals erst am Ende der Modalanalyse oder im schlechtesten Fall gar nicht erkannt, weil die Moden in keiner Übertragungsfunktion auftauchen. Korrekturen oder eine erneute Modalanalyse-Messung erhöhen Zeitaufwand und Kosten.

Einsatz von KI zur schnellen und sicheren Bestimmung der optimalen Referenzpunkte

Reference+ verfolgt einen neuen, innovativen Ansatz. Bei einfacheren Strukturen detektiert die künstliche Intelligenz (KI) die Moden auf der Basis weniger Anschlags-Messungen (5 bis 10) und bestimmt automatisch und ohne weitere Interaktion die optimalen Referenzpunkte. Unabhängig davon, ob Sie nur wenige oder bereits größere Erfahrungen mit den Impulshammer-Messungen besitzen: Reference+ liefert nach jeder Anregung sofort Ergebnisse, die sonst nur z. B. durch den Einsatz langwieriger Simulationen erzielt werden können.

Nach Durchführung aller Anregungen bestimmt der Algorithmus von Reference+ automatisch die optimalen Referenzpunkte, ohne dass spätere Korrekturen oder Simulationsergebnisse nötig sind.

Auch bei größeren, komplexeren Strukturen profitieren Sie enorm. Der Workflow ändert sich nicht, lediglich die Anzahl der zu untersuchenden Referenzpunkte nimmt zu, damit der Algorithmus alle relevanten Moden detektieren und die optimalen Referenzpunkte bestimmen kann.



Die Aufgabe von Reference+ besteht darin, Referenzpunkte so vorzuschlagen, dass sie stets an Moden beteiligt sind. Wie oben dargestellt würde eine falsche Platzierung in diesem Fall dazu führen, dass „Mode 4“ nicht in den Transferfunktionen erscheint, da keine Auslenkung erfolgt.

Point	Name	Poles	Date...
3	New Point	17 / 20	
7	New Point	16 / 20	
6	New Point	14 / 20	
8	New Point	14 / 20	
9	New Point	14 / 20	
11	New Point	14 / 20	
1	New Point	13 / 20	
4	New Point	12 / 20	
12	New Point	12 / 20	
10	New Point	11 / 20	
2	New Point	9 / 20	
5	New Point		

Optimal References	
Point	
4	
3	



Reference+ bietet eine innovative „Barcode“-Anzeige (links) zur schnellen Interpretation der Modalinhalte und zum direkten Vergleich der Eignung potenzieller Referenzpunkte. Darüber hinaus steht nach jedem Schlag sofort die vereinfachte Liste der optimalen Referenzpunkte (rechts) zur Verfügung.

Drei Schritte zur Bestimmung der optimalen Referenzpunkte

Schritt eins: Frontend- und Sensorkonfiguration

Die Frontend-Auswahl zeigt alle über USB oder Netzwerk angeschlossenen und unterstützten Frontends sowie Module als Grafiken an. Per Drag-and-drop sind sogar größere Messsysteme mit mehreren hundert Kanälen intuitiv und schnell zusammengestellt.

Selbst ohne momentan verfügbare Hardware können Sie Ihr Messsystem mit dem Simulierten Frontend virtuell konfigurieren. Alle vorgenommenen Einstellungen lassen sich später übertragen, sobald das reale Messsystem angeschlossen ist.

Anschließend weisen Sie Ihrem Messsystem die Software-Sensoren zu. Dazu steht Ihnen die Kanalliste zur Verfügung, in der alle Kanäle modulweise gruppiert aufgelistet werden. Es müssen ein Beschleunigungsaufnehmer und ein Impulshammer angeschlossen sein, die Sie bequem über das Tool-Fenster „Sensoren zuweisen“ oder eine Sensorbibliothek verbinden können. Bei TEDS-Sensoren an HEADlab-Frontends lassen sich Sensorinformationen wie etwa die Seriennummer abrufen.

Schritt zwei: Parameter-Bestimmung

Mithilfe von Automatikfunktionen können Sie auf der Grundlage weniger Probeschläge alle für die Ermittlung der optimalen Referenzpunkte wichtigen Analyseparameter bestimmen.

