



Expertises Dynamiques Machines et Structures

- Expertises vibratoires de machines tournantes
- Expertises vibratoires de structures
- Mesures de contraintes

Simulateur Expert

Le plus complet « laboratoire d'expérimentation » pour l'enseignement et la compréhension des défauts vibratoires des machines tournantes

Sur les machines tournantes, les principaux défauts sont : alignement, équilibrage, roulements, résonance, engrenages, hydraulique, problème moteur, courroie et mécanisme alternatif. Il est essentiel de maîtriser leur diagnostic pour réaliser une maintenance préventive complète.

Ce simulateur Expert permet d'étudier une grande variété de défauts à l'aide des 28 kits d'options

Caractéristiques :

- Modulaire, robuste et simple d'utilisation.
- Etudier des spectres vibratoires des principaux défauts et apprendre leur signature.
- Etudier des phénomènes de résonance et des problèmes de fixations.
- Etudier les phénomènes vibratoires liés au engrenages et transmission.
- Méthode simple pour créer des défauts précis selon les besoins.
- Manuel avec des exercices pour un apprentissage individuel.
- 34 kits de défauts/études disponibles

complet, robuste et fonctionnel, idéal pour l'apprentissage et le perfectionnement



Spécifications :

Générales

Moteur AC (373W) à vitesse variable de 0 à 10 000 RPM, 110/220 Volts, 60/50 Hz,
Paliers démontables facilement
Support de maquette isolant aux vibrations
Dimension : 90cm×36cm×42cm
Poids : ~60kg

Disques

2 disques en aluminium avec une rangée de 18 perçages et 2 disques de charge.
1 disque de charge

Sécurité

Protection transparente en plexiglas

Kits d'options pour Simulateur Expert

Le Simulateur Expert est simple d'utilisation pour l'apprentissage des signatures vibratoires des différents défauts de fonctionnement d'une machine industrielle et pour réaliser des études approfondies d'analyse vibratoire grâce aux kits d'options qui permettent de multiples configurations correspondant à différents types de défauts.

Tous les kits d'options disponibles avec ce simulateur sont décrits ci-dessous.

Disque excentrique :

- Apprendre les effets d'un élément excentrique sur la signature spectrale.
- Déterminer la relation entre l'excentricité et le balourd.
- Développer des techniques pour localiser et corriger les effets d'une excentration.
- Apprendre les effets d'une variation de masse et de moment d'inertie sur l'amplitude des vibrations.

Ce kit consiste en un disque en aluminium avec un perçage central excentré.



Disque voilé:

- Apprendre les effets d'une poulie qui n'a pas été correctement fixé sur son rotor.
- Apprendre la signature vibratoire d'un élément mal fixé.
- Développer des méthodes pour corriger ce type de problème.
- Apprendre les effets d'une variation de masse et de moment d'inertie sur l'amplitude des vibrations.

Ce kit consiste en un disque en aluminium qui a été percé avec un certain angle de perçage.



Kit d'accouplements :

- Apprendre les effets de la raideur de l'accouplement sur le comportement dynamique du rotor et sur sa signature vibratoire.
- Clarifier la complexité des problèmes de désalignement de machine.

Chaque kit est constitué d'un accouplement à denture, d'un accouplement à deux inserts, d'un accouplement élastique et d'un accouplement rigide en acier.



Rotor cintré à une extrémité :

- Ce rotor cintré permet de mesurer la signature vibratoire du à un effet gyroscopique.
- Observer la difficulté d'équilibrer un rotor cintré à une extrémité.
- Tester l'alignement d'un rotor cintré



Rotor cintré :

- Analyse la signature vibratoire d'un rotor cintré.
- Observer les difficultés d'équilibrer un rotor qui est cintré.

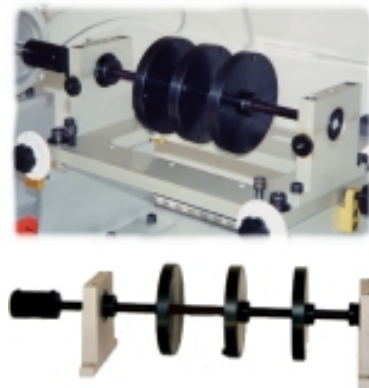


Kit de résonance rotor :

- Conçu pour reproduire les phénomènes de résonance et de vitesses critiques de rotor.
- Les vitesses critiques en dessous de 2000 RPM simulent des conditions réelles de fonctionnement en toute sécurité.
- Déplacer les disques et les paliers afin d'étudier l'effet de la masse et de la raideur sur les fréquences de résonances et la forme des modes.
- Etudier les conséquences d'une résonance et développer des méthodes de contrôle.
- Etudier les effets du couplage dus aux modes très proches.
- Etudier les comportements dynamiques non linéaire..

