

Soutenance de thèse de doctorat de Mr Okba Abid Charef le 26/04/2023

THEME: " Réduction passive des vibrations dans les systèmes mécaniques à l'aide des absorbeurs non linéaires".

Spécialité: Construction mécanique

Filière: Génie Mécanique

Département : Génie mécanique

RESUME

Tous les systèmes mécaniques présentent une réponse vibratoire lorsqu'ils sont exposés à des perturbations externes. Dans de nombreuses applications d'ingénierie, les vibrations sont indésirables et peuvent même avoir des effets nocifs. Par conséquent, le contrôle passif des vibrations mécaniques, c'est-à-dire le contrôle sans apport d'énergie externe, est devenu un sujet important et des recherches approfondies ont été menées dans ce domaine au cours des dernières décennies.

Le travail présenté dans cette thèse porte sur le contrôle passif de systèmes mécaniques soumis à des excitations harmoniques à l'aide d'absorbeurs linéaires et non linéaires. Le concept de Rigidité Négative semble être un phénomène dynamique intéressant susceptible de pousser au développement de grandes innovations. Les systèmes absorbeurs conçus selon ce principe se sont avérés très efficaces en termes d'élargir les performances réalisables des absorbeurs de vibration dynamiques. De plus, l'introduction d'une raideur cubique non linéaire peut essentiellement induire un phénomène de localisation de modes non linéaires sur une large gamme de fréquences permettant une atténuation efficace des vibrations résonnantes des systèmes mécaniques. Plusieurs aspects de recherche ont été développés dans ce travail : théorie de conception et étude numérique d'un absorbeur de vibration dynamique innovant avec rigidité négative pour le contrôle passifs des vibrations des systèmes primaires amortis, critères de conception optimale pour des absorbeurs dynamiques à rigidité négative pour le contrôle des vibrations des structures primaires non amorties, une nouvelle approche de conception pour déterminer les paramètres optimaux des absorbeurs traditionnels, une étude numérique approfondie et une interprétation de comportement dynamique des structures primaires amorties reliées par des absorbeurs de vibration non linéaires avec rigidité cubique.

MOTS CLÉS

Absorbeur de vibration dynamique, performances de contrôle optimales, rigidité négative, rigidité cubique, optimisation des paramètres de conception, système primaire amorti, longueur de course.

ABSTRACT

All mechanical systems exhibit vibrational responses when exposed to external disturbances. In many engineering applications, vibrations are undesirable and may even have harmful effects. Therefore, passive control of mechanical vibrations, i.e. control without the need for providing external energy, became an important topic and extensive research has been going on in this field over recent decades.

The work presented in this thesis deals with the passive control of mechanical systems subjected to harmonic excitations using Linear and Nonlinear absorbers. The concept of Negative Stiffness seems to be an interesting dynamic phenomenon likely to urge the development of great innovations. The absorber systems designed according to this principle proved to be very efficient in terms of expanding the achievable performance of dynamic vibration absorbers. Additionally, the introduction of nonlinear cubic stiffness may essentially induce a localization phenomenon of nonlinear modes over a wide range of frequencies allowing effective attenuation of resonant vibrations of mechanical systems. Several research aspects have been developed in this work: design theory and numerical study of a novel dynamic vibration absorber with negative stiffness for vibration control of damped primary systems, design criteria for optimally tuned vibration absorbers with negative stiffness for

vibration control of un-damped primary structures, a novel design approach for determining the optimal parameters of traditional absorbers, an in-depth numerical study and interpretation of dynamic behavior of damped primary structures attached by nonlinear vibration absorbers with cubic stiffness.

KEY WORDS

Dynamic vibration absorber, optimum control performance, negative stiffness, cubic stiffness, optimization of design parameters, damped primary system, stroke length.

ملخص

تظهر جميع الأنظمة الميكانيكية استجابة اهتزازية عند تعرضها لاضطرابات خارجية في العديد من التطبيقات الهندسية تكون الاهتزازات غير مرغوب فيها وقد يكون لها تأثيرات ضارة لذلك، أصبح التحكم السلبي في الاهتزازات الميكانيكية، أي التحكم دون الحاجة إلى توفير طاقة خارجية، موضوعاً مهماً، و لقد استمرت الأبحاث المكثفة في هذا المجال في العقود الأخيرة.

يتناول العمل المقدم في هذه الرسالة التحكم السلبي للأنظمة الميكانيكية المعرضة للإثارة التوافقية باستخدام أنظمة امتصاص خطية و أخرى غير خطية . يبدو أن مفهوم الصلابة السلبية هو ظاهرة ديناميكية مثيرة للاهتمام من المحتمل أن تحث على تطوير ابتكارات عظيمة. أثبتت أنظمة الامتصاص المصممة وفقاً لهذا المبدأ أنها فعالة للغاية من حيث توسيع الأداء القابل للتحقيق لأنظمة امتصاص الاهتزاز الديناميكية. بالإضافة إلى ذلك، قد يؤدي إدخال الصلابة التكميلية غير الخطية إلى ظهور ظاهرة توطين للأنماط الغير الخطية على نطاق واسع من الترددات مما يسمح بالتوهين الفعال للاهتزازات الرنانة للهياكل الميكانيكية. تم تطوير العديد من الجوانب البحثية في هذا العمل: نظرية التصميم والدراسة العددية لامتصاص اهتزاز ديناميكي مبتكر مع صلابة سلبية للتحكم في الاهتزاز لأنظمة الأولية المخمدة، معايير التصميم لامتصاص الاهتزاز المضبوط على النحو الأمثل مع صلابة سلبية للتحكم في اهتزاز الهياكل الأولية غير المخمدة، نهج تصميم جديد لتحديد المعلمات المثلى لأنظمة امتصاص الاهتزاز التقليدية، ودراسة عددية معمقة إلى جانب تفسير السلوك الديناميكي للهياكل الأولية المخمدة المرفقة بأنظمة الامتصاص غير الخطية ذات الصلابة التكميلية.

الكلمات المفتاحية

امتصاص الاهتزاز الديناميكي، أداء التحكم الأمثل، صلابة سلبية، صلابة مكعبة، تحسين معلمات التصميم، النظام الأساسي المخمد، طول المشوار.