

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

---

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT  
NGÀNH: CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY**

**TÊN ĐỀ TÀI:**

**“MÔ PHỎNG DAO ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐỐT  
TRONG VÀ XEM XÉT ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ ĐẾN  
ĐỘ ÊM DỊU CHUYỂN ĐỘNG CỦA ÔTÔ DU LỊCH”**

**Học viên : Nguyễn Tân Chính  
Hướng dẫn khoa học : TS. Lê Quốc Phong**

**THÁI NGUYÊN 2009**

## TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Hiện nay công nghiệp ô tô Việt Nam phát triển rất nhanh thông qua các cơ chế của Nhà nước, cụ thể là: Quyết định số 177/2004/QĐ-TTg ngày 05/10/2004 V/v phê duyệt Quy hoạch phát triển ngành công nghiệp ô tô Việt Nam đến 2020; Quyết định số 73/2006/QĐ-TTg ngày 04/4/2006 V/v phê duyệt Quy hoạch tổng thể phát triển các ngành công nghiệp Việt Nam theo các vùng lãnh thổ tầm nhìn đến năm 2020; Quyết định số 55/2007/QĐ-TTg ngày 23/4/2007 V/v phê duyệt danh mục các ngành công nghiệp ưu tiên, ngành công nghiệp mũi nhọn giai đoạn đến năm 2020... Trong đó nhấn mạnh đến công nghệ chế tạo các linh kiện, các cụm, các hệ thống của ô tô mang thương hiệu Việt Nam. Tuy nhiên cho đến hiện nay ngành công nghiệp ô tô Việt Nam cũng mới chỉ dừng lại ở giới hạn lắp ráp động cơ; sản xuất sắt xi; bố trí ghế ngồi; thiết kế nội thất vv...

Theo số liệu thống kê trong những năm gần đây có nhiều nhà khoa học Việt Nam cũng như Thế giới đã quan tâm đến việc nghiên cứu dao động ô tô nhằm nâng cao độ êm dịu của ô tô và giảm ảnh hưởng dao động của ô tô đến đường giao thông và sức khỏe con người. Đối tượng nghiên cứu của các nhà khoa học là nghiên cứu về hệ thống treo, hệ thống lớp xe, khối lượng không được treo vv... nhằm nâng cao độ êm dịu và giảm thiểu khả năng phá huỷ đường của các phương tiện tham gia giao thông. Qua tìm hiểu các tài liệu nghiên cứu và các cơ sở lắp ráp, tác giả nhận thấy các nhà khoa học Việt Nam chưa quan tâm nhiều đến dao động của động cơ đốt trong và vị trí lắp ráp động cơ lên vỏ xe có ảnh hưởng như thế nào đến độ êm dịu chuyển động của ô tô; đồng thời sử dụng kinh nghiệm để dùng các long đen cho các vị trí lắp động cơ mà chưa có nghiên cứu nào cụ thể đặt vấn đề cho lĩnh vực này. Chính vì lý do trên em đã chọn đề tài **“MÔ PHỎNG DAO ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG VÀ XEM XÉT ẢNH HƯỞNG CỦA NÓ ĐẾN ĐỘ ÊM DỊU CHUYỂN ĐỘNG CỦA Ô TÔ DU LỊCH”** làm đề tài thạc sỹ của mình.

# Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI

## \* Ý nghĩa khoa học

Dựa vào các thông số thực tế của ô tô du lịch lắp ráp tại Việt Nam, xây dựng mô hình dao động tương đương để khảo sát các hệ thống treo động cơ, từ đó tối ưu thông số của bộ đệm tại vị trí lắp ráp động cơ lên vỏ xe, làm cơ sở biện chứng cho việc chế tạo bộ đệm tại vị trí lắp; lý luận khoa học thực tiễn chứng minh cho việc sử dụng bộ đệm tại vị trí lắp ráp hợp lý sẽ làm tăng độ êm dịu chuyển động của ô tô.

## \* Ý nghĩa thực tiễn

Kết quả của đề tài là cơ sở thực tiễn cho các cơ quan; nhà máy lắp ráp ô tô của Việt Nam có thể tính toán chế tạo bộ đệm tối ưu cho từng loại xe mà đơn vị mình lắp ráp, chỉ cần thay đổi các thông số như khối lượng, chiều rộng, chiều dài của động cơ ... phần mềm sẽ tự động cho kết quả bộ đệm phù hợp.

# **NỘI DUNG CỦA LUẬN VĂN**

## **CHƯƠNG 1**

**TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU**

## **CHƯƠNG 2**

**XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG TƯƠNG ĐƯƠNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG**

## **CHƯƠNG 3**

**ỨNG DỤNG PHẦN MỀM MATLAB - SIMULINK 7.0  
GIẢI PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN MÔ TẢ DAO ĐỘNG**

**KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT**

# CHƯƠNG 1

## TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU

### \* **Tổng quan về tình hình phát triển công nghiệp ô tô Việt Nam**

Dựa vào Quy hoạch phát triển công nghiệp ô tô Việt Nam; các chủ trương khuyến khích phát triển công nghiệp ô tô của Chính phủ như: Mục tiêu phát triển các ngành công nghiệp mũi nhọn; các chuyên ngành trọng điểm quốc gia đến năm 2020...đề từ đó phân tích hiện trạng; khả năng phát triển công nghiệp ô tô và nhu cầu sử dụng ô tô của Việt Nam trong những năm tiếp theo.

### \* **Sơ lược về tình hình nghiên cứu dao động của ô tô**

- **Trên thế giới:** Ngành công nghiệp ô tô thế giới đã phát triển trên 100 năm. Những sản phẩm ô tô ngày càng có công nghệ cao và được tối ưu hoá đến từng chi tiết nhỏ. Kiểu dáng công nghiệp và độ tinh tế của nó ngày càng được cải thiện. Các đề tài nghiên cứu về lĩnh vực ô tô trên thế là rất lớn. Tuy nhiên điển hình là các đề tài nghiên cứu về: Chỉ tiêu đánh giá độ êm dịu chuyển động của ô tô; các hệ thống treo và các phần tử của hệ thống treo nhằm nâng cao chất lượng chuyển động; nguồn gây dao động; giải bài toán dao động ...