Le rotor est conçu avec une fréquence de résonance assez haute (7 000 RPM ou plus selon la position des disques), cette fréquence est haute pour étudier la résonance en toute sécurité.

Le kit résonance contient un rotor spécial, 3 disques, deux roulements et un accouplement.



Kit de défauts de roulements :

- Apprendre l'analyse temporelle et spectrale des roulements avec des défauts classiques.
- Apprendre l'analyse du signal comme les moyennes et la l'influence de la résolution spectrale pour déterminer les défauts de roulements.
- Tester l'effet d'un défaut plus important sur un roulement.
- Déterminer pourquoi une bonne résolution est nécessaire pour diagnostiquer un défaut de roulement lorsque la fréquence de défaut est proche d'une fréquence multiple de la fréquence de rotation.
- Apprendre comment un signal chargé peut masquer d'autres signaux de plus faibles amplitudes.



Ce kit contient : 4 roulements avec chacun un défaut différent : un défaut de bague intérieure, défaut de bague extérieure, un défaut d'éléments roulants, et une combinaison de défauts. Les fréquences de défauts sont très proches des multiples de la vitesse de rotation.

Kit de palier avec défaut géométrique :

- Reconnaître la signature d'un roulement mal monté dans son logement pour envisager des actions correctives.

Ce kit permet de simuler un mauvais montage d'un roulement dans son logement.



Kit rotor de 25.4 mm de diamètre :

Ce kit est essentiel pour mieux étudier les défauts des roulements rencontrés dans l'industrie. Il est conçu pour faire apparaître des fréquences de défauts de roulements loin des multiples de la fréquence de rotation. Les roulements standard (typiquement comme la majorité des roulements) ont des fréquences de défauts proche des multiples de la fréquence de rotation, ce qui requiert une bonne résolution spectrale pour les identifier.

- Identifier les fréquences de défauts de roulements (sans avoir une grande résolution spectrale).
- Apprendre l'analyse du signal comme les moyennes et la l'influence de la résolution spectrale pour déterminer les défauts de roulements.
- Tester l'effet d'un défaut plus important sur un roulement.

Ce kit inclus deux paliers démontables, deux roulements pour montage sur un axe de 25.4mm de diamètre, un rotor de 25.4mm de diamètre et un accouplement.



Kit de défaut de roulements pour rotor de 25.4 mm de diamètre :

- Ce kit se compose de roulements volontairement dégradés pour apprendre l'analyse temporelle et spectrale des défauts classiques de roulements lorsque les fréquences de défauts sont loin des fréquences multiples de la fréquence de rotation.
- Ce kit contient 4 roulements avec chacun un défaut différent : un défaut de bague intérieure, un défaut de bague extérieure, un défaut d'éléments roulants, et une combinaison de défauts.



Charge pour rotor de diamètre 2.5 cm :

- Apporter une inertie et une masse importante
- Démontrer comment la charge affecte l'amplitude des vibrations sur les roulements.
- La position axiale peut être ajustée.
- Une charge radiale sur les paliers permet de voir les effets sur les phénomènes spectraux.



Kit paliers lisses (hydrodynamiques):

- Le rotor fonctionne avec de la graisse qui lubrifie le palier.
- Les paliers sont fendus afin de pouvoir modifier les jeux à l'aide de cales.
- Conçu pour l'analyse d'orbite.

Ce kit consiste en deux paliers lisses ainsi que le nécessaire pour les fixer.



Kit de Rub :

- Ce kit permet de mesurer le phénomène de rub (frottement) associé à différents matériaux et sous différent angle, charge et conditions de lubrification.
- Les différents matériaux qui vont générer le frottement sont faciles à mettre en place.
- Ces expériences peuvent être réalisées sur le rotor ou sur les disques.

Ce kit se compose d'un bras ajustable sur lequel viennent s'adapter les différents matériaux. Ce bras est ajustable dans différentes positions.



Kit de défaut Moteur :

Rotor désaligné

Introduire un désalignement connu parallèle ou/et angulaire dans le plan horizontal pour étudier l'effet d'un entrefer variable (force électromagnétique) sur les vibrations et sur le spectre du courant électrique d'alimentation.

