

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

-----\*\*\*-----

**LA NGỌC TUẤN**

**ĐỘNG LỰC HỌC  
CƠ CẤU RUNG RLC**

**Chuyên ngành: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

Người hướng dẫn khoa học: **TS. NGUYỄN VĂN DỰ**

**THÁI NGUYÊN 2009**

## **Lời cam đoan**

Tôi xin cam đoan các kết quả trình bày trong cuốn luận văn này là của bản thân thực hiện, chưa được sử dụng cho bất kỳ một khóa luận tốt nghiệp nào khác. Theo hiểu biết cá nhân, chưa có tài liệu khoa học nào tương tự được công bố, trừ những thông tin tham khảo được trích dẫn.

La Ngọc Tuấn

*Tháng 11 năm 2009*

## Lời cảm ơn

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến giáo viên hướng dẫn khoa học của tôi, **Tiến sỹ Nguyễn Văn Dữ**, người đã tận tình chỉ bảo, động viên và giúp đỡ cho tôi rất nhiều trong suốt thời gian làm luận văn tốt nghiệp. Tôi cũng xin cảm ơn anh Nguyễn Thuận và các kỹ thuật viên của trung tâm gia công cơ khí TTT Group đã giúp đỡ tôi trong việc gia công, chế tạo các thiết bị thí nghiệm của đề tài này.

Tôi xin cảm ơn tới Ban giám hiệu, Ban chủ nhiệm khoa Cơ khí chế tạo trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật Vinh đã tạo điều kiện để tôi được tham gia và hoàn thành khóa học này.

Lòng biết ơn chân thành tôi xin bày tỏ với người bố kính yêu của tôi - La Ngọc Viện, vì tất cả những gì mà người đã dành cho tôi. Thêm nữa là em gái tôi La Thị Việt Nga, người đã đảm nhiệm thay tôi trong quá trình tôi xa nhà để tham gia khóa học này. Tôi cũng muốn nói lời cảm ơn tới gia đình bác Chuân - Thứ (Tích Lương - Thái Nguyên) đã chăm sóc, động viên tôi trong suốt thời gian tôi sống và học tập ở đây.

Cuối cùng, tôi xin cảm ơn các thầy cô giáo, các bạn bè, đồng nghiệp từ trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên và trường Đại học Sư Phạm Kỹ thuật Vinh đã hỗ trợ và giúp đỡ trong thời gian học tập của tôi.

## Tóm tắt

Qua phân tích cấu tạo, nguyên lý làm việc và đặc tính động lực học của cơ cấu rung - va đập sử dụng mạch cộng hưởng RLC, một cơ cấu rung - va đập mới được cải tiến đã được thiết kế, chế tạo, vận hành thí nghiệm, phân tích và cho ra các kết quả tích cực hơn hẳn so với trước đây. Khả năng hiện thực hóa ứng dụng của cơ cấu rung - va đập mới này trong các máy khai thác rung - va đập yêu cầu kích thước nhỏ gọn trở nên hứa hẹn hơn.

Cơ cấu được cải tiến làm việc dựa trên nguyên lý cộng hưởng trong mạch điện gồm điện cảm và tụ điện mắc nối tiếp. Cơ cấu dao động dựa trên nguyên lý này đã được Mendrella [1,2] giới thiệu và được phát triển thành cơ cấu rung - va đập RLC bởi Nguyễn Văn Dự [3]. Tuy nhiên, cơ cấu được cải tiến trong luận văn này cho phép và khai thác chuyển động của ống dây thay vì chuyển động của lõi sắt như trong [1,2,3]. Cơ cấu được thí nghiệm có thể làm dịch chuyển một khối lượng trên 6 kg với lực ma sát tăng cường thêm 60 N với vận tốc nhanh gấp 6 lần so với trước đây.

Chuyển động tuần hoàn của ống dây đã được hỗ trợ bằng một hệ lò xo nhằm khai thác đặc tính cộng hưởng cơ, từ đó có thể nâng cao hiệu năng của hệ thống. Các phân tích động lực học đã cho thấy, khoảng cách va đập, độ cứng của lò xo và điện áp cấp cho ống dây có ảnh hưởng lớn đến khả năng chuyển động thắng các lực cản của hệ thống. Các kết quả này có thể được sử dụng hữu ích cho các nghiên cứu tiếp theo.