- Ở Việt Nam trong những năm gần đây ngành công nghiệp ô tô đã có bước phát triển đáng kể và đã được Nhà nước đặc biệt quan tâm. Do vậy một loạt các công trình nghiên cứu về vấn đề dao động ô tô đã được ra đời trong đó có một số công trình tiêu biểu đã được công bố như: Công trình cấp nhà nước mã số 58A-02-04 của tác giả **Triệu Quốc Lộc** nghiên cứu về rung động trong bảo hộ lao động; tác giả **PGS.TS Dư Quốc Thịnh** mã số B91-03, T16/90-CK, T18/91-CK nghiên cứu về lý thuyết và định hướng về vấn đề dao động; Luận án tiến sỹ, tác giả **Nguyễn Tiến Thành** về lĩnh vực *thiết kế hệ thống treo, tính toán dao động xe ba cầu*, đã đề ra mục tiêu êm dịu cho xe ca. (Trong luận án tác giả chú ý đến mô tả thuộc tính đàn hồi giữa khung và vỏ là yếu tố đặc trưng cho xe ca); luận án Tiến sỹ của tác giả **Lưu Văn Tuấn**, mã số 02-01-39, *nghiên cứu dao động xe ca Ba Đình, trên cơ sở đó để tính toán các biện pháp nâng cao độ êm dịu chuyển động*. (Trong luận án tác giả đã nghiên cứu hoàn thiện kết cấu của các hệ thống treo dựa trên quan điểm êm dịu, từ đó tiến hành tối ưu hoá các thông số kết cấu chủ yếu); tác giả **GS.TS Nguyễn Xuân Đào** nghiên cứu về mấp mô đường và chế tạo thiết bị đo xóc kiểu phản ứng của MDX-73 đã được thử nghiệm trên các

tuyến đường chính của Việt Nam, từ đó ban hành quy chuẩn của ngành (TCVN-1015/QĐKT4); tác giả **Đào Mạnh Hùng** nghiên cứu ảnh hưởng của biến dạng mặt đường đến tải trọng tác dụng lên ô tô trên Quốc lộ 1A. Công trình này tác giả đã đo đạc, thu thập và xử lý số liệu mấp mô biến dạng đường trên tuyến đường 1A Hà Nội- Lạng Sơn để xác định tải trọng tác dụng lên ô tô. Bộ số liệu mấp mô biến dạng đường trên tuyến đường 1A Hà Nội- Lạng Sơn em đã sử dụng làm số liệu thực nghiệm về nguồn kích động dao động mặt đường trong luận văn.



- Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu của luận văn

Dựa trên cơ sở phân tích các đề tài nghiên cứu đã nghiên cứu trên, được sự đồng ý của thầy giáo hướng dẫn khoa học TS. Lê Quốc Phong em chọn đề tài ***’Mô phỏng dao động của động cơ đốt trong và xét xét ảnh hưởng của nó lên độ êm dịu chuyển động của ô tô du lịch’*** làm luận văn thạc sỹ của mình. Trong khuôn khổ của một luận văn em chỉ tập trung nghiên cứu một số vấn đề cơ bản sau đây:

+ Nghiên cứu các chỉ tiêu đánh giá độ êm dịu ô tô;

+ Xây dựng mô hình và thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả dao động;

+ Giải hệ phương trình vi phân mô tả dao động;

+ Sử dụng kết quả đo hàm biểu diễn kích động mặt đường là mật độ phổ mặt đường ngẫu nhiên trên quốc lộ 1A tuyến đường Hà Nội – Lạng Sơn của tác giả Đào Mạnh Hùng làm số liệu thực nghiệm.

## **Một số khái niệm cơ bản về chỉ tiêu đánh giá độ êm dịu:**

### **- Chỉ tiêu về độ êm dịu**

+ Chỉ tiêu đối với khách;

+ Chỉ tiêu đối với hàng hoá.

### **- Chỉ tiêu về tải trọng động**

+ Chỉ tiêu về độ bền chi tiết;

+ Chỉ tiêu về mức độ phá đường;

+ Chỉ tiêu về an toàn động lực học.

### **- Chỉ tiêu về không gian.**

## + **Đánh giá độ êm dịu chuyển động**

Độ êm dịu chuyển động là một khái niệm chỉ sự cảm nhận chủ quan của con người về dao động. Cảm giác đó được phỏng vấn trực tiếp đối với các nhóm người khác nhau và như vậy độ êm dịu chuyển động mang tính chất chủ quan. Lĩnh vực này được đông đảo các nhà khoa học trong ngành cơ kỹ thuật, y tế, bảo hiểm lao động, kỹ thuật chống rung, chống ồn quan tâm.

Chỉ tiêu về độ êm dịu cho hành khách được Hiệp hội kỹ sư Đức đưa ra bằng tiêu chuẩn quốc gia VDI và được Tổ chức Tiêu chuẩn quốc tế chấp nhận thành tiêu chuẩn ISO. (Độ êm dịu chuyển động là cảm giác của con người và được đặc trưng bởi nhiều thông số vật lý. Do đó, người ta đưa ra khái niệm **cường độ dao động KB** để chỉ mức độ ảnh hưởng của dao động với người).

## ***Cường độ dao động KB phụ thuộc:***

- Gia tốc:  $z''$ ,  $y''$ ,  $x''$ ;
- Tần số kích động;
- Thời gian kích động.

## ***Cách xác định hệ số KB và sự phụ thuộc của các tham số trong giá trị tham số.***

*Theo đó ba ngưỡng được dùng để đánh giá cường độ dao động:*

- KB = 20 giới hạn êm dịu;
- KB = 50 giới hạn điều khiển;
- KB = 125 giới hạn gây bệnh lý.

Chỉ tiêu về an toàn hàng hoá đã được Hiệp hội đóng gói Đức (BFSV) đưa ra chỉ tiêu ngưỡng cho an toàn hàng hoá phụ thuộc vào gia tốc khi chuyển động.

Theo nhiều tài liệu nghiên cứu các tác giả đánh giá độ êm dịu chuyển động ô tô thông qua độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng. Độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng được xác định theo công thức dưới đây:

$$Z_c'' = \sqrt{\frac{\int_0^t (Z'')^2 dt}{t}} \quad (1.1)$$

Trong đó:

$Z_c''$ - Độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng.

$Z''$ - Gia tốc theo phương thẳng đứng .

t- Thời gian khảo sát.

Theo các nghiên cứu này thì đối với người Việt Nam thỏa mãn ngồi lên các dao động trong thời gian t nhất định vẫn đảm bảo được độ thỏa mái khi và chỉ thỏa mãn điều kiện  $Z_c''$  không lớn hơn 00,6xg (trong đó g là gia tốc trọng trường).

## Chương II

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG TƯƠNG ĐƯƠNG CỦA ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG

### Các khái niệm tương đương

Ô tô là một hệ dao động bao gồm nhiều bộ phận nối với nhau. Mỗi bộ phận có khối lượng và thông số đặc trưng cho nó. Bộ phận có tác dụng giảm các chấn từ mặt đường lên xe gọi là hệ thống treo.

Để tính toán được dao động ô tô một cách dễ dàng ta mô tả ô tô bằng một sơ đồ dao động tương đương, trong đó sơ đồ tương đương phải có mặt các thông số liên quan đến dao động. Do vậy trước khi lập sơ đồ dao động tương đương cần phải chỉ ra một số khái niệm sau:

- + Khối lượng treo ký hiệu là (M)
- + Khối lượng không được treo (m)

**+ Khối lượng được treo (M)** là những khối lượng được đặt lên hệ thống treo như: khung, thùng, hàng hoá và một số chi tiết khác. Giữa chúng được nối với nhau nhờ các đệm đàn hồi như: ổ tựa đàn hồi bằng cao su, dạ, nỉ, giấy công nghiệp, ... Đồng thời bản thân các bộ phận này cũng không phải cứng hoàn toàn, nên khối lượng treo thực ra là một nhóm các khối lượng được liên kết đàn hồi thành một hệ thống. Tùy sơ đồ bố trí cụ thể của ô tô, mà có thể chia khối lượng được treo thành 2 hoặc nhiều khối lượng, giữa các khối lượng liên kết với nhau bằng các phần tử đàn hồi và giảm chấn. Tuy nhiên các liên kết đàn hồi giữa các thành phần của khối lượng được treo có biến dạng rất nhỏ so với biến dạng của hệ thống treo và nốp. Nên trong trường hợp đơn giản có thể coi rằng khối lượng được treo (M) là một khối lượng đồng nhất.