- Mesurer l'effet du désalignement sur la consommation électrique du moteur.
- Etudier les effets du type de désalignement sur la vitesse de rotation et sur le spectre de vibration
- Etudier l'effet de l'augmentation de température sur le comportement des moteurs.
- Mécanisme simple pour retrouver les conditions initiales.



Rotor cintré

Le rotor est démonté et est remplacé par un rotor cintré.

- Etudier les effets d'un rotor fléchi sur la signature vibratoire.
- Etudier l'effet d'un rotor fléchi sur la puissance électrique consommée.
- Etudier l'effet de l'augmentation de température sur le comportement des moteurs.

Défauts de roulements

Le moteur est démonté, les deux roulements sont enlevés et des roulements avec défauts sont mis en place.. L'utilisateur peut choisir les défauts de roulements qu'il souhaite observer.

- Etudier les effets d'un défaut de roulement sur la signature spectrale.
- Etudier l'effet d'un défaut de roulement sur la puissance électrique consommée.
- Etudier l'effet de l'augmentation de température sur le comportement des moteurs.

Rotor déséquilibré

Le moteur est démonté et certaines pièces sont enlevées pour créer un défaut de balourd.

- Etudier l'effet d'un rotor déséquilibré sur la signature spectrale.
- Etudier l'effet d'un rotor déséquilibré sur la puissance électrique consommée.
- Etudier l'effet de l'augmentation de température sur le comportement des moteurs.

Rotor avec barres cassés

- Etudier l'effet de barres cassées sur les spectres du courant d'alimentation et observer que les vibrations sont fonction de la vitesse et de la charge.

Etudier l'effet d'une barre cassée sur la puissance électrique consommée.

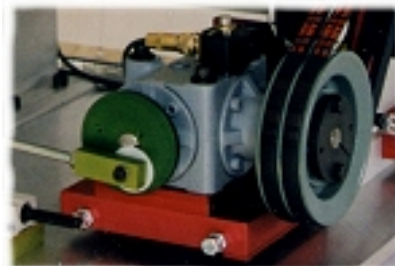
Kit courroie, réducteur, et système de frein:

- Apprendre l'effet du désalignement sur une courroie et mesurer les fréquences de défaut de courroie.
- Apprendre les effets de la charge, du jeu et d'un défaut sur une dent, sur les amplitudes et fréquences d'engrènements ainsi que leur bandes latérales.
- Etudier les techniques d'analyse du signal comme le moyennage synchrone temporel, les ondelletes, la FFT, etc pour les défauts d'engrenages.
- Développer une expertise pour diagnostiquer les problèmes d'engrenages sous des conditions de charge ou de vitesse variable.
- Apprendre les effets des modulations de fréquence et d'amplitude sur les spectres vibratoires.

Le système de courroie en V et les poulies présentent des caractéristiques industrielles. Les pignons peuvent être facilement démontés pour un examen visuel, un ajustement du jeu, ou pour mettre en place un défaut. Les roulements sont des roulements à billes. Le système de freinage peut être utilisé pour appliquer différents couples ou charges sur l'engrenage. Un mécanisme optionnel alternatif peut être accouplé pour créer des à-coups et simuler des défauts de charge variable.

Ce kit consiste en un réducteur, une plateforme d'ajustement, un frein, deux doubles poulies, et deux courroies en V.

Ce kit n'est pas disponible avec le simulateur premium.



Kit de pignon défectueux

L'assemblage défectueux consiste en deux pignons prêts à être installés. Le jeu entre les pignons peut être ajusté.

Ce kit consiste en un pignon avec une dent manquante et un second avec une dent ébréchée.

Ce kit n'est pas disponible avec le simulateur premium.



Réducteur droit usé

L'usure de l'engrenage est créée en accélérant le processus d'usure pour simuler les caractéristiques d'un engrenage qui a fonctionné pendant longtemps. Les résultats de cette usure sont une augmentation des jeux de denture, des jeux au niveau des roulements et des dentures marquées. Comparer le spectre d'un mauvais réducteur et d'un bon réducteur.

Ce kit donne l'opportunité de pratiquer les techniques de diagnostic des défauts d'engrenages.

Ce kit n'est pas disponible avec le simulateur premium.