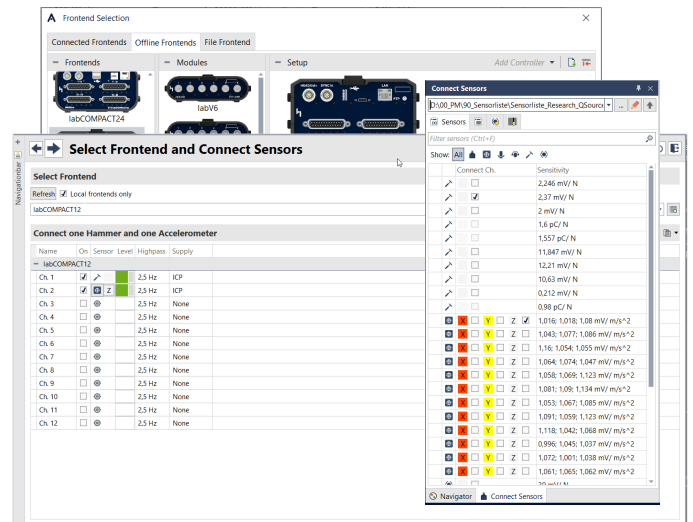
Dabei erhalten Sie nach jedem Schlag neben dem visuellen Feedback durch Statusanzeigen auch ein akustisches Feedback über die Qualität des Schlags, sodass Sie auch ohne tiefgehendes Fachwissen sehr schnell die gewünschten Resultate erzielen.

Die Qualitätskontrollfunktion prüft auf Doppelschläge zwischen Impulshammer und angeregtem Messobjekt, Übersteuerung und zu geringe Aussteuerung des Impulshammers bzw. eine Übersteuerung der Beschleunigungssensoren. Wird eines dieser Kriterien verletzt, kann der Schlag wiederholt werden. Damit haben Sie die Sicherheit, dass die Qualität aller Schläge zufriedenstellend ist.

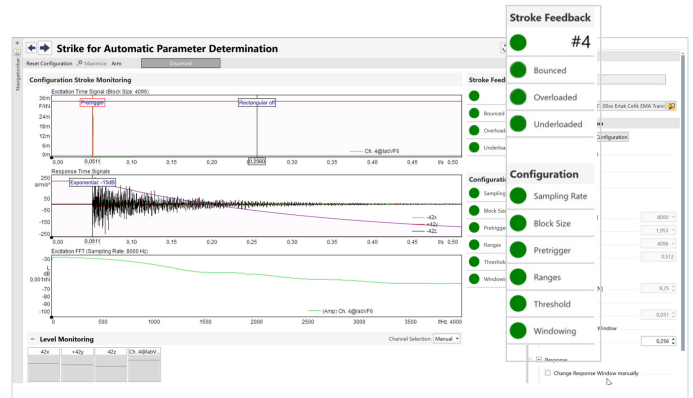
Auf drei Kontrollmonitoren, die das Anregungs-Zeitsignal, das Zeitsignal des definierten Referenzpunkts und das FFT-Spektrum der Anregung zeigen, erhalten Sie weiteres Feedback, das Rückschlüsse auf den ausgeführten Schlag ermöglicht. Zusätzlich zeigt Ihnen die Pegelanzeige die Momentan-Pegel des Impulshammers und des Referenzpunkts.

Schritt drei: Bestimmung der optimalen Referenzpunkte

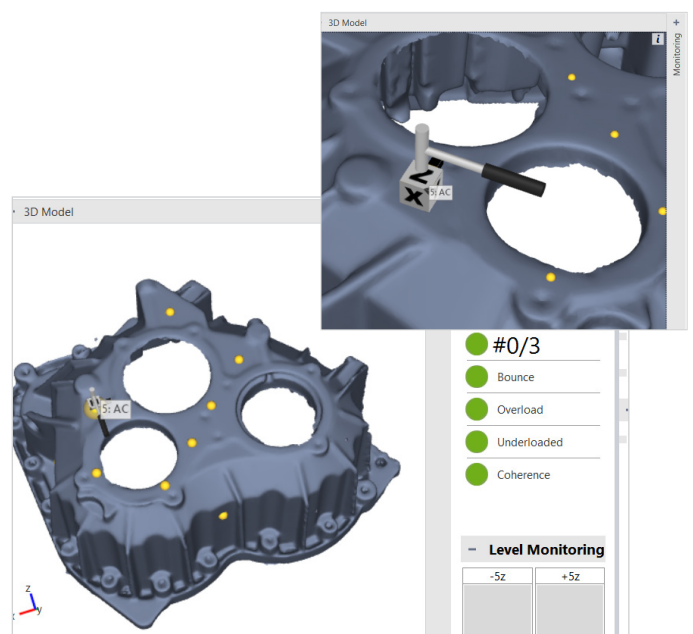
Zuerst legen Sie die Punkte für die Anregungen fest. Dafür genügen 5 bis 10 Punkte, die Sie entweder manuell (ohne Koordinaten und Freiheitsgrade) oder mithilfe einer Messpunktbibliothek mit



Über die Frontend- und Sensorkonfiguration lassen sich das Frontend auswählen und die gewünschten Sensoren festlegen. Benötigt werden lediglich ein Impulshammer und ein Beschleunigungssensor.