## Mục lục

Lời cam đoan .....	1
Lời cảm ơn .....	2
Tóm tắt.....	3
Mục lục .....	4
Các ký hiệu viết tắt.....	6
Danh mục các hình ảnh .....	7
Danh mục các bảng, biểu.....	10
Chương 1: GIỚI THIỆU.....	11
1.1. Cơ cấu rung và đập RLC.....	11
1.2. Các kết quả nghiên cứu gần đây.....	12
1.3. Mục tiêu nghiên cứu .....	14
1.4. Các kết quả chính đã đạt được .....	14
1.5. Cấu trúc luận văn .....	15
Chương 2: PHÂN TÍCH CƠ CẤU RUNG RLC VÀ ĐỀ XUẤT CẢI TIẾN .17	
2.1. Giới thiệu .....	17
2.2. Các mô hình rung và đập và hướng cải tiến.....	17
2.2.1. Các cơ cấu rung và đập .....	17
2.2.2. Cơ cấu rung - va đập RLC-07.....	22
2.3. Mô hình và đặc điểm các cơ cấu .....	24
2.4. Một số đề xuất cải tiến thử nghiệm mới .....	27
2.4.1. Cơ sở đề xuất cải tiến .....	27
2.4.2. Thử nghiệm dùng cảm biến cấp nguồn và lò xo hỗ trợ.....	28
2.4.3. Thử nghiệm sử dụng hai ống dây nối tiếp.....	29
2.4.4. Thử nghiệm dùng cảm biến cắt nguồn theo vị trí .....	30
2.4.5. Khai thác rung động của ống dây .....	31
2.5. Kết luận.....	32
Chương 3: CƠ CẤU RUNG VA ĐẬP MỚI.....	33
3.1. Giới thiệu .....	33
3.2. Nguyên lý làm việc .....	34

3.2.1. Mô hình mô tả cơ cấu .....	36
3.2.2. Mô hình toán học .....	37
3.3. Thiết kế và chế tạo cơ cấu .....	39
3.3.1. Ống dây và xe mang ống dây .....	39
3.3.2. Hệ thống đường ray dẫn hướng .....	41
3.3.3. Hệ thống rãnh trượt dẫn hướng .....	43
3.3.4. Cơ cấu điều chỉnh lực ma sát .....	44
3.4. Các thiết bị đo .....	45
3.4.1. Thiết bị đo chuyển vị .....	45
3.4.2. Thiết bị đo điện áp, điện cảm, điện dung .....	45
3.4.3. Thiết bị đo lực .....	46
3.4.4. Thiết bị thu thập dữ liệu .....	49
3.5. Lắp đặt, vận hành thiết bị thí nghiệm .....	49
3.6. Kết luận.....	55
Chương 4: PHÂN TÍCH ĐỘNG LỰC HỌC CƠ CẤU MỚI .....	56
4.1. Giới thiệu .....	56
4.2. Mô tả thí nghiệm .....	57
4.3. Phương pháp khảo sát thí nghiệm.....	59
4.4. Kết quả thí nghiệm.....	61
4.4.1. Mức ma sát 4 kg lực.....	61
4.4.2. Mức ma sát 6 kg lực.....	66
4.5. Động lực học cơ cấu.....	70
4.6. Kết luận.....	75
Chương 5: KẾT LUẬN .....	76
5.1. Các kết quả chính đã đạt được.....	76
5.2. Đề xuất các nghiên cứu tiếp theo.....	77
Tài liệu tham khảo.....	78
Phụ lục: CÁC CÔNG BỐ KHOA HỌC .....	81

## Các ký hiệu viết tắt

- FFT      Phép biến đổi nhanh Fourier (Fast Fourier Transform)
- LVDT    Thiết bị đo chuyển vị tuyến tính (Linear Variable Displacement Transducer)
- RLC      Mạch điện trở (R), điện cảm (L) và điện dung (C) mắc nối tiếp
- RLC-07   Cơ cấu rung RLC của tác giả Nguyễn Văn Dự, 2007
- RLC-09   Cơ cấu rung RLC thực hiện bởi nghiên cứu này, 2009

## Danh mục các hình ảnh

<i>Hình</i>	<i>Nội dung</i>	<i>Trang</i>
Hình 2.1.	Cơ cấu rung Tsaplin.....	18
Hình 2.2.	Sơ đồ cơ cấu rung và đập dùng bánh lệch tâm.....	19
Hình 2.3.	Cơ cấu rung và đập được dùng trong máy đóng cọc đứng (Theo nhà sản xuất ICE).....	20
Hình 2.4.	Sơ đồ thí nghiệm của Lok. ....	21
Hình 2.5.	Sơ đồ thí nghiệm khai thác rung và đập của Franca. ....	22
Hình 2.6.	Mô hình cơ cấu rung và đập RLC 07. ....	23
Hình 2.7.	Lực điện từ Fm của ống dây tác dụng lên lõi sắt. ....	23
Hình 2.8.	Mô hình hóa các cơ cấu rung. ....	25
	(a) Mô hình cho bánh lệch tâm/cam của Pavlovskaja	
	(b) Mô hình cho nam châm điện của Franca	
Hình 2.9.	Mô hình mô tả cơ cấu RLC 07. ....	26
Hình 2.10	Hành trình chuyển động của lõi sắt. ....	27
Hình 2.11	Hành trình chuyển động của lõi sắt trong phương án đưa lò xo vào cơ cấu. ....	28
Hình 2.12	Hành trình chuyển động của lõi thép theo phương án hai ống dây nối tiếp. ....	29
Hình 2.13	Quá trình chuyển động của lõi sắt ở phương án điều khiển hành trình. ....	30
Hình 3.1	Sơ đồ nguyên lý cơ cấu RLC - 09. ....	34
Hình 3.2	Mô hình cơ cấu rung và đập RLC-09. ....	36
Hình 3.3	Ống dây khi được tháo vỏ ngoài. ....	40
Hình 3.4	Cơ cấu chuyển động ống dây trong thí nghiệm. ....	41
Hình: 3.5	Bánh xe trong hệ thống thí nghiệm. ....	41
Hình 3.6	Hệ thống đường ray trong thí nghiệm. ....	42