Poulie excentrique:

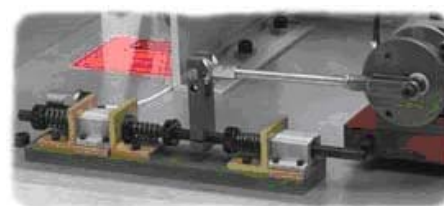
Les défauts dus à des poulies excentrées sont très courants dans l'industrie. L'excentration ne crée pas seulement du balourd mais excite aussi les fréquences de résonance de courroie qui contribuent à créer des vibrations et du bruit. Ce kit consiste en une poulie excentrique qui peut être montée sur l'extrémité d'un rotor.



Kit mécanisme alternatif:

Ce mécanisme alternatif se caractérise par la présence de 4 ressorts avec butée indépendante qui permettent de régler la course du piston. Le design permet deux réglages différents de la course. L'utilisation de différents types de ressort (raideur, course) permet de générer différentes courses et charges sur le système.

- Apprendre à diagnostiquer les machines alternatives et les machines à charge variable.
- Etudier les différentes techniques de mesure des vibrations de torsion.
- Démontrer la nécessité d'avoir un analyseur capable de faire du suivi de vitesse et d'en afficher les résultats.



Ce kit consiste en un montage alternatif avec une came et un « villebrequin ».

Ce kit n'est pas disponible avec le simulateur premium.

Kit pompe:

- Etudier les spectres de vibrations dus à la cavitation.
- Déterminer les conséquences de la cavitation.
- Visualiser la cavitation grâce au couvercle transparent de la pompe.
- Etudier l'effet des turbulences sur la signature vibratoire.
- Etudier l'effet de la charge de la pompe sur le moteur et les autres composants.
- Etudier l'effet des différentes ouvertures de culasse et de valve d'aspiration et/ou de refoulement sur le débit de la pompe.
- Etudier l'effet des variations de vitesse et de charge sur les spectres vibratoires.
- Etudier l'effet du jeu entre les aubes et le stator de la pompe.
- Tester de nouveaux cas en utilisant d'autres liquides de viscosité différente.



Le kit pompe consiste en un simple étage de pompe centrifuge, deux manomètres, un débitmètre, un réservoir, un couvercle en Plexiglas pour visualiser la cavitation, des valves, et tous les accessoires pour installer ce système sur le simulateur. Ce système est entraîné par une double poulie. L'utilisateur doit simplement démonter le réducteur pour monter la pompe.

Pompe usée:

Afin de reconnaître les vibrations et les phénomènes hydrauliques associés à une pompe usée, une pompe avec cavitation a été développée.

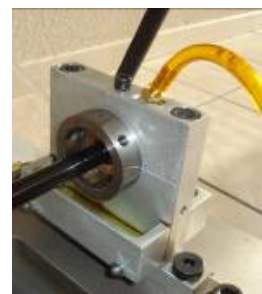
Ce kit consiste en une pompe usée à monter sans la poulie.



Kit d'étude WHIRL/WHIP pour rotor de Ø12.7mm:

- Apprendre les effets d'une instabilité de palier.
- Reconnaître la signature du WHIRL et du WHIP.
- Développer des techniques de reconnaissances de ces défauts.

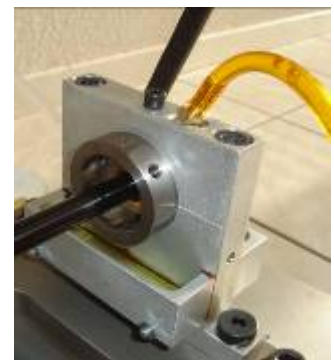
Ce kit est composé de 6 coussinets (3 paires de bagues) pour faire varier les jeux de palier. Deux coussinets spécifiques ayant une forme légèrement elliptique génère des instabilités de WHIP et de WHIRL.



Kit d'étude WHIRL/WHIP pour rotor de Ø16,9mm:

- Apprendre les effets d'une instabilité de palier.
- Reconnaître la signature du WHIRL et du WHIP.
- Développer des techniques de reconnaissances de ces défauts.

Ce kit est composé de 6 coussinets (3 paires de bagues) pour faire varier les jeux de palier. Deux coussinets spécifiques ayant une forme légèrement elliptique génère des instabilités de WHIP et de WHIRL.