Die assistenzgeführte Funktion führt schrittweise durch standardisierte Abläufe der Parameter-Bestimmung und beinhaltet automatische Qualitätskontrollen mit visuellem und akustischem Feedback.



Ein 3D-Modell kann mithilfe einer Messpunktbibliothek importiert werden. Alle importierten Punkte mit aktivierter Position werden als Kugeln in der Farbe ihrer jeweiligen Messgruppe im dreidimensionalen Raum visualisiert.

Punkten und eines 3D-Modells bestimmen. Ein importiertes 3D-Modell, das Sie zoomen, drehen, kippen und verschieben können, hilft Ihnen durch das Visualisieren der Position aller Punkte im dreidimensionalen Raum. Weitere Punkte können sehr einfach hinzugefügt oder wieder gelöscht werden.

Zusätzlich werden in einer tabellarischen Darstellung die Punkte mit Statusinformationen aufgelistet, sodass sie strukturiert abgearbeitet werden können. Für die Messungen werden Impulshammer und Sensor gemeinsam von einem Punkt zum nächsten bewegt, sodass jede Eingangsinertanzmessung direkt in der Nähe des Beschleunigungsaufnehmers erfolgen kann.

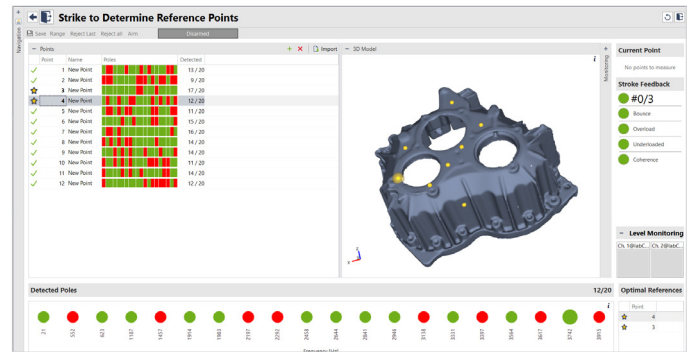
Die Qualitätskontrollfunktionen prüfen dabei auf Doppelschlag, Übersteuerung, zu geringe Aussteuerung des Impulshammers und kontrollieren außerdem die Kohärenz. Wird eines dieser Kriterien verletzt, erhalten Sie wie bei den Probeschlägen eine entsprechende visuelle und akustische Rückmeldung. Ohne Interaktion mit dem Rechner wird der Schlag automatisch verworfen und kann komfortabel wiederholt werden. Dank der akustischen Rückmeldung kann der Fokus während der Messung auf den anzuregenden Referenzpunkt gerichtet bleiben. Dies ermöglicht eine schnelle Durchführung auch ohne Blick auf den Bildschirm.

Sie können diese Automatikfunktionen natürlich auch abschalten und für jeden Schlag einzeln festlegen, ob Sie ihn verwenden oder verwerfen möchten.

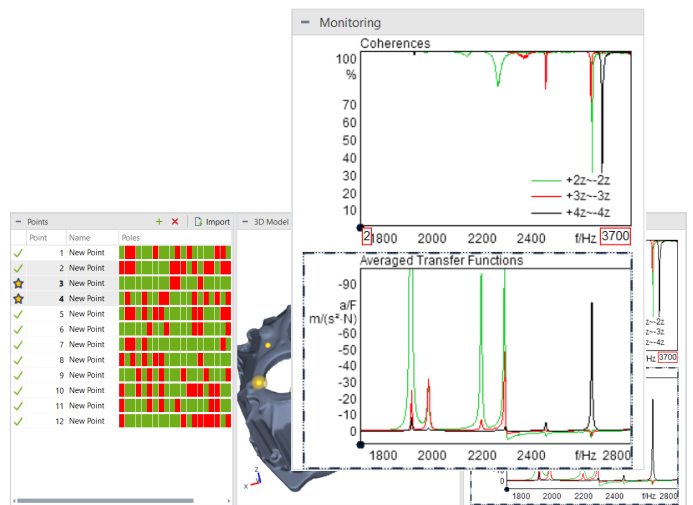
Zur weiteren Kontrolle stehen in Diagrammen die berechneten Kohärenzen und die gemittelten Übertragungsfunktionen aller ausgewählten Punkte zur Verfügung.

