جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم الميكانيكي/ ماجستير أتمتة الإنتاج

تطوير نظام تخميد للقوى الديناميكية المؤثرة على الأجهزة الإلكترونية المحمولة على عربة متحركة

Development of a Damping System for the Dynamic Forces Acting on Electronic Equipment Mounted on a Moving Vehicle

اسم الطالب : م. محمد حماد

الدكتور المشرف: د. محمد بسام أبو حرب الدكتور المشرف المشارك: د. ماجد حيبا

الملخص

طرح البحث الحالي بهدف تطوير نهج عمل يمَكِّن من تحميل واستخدام الأنظمة الإلكترونية المعدّة للاستخدام الثابت على مركبات مدولبة، من خلال تبنّي بعض التعديلات الإنشائية البسيطة بدلاً من تحمُّل التكاليف المالية الكبيرة المترتبة على شراء مركبات مجهزة بأنواع الأنظمة الإلكترونية اللازمة. وذلك اعتماداً على دراسات تجريبية وعددية هدفها تحديد طبيعة الاستجابة الحاصلة بدارة قيادة النظام الالكتروني المعني، بحيث يُعمَل على تغيير تلك الطبيعة من ديناميكية إلى شبه ساكنة. طُبّق هذا النهج على منصة الكترو-بصرية مخصصة للاستخدام الثابت. أثبتت النتائج المُستخلصة أن هناك حاجة لاعتماد بعض التعديلات التصميمية لمنع تواجد عدد من الترددات الذاتية للدارة ضمن النطاق الترددي لقوى التحريض القسري المؤثرة. بالإضافة إلى ذلك، تم إثبات إمكانية تحميل الأنظمة الإلكترونية المخصصة للاستخدام الثابت بنجاح على المركبات إن عُمِل على بعض التعديلات التصميمية اللازمة لذلك.

القسم النظري

الآلية المعتمدة للوصول لأهداف البحث:

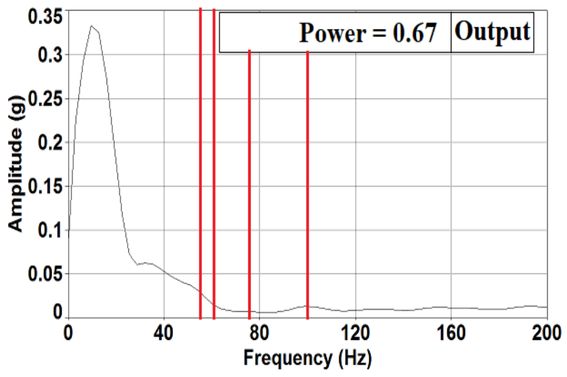
1- تحديد الترددات الذاتية الأساسية للدارة المدروسة، من خلال تجارب مسح طيفي ثابت المطال.
2- القياس التجريبي لقوى التحريض القسري الواصلة إلى قاعدة تثبيت النظام وهو مُثبَّت فوق عربة متحركة للحصول على تمثيلها الترددي.
3- تطوير نموذج عددي قادر على التنبؤ بالسلوك الديناميكي للنظام الإلكتروني المعني، للحصول على طيف أوسع من النتائج.
4- تقييم مدى الحاجة للتخميد، من خلال إسقاط قيم الترددات الذاتية المستنتجة من الأعمال التجريبية ومن أعمال النمذجة العددية على منحنيات الاستجابة الترددية لقوى التحريض القسري، وتقوم الحاجة للتخميد كلما وقع واحد أو أكثر من تلك الترددات ضمن مجال ترددي قسري مرتفع المحتوى الطاقي.
5- تحديد جدوى تخميد القوى الواصلة إلى قاعدة النظام الالكتروني من خلال الاستخدام المدروس لعدة أساليب تخميد سلبي، والإقرار بأسلوب التخميد الأنسب.
6- الإقرار بأسلوب التخميد الأنسب بناءً على النتائج النهائية.

القسم العملي

1- إجراء تجارب المسح الطيفي ثابت المطال باستخدام هزاز االكترو-ديناميكي وحساسات تسارع وأجهزة تحصيل معطيات.
2- إجراء تجارب ميدانية لتحصيل قوى التحريض القسري المؤثرة على النظام وهو مثبت على عربة تتحرك على طرق مُتراوحة الوعورة وبسرعات مختلفة.
3- تحويل البيانات الزمنية المُحصّلة من المجال الزمني إلى المجال الترددي.
4- إجراء نمذجة عددية للنظام المدروس ومقارنة نتائج النمذجة بنتائج الاختبارات.

النتائج والمناقشة

1- استنتجت الترددات الذاتية للدارة تجريبياً وعددياً وبالمقارنة بين القيم الناتجة بالطريقتين اتضح أن نسبة الخطأ لا تتجاوز 3.3%، وقيمة الترددين الأول والثاني للدارة في الاستثمار المحمول هي 34 و 39 Hz.
2- من الاختبارات الميدانية تم استنتاج أن المجال الترددي 5-40 Hz مجال مرتفع المحتوى الطاقي، وبمقاطعة قيم الترددات الذاتية للدارة مع منحنيات الاستجابة الترددية يتبين وقوع عدد من الترددات الذاتية للدارة ضمن هذا المجال، وبالتالي ستحدث استجابة ديناميكية عالية.
3- تم إجراء نمذجة عددية لحالات تصميمية متعددة (مثل زيادة سماكة الدارة أو بعض المكونات المرتبطة بها، زيادة نقاط تثبيت الدارة، تجريب عدة طرق لتثبيت النظام فوق العربة، تعديل التصميم الميكانيكي لبعض المكونات الداخلية للمنصة المدروسة) وذلك بهدف استنتاج التغيرات الحاصلة على قيم الترددات الذاتية وصولاً للحل التصميمي الأمثل، أي الحل الذي يضمن إزاحة تلك الترددات لقيم تزيد عن 50 Hz.
4- تم زيادة قيم الترددين الذاتيين الأول والثاني الخاصين بالدارة إلى 55 و 58 Hz، من خلال اعتماد عدد من الحالات التصميمية المختارة، مما يعني وقوعها خارج المجال الترددي الخطر وبالتالي يمكن استثمار المنصة المدروسة محمولة على عربة خفيفة بعد إجراء التعديلات السابقة بشكل آمن.



المراجع

[1] César Ricardo Soto-Ocampo,Jose Manuel Mera, Juan David Cano-Moreno and José Luis Garcia-Bernardo,"Low-Cost, High-Frequency, Data Acquisition System for Condition Monitoring of Rotating Machinery through Vibration Analysis-Case Study", Sensors, 20(12), 3493, 2020.
[2] Claudio Braccesi,,"Sine-Sweep Qualification Test for Engine Components: The Choice of Simulation Technique", Procedia Structural Integrity, Vol. 24, p.p360–369, 2019.
[3] Erik Herder, "Vibration Isolation for Electronics on an Autonomous Truck", Bachelor Thesis,School of engineering science, Institution for Ingenjorsvetenskal, 2020.
[4] Yang Lei, Yong Zou, Tian, "Analysis on Vibration Characteristics and Suppression Strategy of Vehicle Mounted GPR Detection Device for Tunnel Lining", Machines, 9, 309, 2021.
[5] Igor Kovtun, JuliyBoiko, SvitlanaPetrashchukandTomaszKałaczyński, "Methods for Vibration Reduction in Enclosed Electronic Packages", Proceedings of the 18th International Conference Diagnostics of Machines and Vehicles, Vol. 302, Bydgoszcz, Poland, 2019.