**Khối lượng không được treo (m)** là những khối lượng không tác dụng lên hệ thống treo mà chỉ tác dụng lên lớp và truyền xuống mặt đường như: Bán trục, đàn cầu, bánh xe, một phần chi tiết của hệ thống treo, truyền động lái, nhíp, giảm chấn, một phần của trục các đăng. Coi khối lượng không được treo là một vật thể đồng nhất, cứng tuyệt đối và có khối lượng  $m$  tập trung vào tâm bánh xe. Bánh xe ngoài tác dụng là hệ thống di chuyển và đỡ toàn bộ trọng lượng của xe còn có tác dụng làm giảm các chấn động từ mặt đường lên xe, tăng độ êm dịu cho xe. Bánh xe là hình ảnh thu nhỏ của hệ thống treo, có nghĩa là cũng bao gồm thành phần đàn hồi và giảm chấn.

**Hệ thống treo trong ô tô** có nhiệm vụ nối phần khối lượng được treo ( $M$ ) và phần khối lượng không được treo ( $m$ ) một cách đàn hồi. Cùng với lớp làm giảm những chấn động gây nên do sự mấp mô của mặt đường khi xe chạy. Hệ thống treo gồm những thành phần sau:

- Thành phần đàn hồi: Lò xo, nhíp, thanh xoắn, bình khí ... được biểu diễn bằng một lò xo có độ cứng  $C$ .

- Thành phần giảm chấn: có nhiệm vụ dập tắt các chấn động, được đặc trưng bằng hệ số giảm chấn  $K$ .



## Các giả thiết

- Thân xe đối xứng qua trục dọc của xe;
- Vỏ xe là một tấm phẳng tuyệt đối cứng đặt tại trọng tâm (T) và có các mô men quán tính  $J_x$ ,  $J_y$ , nối với khối lượng không được treo thông qua các hệ thống treo và được đặc trưng bởi độ cứng (C) và hệ số giảm chấn (K);
- Khối lượng phần không được treo phía trước được chia thành hai khối lượng  $m_{1p}$ ,  $m_{1t}$ , mỗi khối lượng không được treo liên kết với đường thông qua các lò xo có độ cứng là  $C_{L1P}$ ;  $C_{L1T}$  và các giảm chấn có hệ số cản  $K_{L1P}$ ;  $K_{L1T}$ . Các thông số này được đặc trưng cho độ đàn hồi của lớp và dập tắt dao động của lớp trước;
- Khối lượng phần không được treo phía sau được chia thành hai khối lượng  $m_{2p}$ ,  $m_{2t}$  mỗi khối lượng không được treo liên kết với đường thông qua các lò xo có độ cứng là  $C_{L2P}$ ;  $C_{L2T}$  và các giảm chấn có hệ số cản  $K_{L2P}$ ;  $K_{L2T}$ . Các thông số này được đặc trưng cho độ đàn hồi của lớp và dập tắt dao động của lớp sau;

- Cầu trước và cầu sau có thể coi như những thanh phẳng nhưng do đây là hệ thống treo độc lập nên chỉ coi chuyển động tịnh tiến của cầu xe theo phương Z mà không có chuyển động xoay theo trục X, Y;

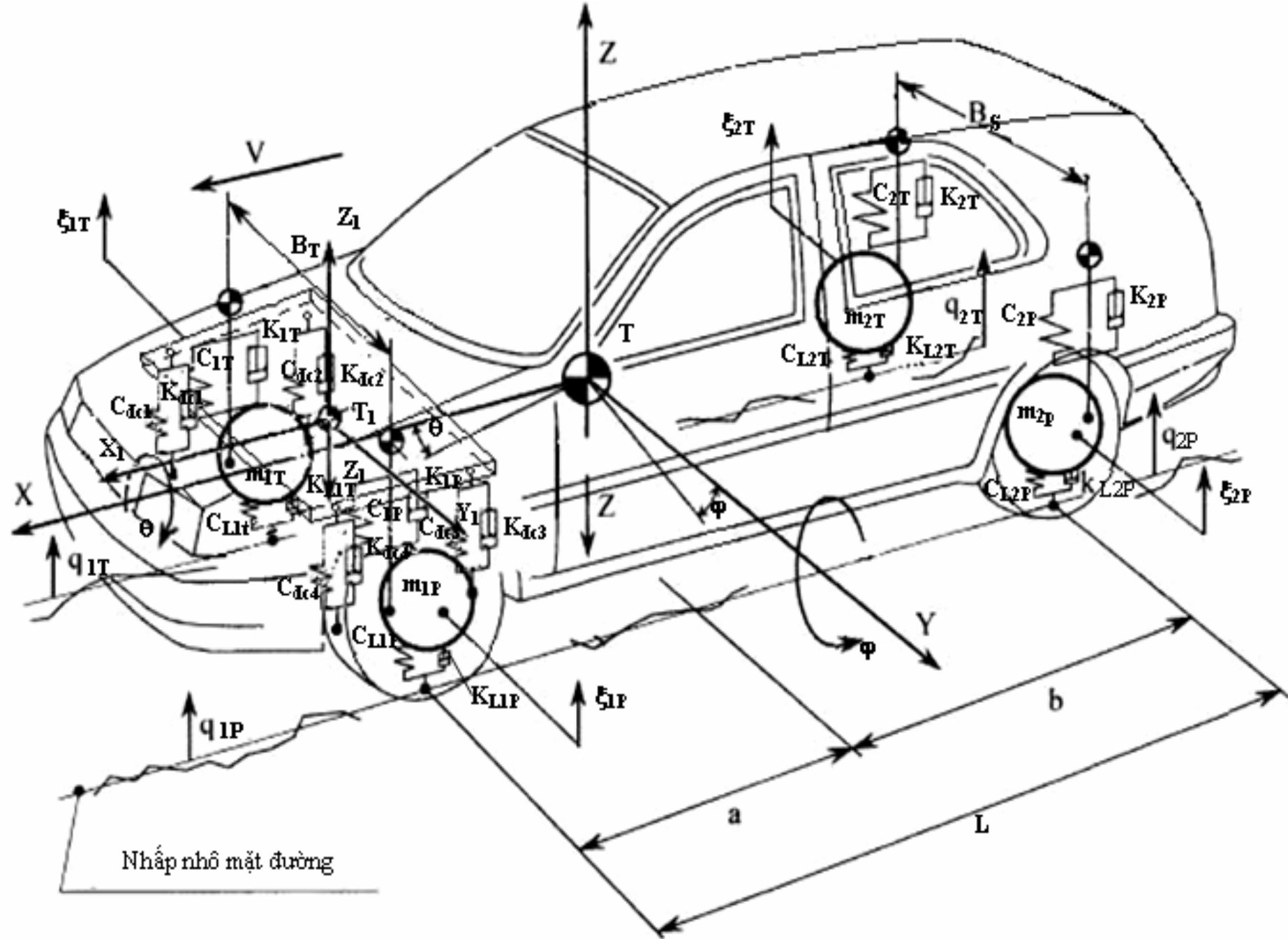
- Bỏ qua các nguồn kích động trên xe và coi nguồn kích động duy nhất là sự không bằng phẳng của mặt đường;