Basierend auf den Berechnungen der KI zeigt Reference+ Ihnen nach jedem Schlag alle in den gemittelten Übertragungsfunktionen gefundenen Pole mit der entsprechenden Frequenz in einer neuen, farbcodierten Übersicht. Ohne weitere Interaktion sucht Reference+ darüber hinaus automatisch unter den gemessenen Punkten die optimalen Referenzpunkte und kennzeichnet sie mit einem Stern. Hierbei werden alle bereits durchgeführten Messungen berücksichtigt.

Reference+ gibt Ihnen ohne großen Mehraufwand eine signifikante Verbesserung und Sicherheit für die Impulshammer-Messungen. Um den Arbeitsablauf bei der experimentellen Modalanalyse nicht zu unterbrechen, ist Reference+ nahtlos in das Strukturanalyse-Paket von ArtemiS SUITE integriert.



Nach jeder Anregung wird der Beschleunigungsaufnehmer zusammen mit dem Impulshammer auf den nächsten Punkt versetzt, bis aus allen untersuchten Punkten der oder die optimalen Referenzpunkte bestimmt sind.

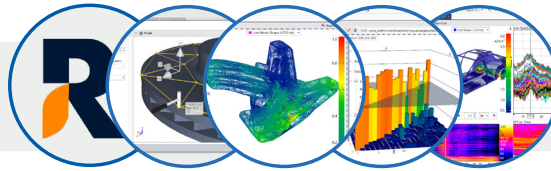


Die optional einblendbaren Diagramme zeigen die berechneten Kohärenzen und die gemittelten Übertragungsfunktionen aller ausgewählten Punkte.

Point	Name	Poles	Detected
✓	1 New Point	[Color-coded Poles]	13 / 20
✓	2 New Point	[Color-coded Poles]	9 / 20
★	3 New Point	[Color-coded Poles]	17 / 20
★	4 New Point	[Color-coded Poles]	12 / 20
✓	5 New Point	[Color-coded Poles]	11 / 20
✓	6 New Point	[Color-coded Poles]	15 / 20
✓	7 New Point	[Color-coded Poles]	16 / 20
✓	8 New Point	[Color-coded Poles]	14 / 20
✓	9 New Point	[Color-coded Poles]	14 / 20
✓	10 New Point	[Color-coded Poles]	11 / 20
✓	11 New Point	[Color-coded Poles]	14 / 20
✓	12 New Point	[Color-coded Poles]	

Optimal References	
Point	
★	4
★	3

Ein weiterer Algorithmus vergleicht alle gemessenen Punkte miteinander und schlägt die Kombination vor, die die bestmöglichen modalen Inhalte aufweist und gleichzeitig den geringsten Aufwand erfordert.




APR 440
REFERENCE+

Bestimmung der optimalen Referenzpunkte

- › Automatische Bestimmung der optimalen Referenzpunkte
- › Assistenzgeführter Prozess mit geringer Interaktion

Vorteile

- › Schnelle Resultate ohne zusätzliche Simulationsergebnisse
- › Hohe Messsicherheit sowohl für Einsteiger und als auch für fortgeschrittene Nutzer




APR 430
IMPACT MEASUREMENT

Impulshammer-Messung

- › Roving Hammer mit festen Referenzpunkten
- › Roving Accelerometer mit festen Anregungspunkten
- › Assistenzgeführter Prozess

Vorteile

- › Fehlervermeidung dank Qualitätskontrollen mit visuellem und akustischem Feedback
- › Schnelle Frontend- und Sensor-Konfiguration
- › Intuitive Bedienung



APR 420
MODAL ANALYSIS PROJECT

Modalanalyse

- › Automatische Bestimmung der Modellgröße mithilfe von KI
- › LSCF-Verfahren
- › Grafische MAC-Darstellung

Vorteile

- › Intuitives, interaktives Arbeiten
- › Äußerst schnelle Ergebnisse dank teil-automatisiertem Workflow



