

تتشرف كلية الدراسات العليا وكلية الهندسة بدعوتكم لحضور

### مناقشة رسالة الماجستير

#### العنوان

تطوير نظام حصاد الطاقة الكهروضغطية للاهتزازات منخفضة التردد

#### للطالب

مي ربيع محمود إسماعيل

#### المشرف

د. فرج عمر، قسم الهندسة الميكانيكية  
كلية الهندسة

#### المكان والزمان

2:00 مساءً

الخميس، 15/04/2021

#### الملخص

جذب حصاد الطاقة من مصادر الاهتزاز اهتمام الباحثين على مدار العقود الثلاثة الماضية. عمل الباحثون على إمكانية تحقيق أجهزة استشعار كهروميكانيكية دقيقة (MEMS) ذاتية قوة التشغيل. جذبت "حاصدات الكابول الكهروضغطية" الانتباه في هذا المجال بسبب تركيبها الممتاز الذي يجمع بين كثافة الطاقة العالية والهيكل المدمج. الهدف الرئيسي من هذه الأطروحة هو تطوير نظام حاصدة كهروضغطية جديد ومثالي باستخدام نموذج المعلمة المجمع (LPM) لمصادر اهتزاز معينة. تم استخدام نموذج العناصر المحدودة (FEM) في هذا البحث ليساهم في تطوير التصميم للشكل الأمثل. وبهذا الصدد أُنجزت ثلاثة أنواع من عمليات التحقق لترسيخ استخدام نموذج FEM في محاكاة نموذج المعلمة الموزعة (DPM) لحاصدات الكابول الكهروضغطية المستندة طويلاً. تم إجراء عمليتي التحقق الأولى والثانية باستخدام دالة انحراف العارض و دالة النقل النسبية. تم إجراء مقارنات بين في نموذج FEM و نموذج DPM التي طورتهما الأبحاث السابقة. كما تم إجراء التحقق الثالث باستخدام الخصائص الكهروميكانيكية لحاصدات الكابول الكهروضغطية في نموذج FEM. أكدت نتائج التتحقق الثلاث فعالية نموذج FEM المطور. تم تحقيق هدف هذا البحث عبر مجموعة من المساهمات الهامة. أولاً، تم اشتقاق مقياس بلا أبعاد يسمى بمعامل القدرة (PF) واستخدامه لفهم تأثير التكوين الجيوميتري على أداء الحاصدة الكهروضغطية. أظهر PF الأداء الأمثل عند نسبة استدقاق 0 أخذين في عين الاعتبار الطول الكلي للكابول ونسبة سماكة قدرها 0.7. ثانياً، تم الفحص والكشف عن درجة الدقة لنموذج LPM للحاصدات الكهروضغطية مستندة الطرف بالإضافة إلى الحاصدة ذات التصميم الأمثل. أشارت النتائج إلى أن نسبة خطأ الانحراف بين LPM و FEM تصل إلى 9% عندما تكون نسبة الاستدقاق 0. ولكن، عندما تكون نسب الكتلة إلى الكابول أكبر من 2، ينخفض الخطأ إلى أقل من 0.5% مما يؤدي إلى نتائج أكثر دقة في الاستجابة الاهتزازية للكابول. تم إجراء المزيد من الدراسات حول دقة النموذج LPM باستخدام دالة النقل النسبية، حيث أظهرت النتائج أنه مع انخفاض نسبة الاستدقاق نحو 0، فإن النسبة المئوية للخطأ في استخدام LPM للنتيجة باستجابة الاهتزاز تزداد بشكل كبير إلى 55%. تضع هذه النتائج الأساس للمساهمة الثالثة لتطوير عامل تصحيح لحاصدات الكابول الكهروضغطية المدببة طويلاً وكذلك الحاصدات ذات التصميم الأمثل باستخدام FEM. تم عمل مقارنات بين نموذج المعلمة المجمع المصحح C-LPM و FEM لأشكال وتكوينات هندسية مختلفة، وأشارت النتائج إلى أنه مع انخفاض نسبة الاستدقاق، تزداد كثافة قدرة/طاقة السطح. مع ذلك، يُظهر التصميم الأمثل المطور أعلى كثافة طاقة سطحية بلغت  $1.40 \times 10^4$  [ميغاواط/جرام<sup>2</sup>] / م<sup>2</sup> والتي تزيد بنسبة 16.4% عن أفضل شكل تالي بنسبة استدقاق 0.2 و 58% أكثر عن الشكل الذي نسبة استدقاقه 1. علاوة على ذلك، تم إجراء دراسة بارامترية للتصميم الأمثل لفحص تأثير العوامل المختلفة على أداء الحاصد. أخيراً، تم وضع معايير تفصيلية لتصميم الحاصدات الكهروضغطية الأمثل لظروف مختلفة.

كلمات البحث الرئيسية: حصاد الطاقة، حاصد الطاقة الكهروضغطية المثالي، عامل تصحيح، نموذج المعلمة المجمع، نموذج العناصر المحدودة، التحليل النظري