- Ôtô chuyển động đều với vận tốc  $V$  bằng hằng số  $V = \text{const}$ ;

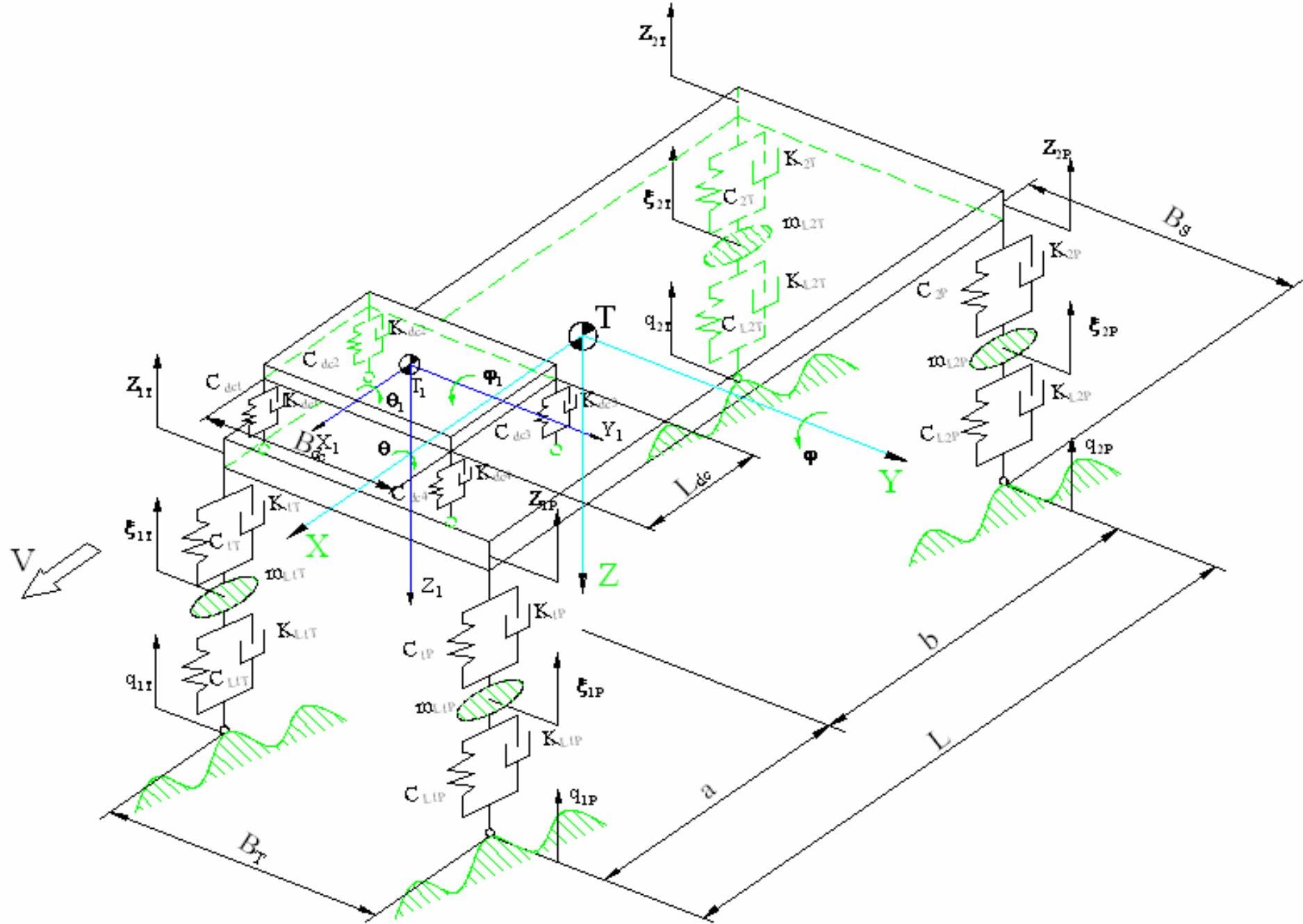
- Bốn vị trí bắt bu lông giữa động cơ và vỏ xe được coi là đệm đàn hồi và được đặc trưng bởi lò xo và các giảm chấn.

- Khối lượng của động cơ là một tấm tuyệt đối cứng đặt tại trọng tâm (T1) và có các mô men quán tính  $J_{dcx}$ ,  $J_{dcy}$ , nối với vỏ xe thông qua các đệm đàn hồi đặc trưng độ cứng  $C_{dc}$  và hệ số cản  $K_{dc}$ ;