APR 410
SHAPE COMPARISON PROJECT

Schwingungsformen-Vergleich

- › Detektion passender Schwingungsformen

Vorteile

- › MAC-Matrix / MPC-Wert
- › Einbindung von Simulationsdaten
- › Intuitive Bedienung



APR 400
OPERATING DEFLECTION SHAPE PROJECT

Betriebsschwingungs-Analyse

- › Analyse von Betriebschwingungsformen

Vorteile

- › Einfaches Erkennen von Mustern und Auffälligkeiten
- › Intuitive Bedienung

Lieferumfang und Zubehör

Lieferumfang

- › APR 440 (Code 50440)
Reference+
Modul von ArtemiS SUITE zur Bestimmung von optimalen Referenzpunkten für experimentelle Modalanalysen

Erforderlich

- › APR 000 (Code 50000)
APR Framework
Basis von ArtemiS SUITE

Unterstützte Frontends

- › *labCTRL II.1*
- › *labCOMPACT12 II*
- › *labCOMPACT24 II*
- › *labHSU*
- › *SQuadriga III*
- › *SQobold*

Nicht mehr verfügbar:

- › *labCTRL I.1*
- › *labCTRL I.2*
- › *labCOMPACT12*
- › *labCOMPACT24*
- › *SQuadriga II*

Unterstützte HEADlab-Module

- › *labVF6 II*
- › *labVF6-Iso II*
- › *labV6HD*
- › *labV12 II*
- › *labV24 II*
- › *labV8x3-Iso II*
- › *labV12-O4 II*
- › *labM6 II*
- › *labCF6*

Nicht mehr verfügbar:

- › *labV6*
- › *labVF6*
- › *labV12*
- › *labV12-V1*
- › *labV12-V2*
- › *labM6*
- › *labM6-V1*

Zusätzliche Hardware (erforderlich)

- › Impulshammer
- › Beschleunigungsaufnehmer
- › Computer / Laptop / Tablet (Windows)

Strukturanalyse-Paket von ArtemiS SUITE

- › APR 400 (Code 50400)
Operating Deflection Shape Project

Ein ODS-Projekt ermöglicht es, Betriebsschwingungsformen mit 3D- und CAD-Objektdateien zu kombinieren, um eine detaillierte Strukturanalyse des dynamischen Verhaltens durchzuführen. Darüber hinaus können mit dem Zeitbereich-Animations-Projekt (TDA) Auslenkungen in einer zeitvarianten Struktur analysiert werden.
- › APR 410 (Code 50410)
Shape Comparison Project

Shape Comparison Project ermöglicht es, Schwingungsformen zu analysieren und zu vergleichen. Einzelne Formen können analysiert, Simulationen mit realen Messungen verglichen und Komponentenänderungen bewertet werden.
- › APR 420 (Code 50420)
Modal Analysis Project

Mit dem leistungsfähigen Modal Analysis Project können Schwingungsmuster von beliebig komplexen Simulationen oder Testobjekten einfach und effizient untersucht werden. Dies ermöglicht eine gründliche Untersuchung des dynamischen Verhaltens, ohne dass umfangreiches Fachwissen erforderlich ist.
- › APR 430 (Code 50430)
Impact Measurement

Impact Measurement ermöglicht es selbst unerfahrenen Anwendenden, schnell und sicher Impulshammer-Messungen (Roving Hammer/Roving Accelerometer) für Strukturanalysen durchzuführen.

Kompatibilitätskriterien für eine Messpunktbibliothek

(die Messpunktbibliothek ist in APR Framework enthalten)

- › Eine zur Messpunktbibliothek passende Messdatei mit Übertragungsfunktionen, die idealerweise mit einer Impulshammer-Messung oder dem Rekorder von ArtemiS SUITE (APR 040 ist erforderlich) aufgezeichnet wurde.
- › Jede Kombination aus gemessenem Freiheitsgrad und Referenz-Freiheitsgrad darf nur einmal vorhanden sein.
- › In den Kanälen müssen die Akzeleranz (Beschleunigung/Kraft, auch Inertanz genannt), die Mobilität (Geschwindigkeit/Kraft, auch Admittanz genannt) oder die dynamische Flexibilität (Verschiebung/Kraft) abgelegt sein.

Voraussetzung: APR Framework (Code 50000)



Kontaktinformationen

Ebertstraße 30a
52134 Herzogenrath, Deutschland
Telefon: +49 2407 577-0
E-Mail: sales@head-acoustics.com
Website: www.head-acoustics.com