Hình 3.7	Sóng trượt dẫn hướng được lắp trên hệ thống ray. ....	42
Hình 3.8	Hệ thống rãnh trượt dẫn hướng. ....	43
Hình 3.9	Cơ cấu điều chỉnh lực ma sát. ....	44
Hình 3.10	Cảm biến vị trí (LVDT). ....	45
Hình 3.11	Bộ điều chỉnh điện áp và thiết bị đo. ....	45
Hình 3.12	Đồng hồ đo điện trở, điện cảm, điện dung OMEGA - HHM30. ....	46
Hình 3.13	(a) Lực kế, (b) Phương pháp đo độ cứng lò xo. ....	46
Hình 3.14	Đồ thị kiểm tra độ cứng lò xo. ....	48
Hình 3.15	Thử nghiệm lò xo. ....	48
Hình 3.16	Bộ tiếp nhận dữ liệu DAQ USB-6008. ....	49
Hình 3.17	Lắp đặt bộ phận chốt chặn khai thác lực va đập (a) khi khai thác va đập từ ống dây, (b) khi khai thác va đập từ lõi sắt. ....	51
Hình 3.18	Điều chỉnh lực ma sát giữa tấm trượt và hệ rãnh dẫn bằng cách thay đổi khoảng cách S. ....	52
Hình 3.19	Lắp đặt LVDT vào cơ hệ. ....	53
Hình 3.20	Kết cấu hệ thống thí nghiệm RLC-09. ....	54
Hình 4.1	(a) Sơ đồ chi tiết, (b) Hình ảnh của hệ thống thiết bị trong thí nghiệm. ....	57
Hình 4.2	Đồ thị chuyển động của cơ cấu RLC-09 trong 3 lần lấy số liệu tại 80V điện áp cấp vào và khoảng va đập 3mm. ....	59
Hình 4.3	Đồ thị chuyển động của cơ cấu RLC-09 với 5 khoảng va đập tại 80V điện áp cấp vào. ....	60
Hình 4.4	Đồ thị biểu diễn lượng dịch chuyển sau khoảng thời gian 5 giây của cơ cấu RLC-09 tại các điều kiện làm việc. ....	63
Hình 4.5	Đồ thị biểu diễn lượng dịch chuyển sau khoảng thời gian 5 giây của cơ cấu RLC-07 tại các điều kiện làm việc. ....	64
Hình 4.6	Đồ thị biểu diễn lượng dịch chuyển sau khoảng thời gian 5 giây của cơ cấu RLC-09 và cơ cấu RLC-07 tại các điều kiện làm việc. ....	64
Hình 4.7	Đặc tính và hành trình chuyển động của cơ cấu RLC-09 (a) và cơ cấu RLC-07 (b) tại điều kiện tốt nhất cho từng cơ cấu. ....	65

Hình 4.8	Đồ thị biểu diễn lượng dịch chuyển sau khoảng thời gian 5 giây tại các điều kiện làm việc của cơ cấu RLC-09 ở mức ma sát 6kg lực. ....	67
Hình 4.9	Đồ thị biểu diễn lượng dịch chuyển sau khoảng thời gian 5 giây tại các điều kiện làm việc của cơ cấu RLC-07 ở mức ma sát 6kg lực. ....	68
Hình 4.10	Đồ thị biểu diễn lượng dịch chuyển sau thời gian 5 giây của cơ cấu RLC-09 và RLC-07 tại các điều kiện làm việc ở mức ma sát 6kg lực. ....	69
Hình 4.11	Dao động của lõi sắt, ống dây khi chạy tự do và ống dây khi thực hiện va đập sinh công tại điện áp cấp vào 95V (a,c,e) và 110V (b,d,f). ....	71
Hình 4.12	Tần số dao động của lõi sắt, ống dây khi chạy tự do và ống dây khi thực hiện va đập sinh công tại điện áp cấp vào 95V (a,c,e) và 110V (b,d,f). ....	72