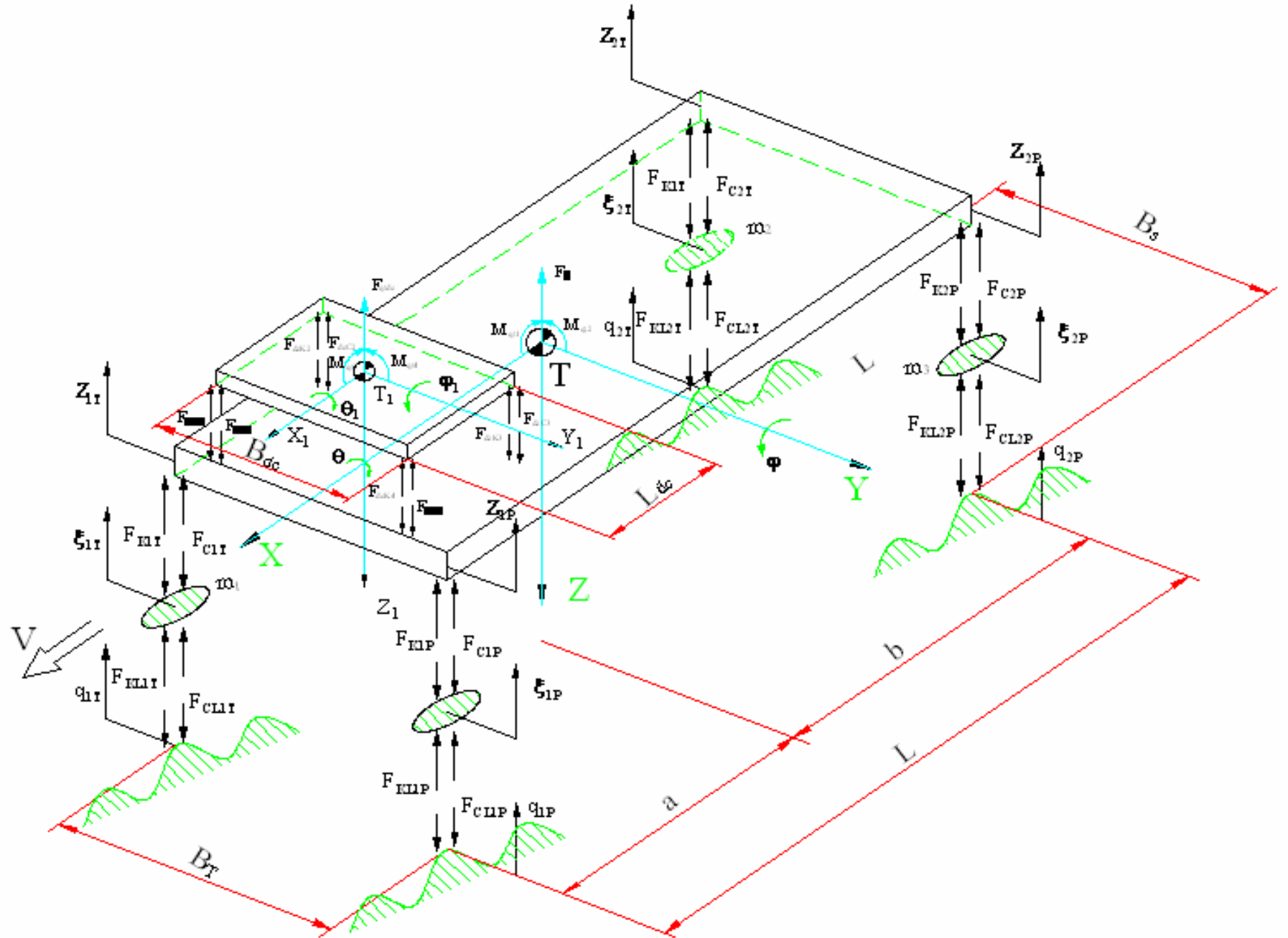
*Từ các giả thiết trên đây ta có mô hình dao động tương đương của ô tô như sau:*



Hình 2.1. Mô hình dao động của động cơ trong ô tô con hai cầu



Hình 2.2. Mô hình dao động tương đương của động cơ trong ô-tô con hai cầu



Hình .2.3. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cơ hệ

## Thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả dao động của động cơ

Để xác định các thông số dao động của động cơ xe ta dựa vào mô hình tương đương đã thiết lập để xây dựng các phương trình vi phân mô tả chuyển động của hệ.

Có rất nhiều phương pháp để thiết lập phương trình vi phân chuyển động của cơ hệ như: Phương trình Lagrange loại II; nguyên lý D'Alambe... Hiện nay người ta sử dụng nhiều cơ sở lý thuyết hệ nhiều vật để thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả động lực của cơ hệ. Đầu tiên là thiết lập hệ phương trình cân bằng cho từng vật của cơ hệ sau đó liên kết chúng lại với nhau bằng quan hệ lực và momen.

Theo nguyên lý D'Alambe:

$$\vec{F} + \vec{F}_{qt} = 0$$

Trong đó:

$F$ : là tổng các ngoại lực tác dụng lên vật.

$F_{qt}$ : là tổng các lực quán tính tác dụng lên vật.

Với nội dung của đề tài em đã xây dựng mô hình 7 vật gồm: thân xe, khối lượng không được treo trước trái, phải; khối lượng không được treo phía sau trái, phải; mặt đường và động cơ, sau đó thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả dao động cho từng vật của cơ hệ và nối chúng lại với nhau (hình 2.3)

### Mô hình xây dựng gồm 7 vật:

\* **Vật 1:** Thân xe (phần khối lượng được treo) giả thiết là 1 vật có khối lượng  $M$  đặt tại trọng tâm  $T$ , momen quán tính:  $J_x, J_y$ . Chuyển động của thân xe là hợp của ba chuyển động:

- + Chuyển động tịnh tiến theo phương  $Z$  ứng với tọa độ suy rộng  $Z$ ;
- + Chuyển động quay quanh trục  $Y$  tương ứng tọa độ suy rộng  $j$ ;
- + Chuyển động quay quanh trục  $X$  tương ứng tọa độ suy rộng  $q$ .

\* **Vật 2,3,4,5:** Các khối lượng không được treo trước trái, phải và sau bên trái, phải

+ Khối lượng không được treo trước coi như là hai vật có khối lượng bên trái và bên phải là  $m_{1P}$ ,  $m_{1T}$  chuyển động tịnh tiến theo phương Z tương ứng tọa độ suy rộng  $\xi_{1T}, \xi_{1P}$ .

+ Khối lượng không được treo sau coi như là hai vật có khối lượng bên trái và bên phải là  $m_{2P}$ ,  $m_{2T}$  chuyển động tịnh tiến theo phương Z tương ứng tọa độ suy rộng  $\xi_{2T}, \xi_{2P}$ .

\* **Vật 6:** Mặt đường là nguồn kích thích dao động của cơ hệ và là một tập hợp các mấp mô ngẫu nhiên trên toàn bộ chiều dài của nó.

\* **Vật 7:** Động cơ coi như 1 vật có khối lượng  $M_{dc}$  đặt tại trọng tâm T1 và các momen quán tính  $J_{dcx}$ ,  $J_{dcy}$ . Chuyển động của động cơ là hợp của ba chuyển động:

+ Chuyển động tịnh tiến theo phương  $Z_1$  ứng với tọa độ suy rộng  $Z_1$ ;

+ Chuyển động quay quanh trục  $Y_1$  tương ứng tọa độ suy rộng  $\varphi_1$ ;

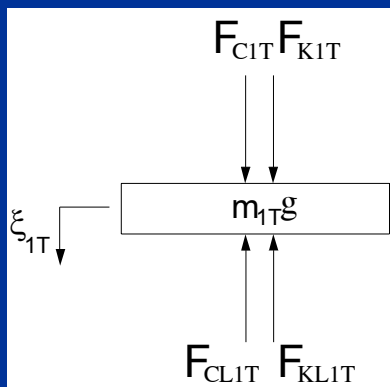
+ Chuyển động quay quanh trục  $X_1$  tương ứng tọa độ suy rộng  $\theta_1$ .



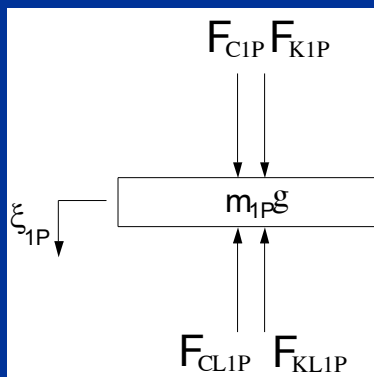
Vì trong luận văn này chỉ nghiên cứu và mô phỏng dao động của ô tô với hệ thống treo độc lập nên cầu xe không có chuyển động quay quanh trục dọc của xe.