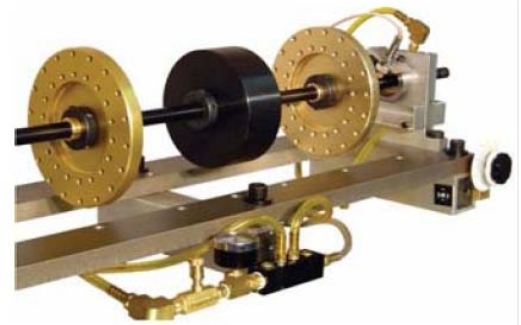


Kit de conversion des paliers lisses en paliers à roulements

Ce kit inclut deux paliers avec des logements pour l'installation des roulements (Ø de rotor 12.7mm ou 16.9mm), un arbre de Ø16.7mm, deux disques en alu, un accouplement et un disque de charge.

Kit d'étude WHIRL/WHIP

Ce kit inclut un rotor de 16.9mm poli, deux disques en aluminium avec deux rangées de perçage, un accouplement pour l'étude des phénomènes de Whirl/Whip ($\varnothing 16.9\text{mm}$), un disque de charge.



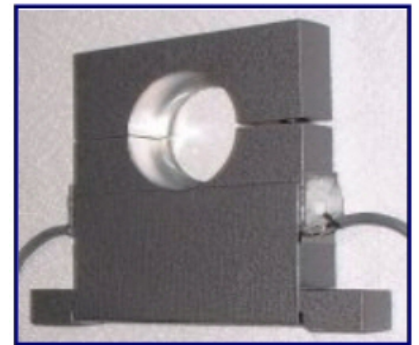
Capteur de force dans le palier :

- Mesurer les forces exercées sur les paliers dues au désalignement, au balourd, à la tension et au lignage de la courroie.
- Montrer comment une masse sur le rotor quadruple la force sur le palier quand la vitesse double, sans que les vibrations ne suivent la même tendance.
- Quantifier l'influence des tensions de courroie sur les forces appliquées.
- Apprendre à effectuer la relation entre les vibrations et la force associé à des défauts comme des résonances, des défauts de roulement et autre.
- Observer la rotation de phase à 180° lorsque le rotor passe une vitesse critique.
- Apprendre la relation entre spectre de vibration et spectre de force.

Il existe trois options possibles selon les besoins de l'utilisateur:

- Capteur de force vertical pour rotor de diamètre 15.9mm et 25.4mm.
- Capteur de force horizontal pour rotor de diamètre 15.9mm et 25.4mm.
- Capteur de force horizontal et vertical pour rotor de diamètre 15.9mm et 25.4mm.

Ce kit consiste en un capteur de force avec câble, alimentation et conditionnement.



Boîtier de jonction capteur:

Avec le boîtier de jonction capteur composé de 18 connecteurs BNC (qui possède tous un label), le simulateur peut être déplacé ou rangé plus facilement. Les capteurs se connectent à l'intérieur du couvercle en Plexiglas et la connexion au PC est en dehors du couvercle ce qui permet une meilleure organisation du câblage des capteurs.



Kit rotor fissuré

- Etudier les effets d'une fissuration de rotor sur ses fréquences propres et sur son comportement vibratoire.
- Développer des techniques pour détecter les différentes étapes d'une fissuration de rotor.
- Etudier la propagation d'une fissuration de rotor.

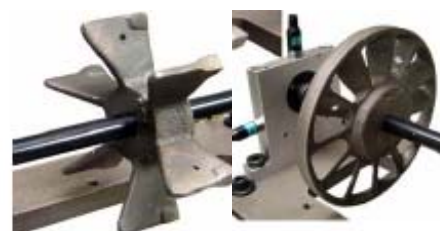
Ce kit inclut un rotor de 16mm avec une bride spécifique qui simule une fissure et un rotor de 16mm avec un début de fissuration.



Kit d'étude ventilateur

- Etudier la signature acoustique d'un ventilateur.
- Etudier les effets des différents débits sur la signature vibratoire.
- Développer des méthodes de control du bruit et vibration des ventilateurs.

Ce kit inclut un ventilateur à 6 pales, un ventilateur à 10 pales, un ventilateur axial à 12 pales, et un dispositif d'obstruction de pales.



Kit compresseur alternatif

- Etudier les performances d'un compresseur alternatif.
- Etudier les pulsations de pression et les effets des décompressions sur le comportement du compresseur.
- Développer des techniques de diagnostic pour les compresseurs alternatifs.
- Etudier les signatures acoustiques et vibratoires des différents éléments du compresseur.

Ce kit inclut un compresseur de 373 W avec une tuyauterie de refoulement, deux bases de montage, deux courroies en V, un réservoir de 20 litres avec un contrôle de débit, et des tuyauteries de raccordement.