Sau khi đã phân tích xe thành các vật riêng biệt với đầy đủ các đại lượng cần thiết sẽ lập phương trình vi phân mô tả dao động của cơ hệ theo nguyên lý D'Alambe.

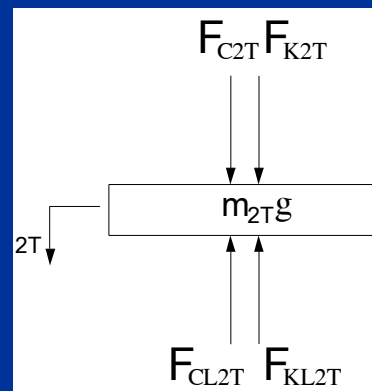
**\* Khối lượng không được treo trước và sau:**



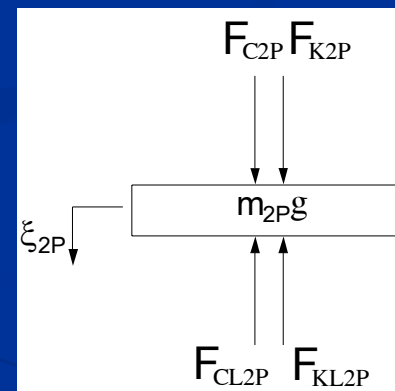
**Trước trái**



**Trước phải**



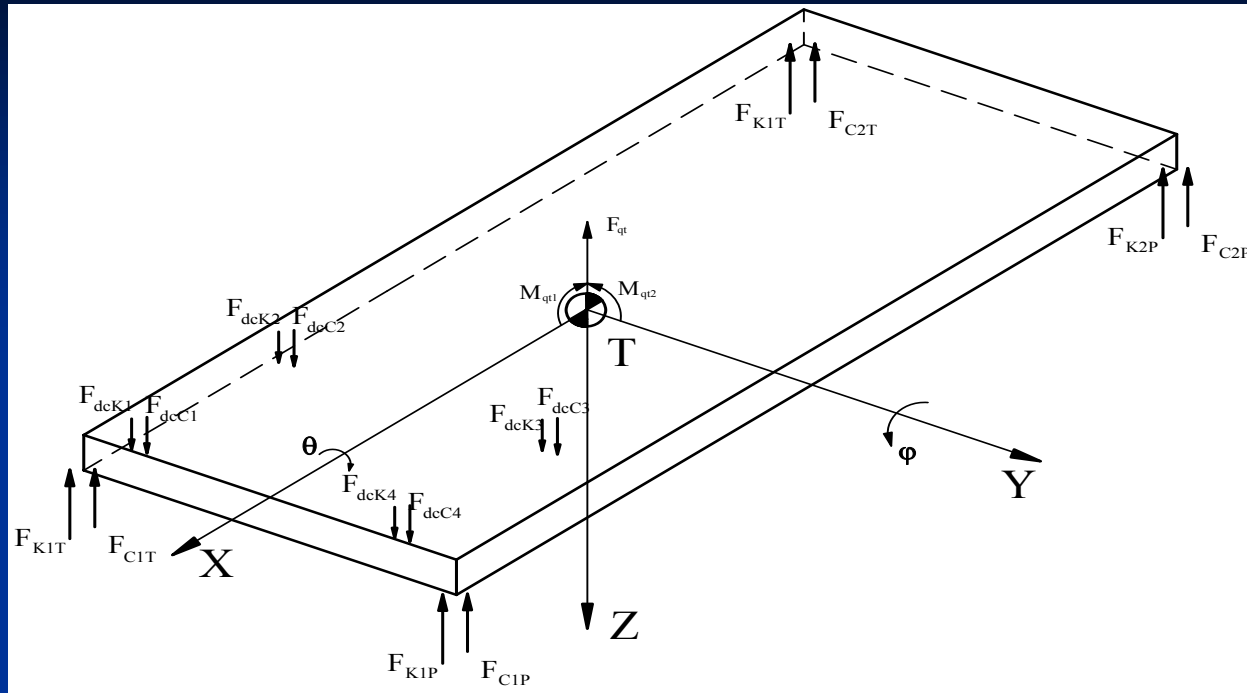
**Sau trái**



**Sau phải**

Viết các phương trình như đã trình bày trên từ trang 38.

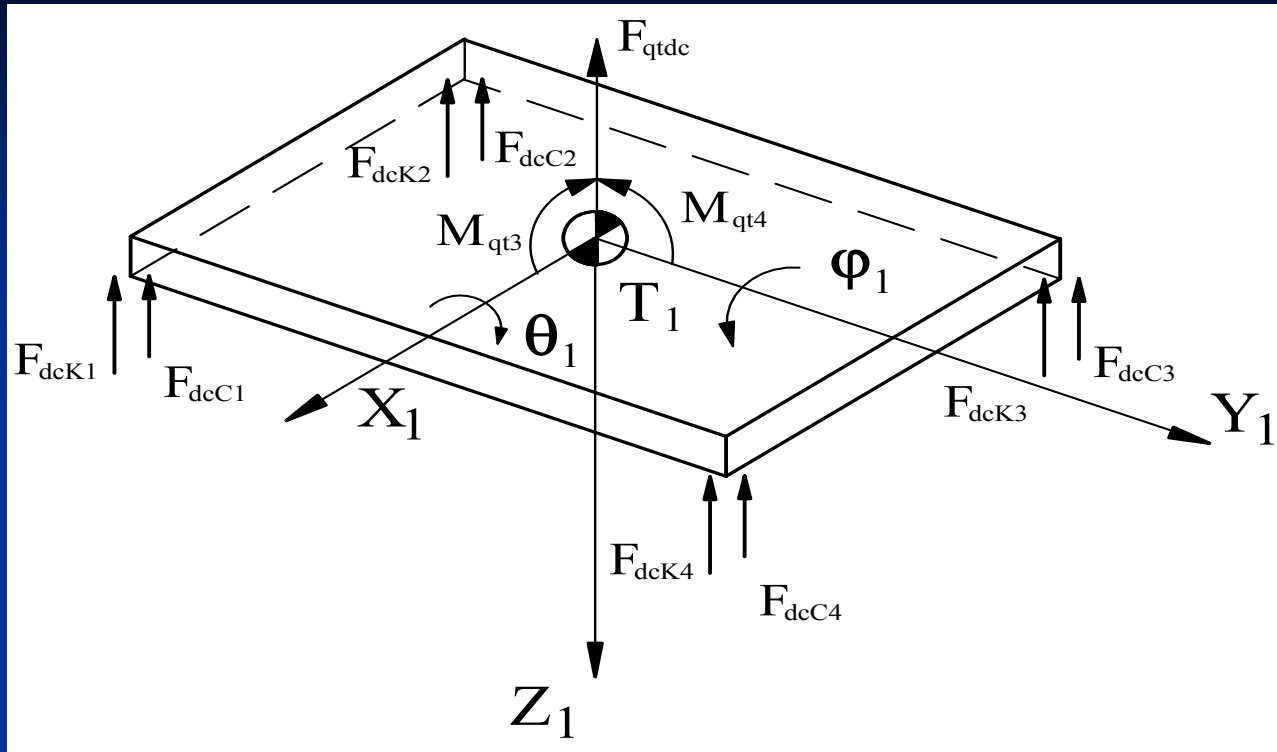
## \* Khối lượng được treo (thân xe):



Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên thân xe.

Viết các phương trình cho thân xe sử dụng và liên hệ với phần khối lượng không được treo đã viết phần trên và di chuyển các lực về tâm  $T$  ta được hệ phương trình đối với thân xe

## \* Khối lượng của động cơ:



Sơ đồ lực tác dụng lên khối lượng được treo (của động cơ)

Viết các phương trình cân bằng và các phương trình liên hệ cho các vị trí lắp động cơ lên vỏ xe và di chuyển các lực về tâm  $T_1$ ; T ta được hệ phương trình đối với động cơ như trình bày trên như đã trình bày từ trang 48

**\* Xét các yếu tố phi tuyến có thể có trong mô hình dao động**

- + Phi tuyến do đặc tính động học của phần tử đàn hồi;
- + Phi tuyến do đặc tính động học của cơ cấu dẫn hướng;
- + Đặc tính phi tuyến của giảm chấn thuỷ lực

**\* Nghiên cứu mấp mô mặt đường**

- + Các phương pháp định hàm kích động mặt đường;
- + Cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên
- + Chọn hàm kích động ngẫu nhiên mặt đường

## Chương 3

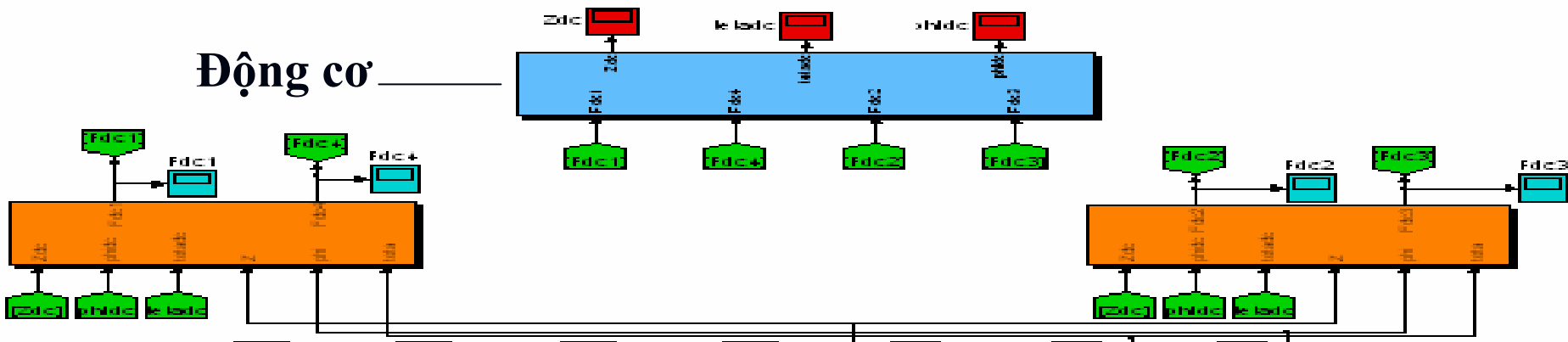
# ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SIMULINK-MATLAB 7.0 ĐỂ KHẢO SÁT DAO ĐỘNG CỦA ĐỘNG CƠ

## Sơ đồ mô phỏng dao động của động cơ

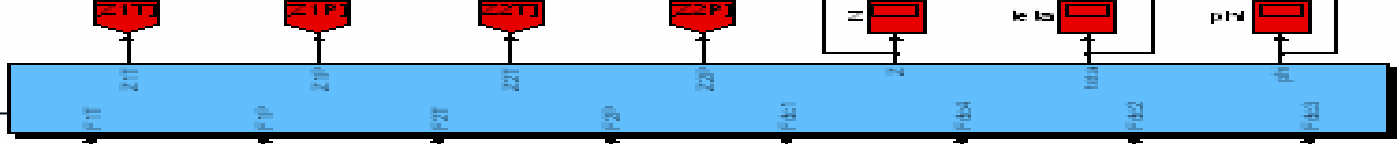
### - Sơ đồ mô phỏng tổng thể

Dựa vào hệ phương trình vi phân mô tả dao động của động cơ đã được trình bày ở chương 2. Dưới đây là sơ đồ mô phỏng tổng quát dao động động cơ đốt trong:

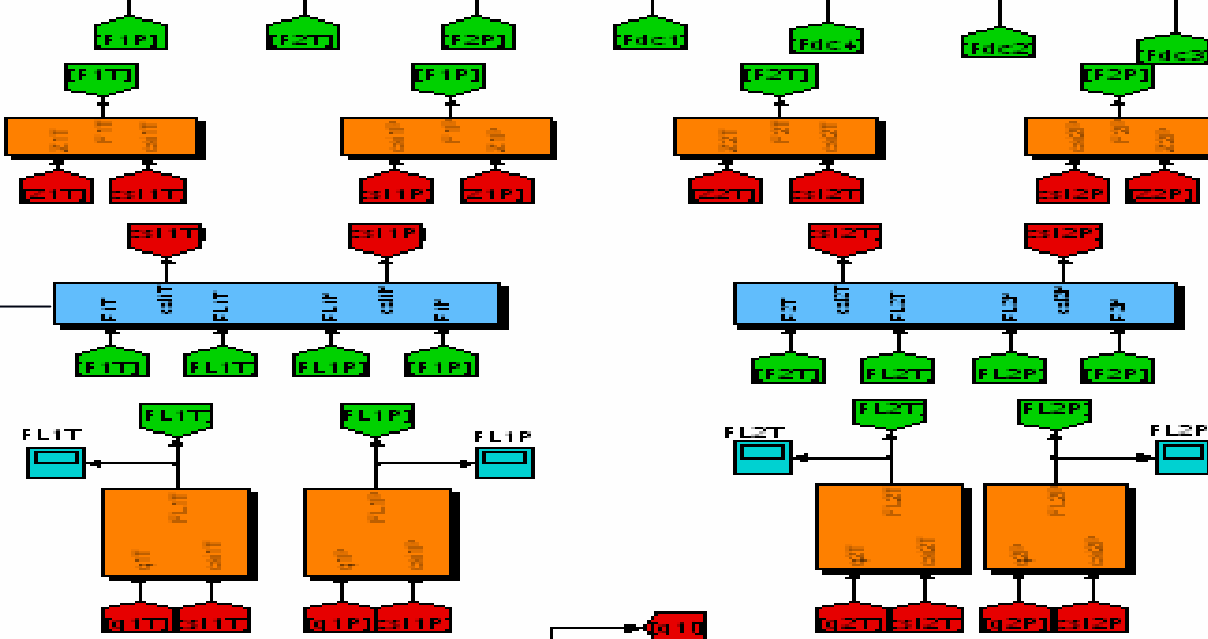
# Động cơ



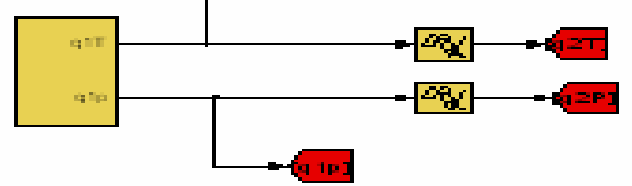
# Thân xe



# Cầu xe



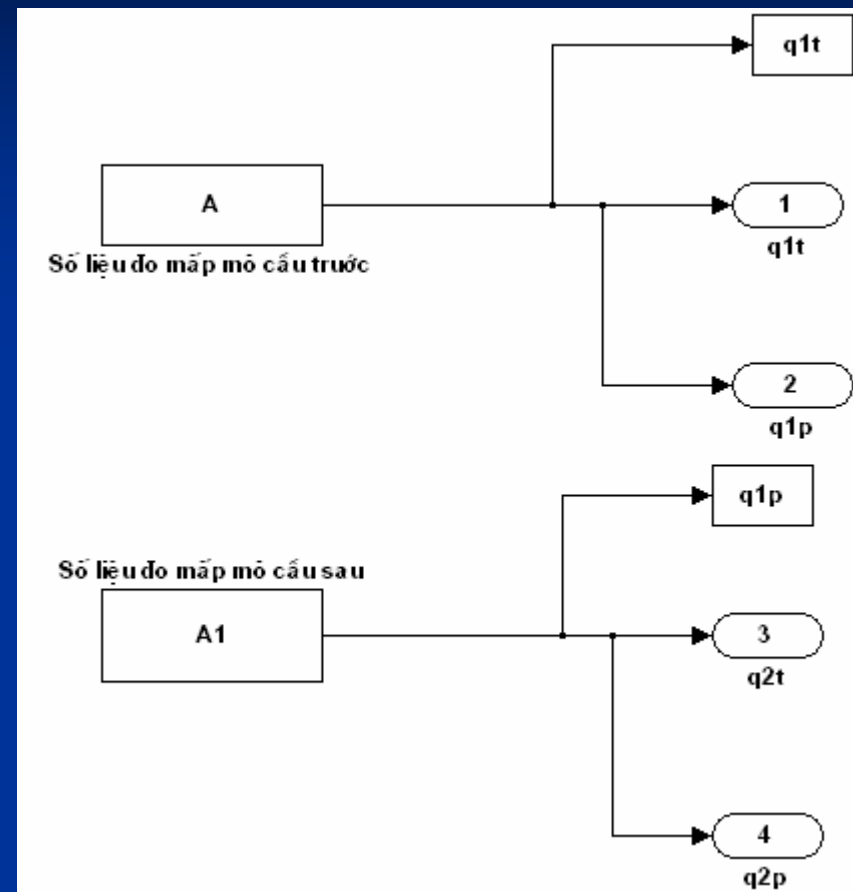
# Đường



# Sơ đồ các khối chức năng

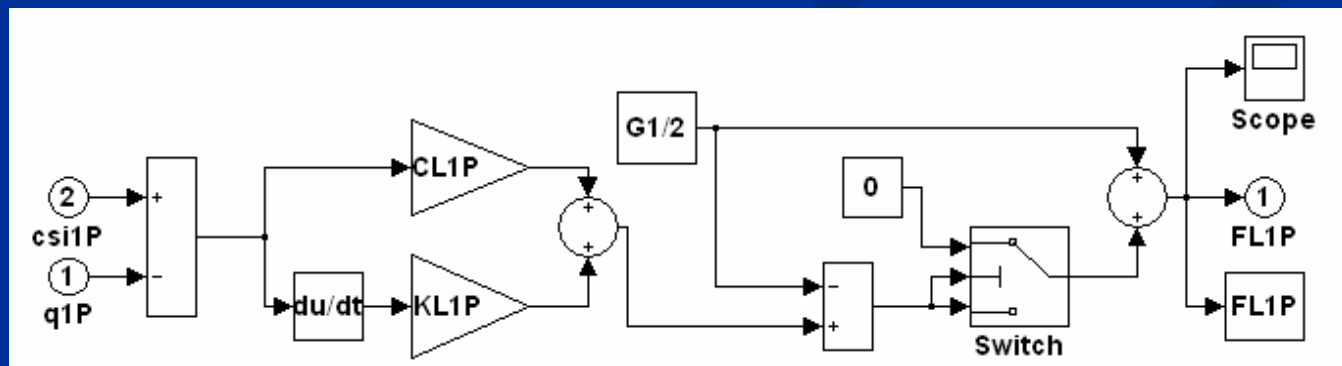
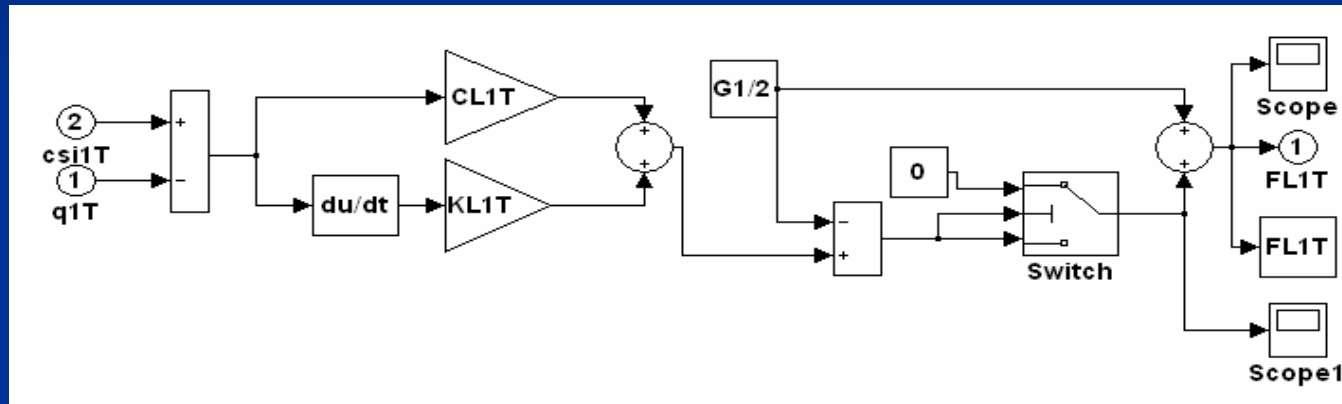
## a. Khối kích động mặt đường:

Khối này mô tả hàm kích động của mặt đường lấy tín hiệu đầu vào là bộ số liệu đo trên đoạn đường quốc lộ 1A và đầu ra hàm kích động các bánh xe trên các cầu.



### *b, Khối các lực của lớp xe phía trước:*

Khối này lấy tín hiệu vào là các tọa độ  $\xi_{1T}, \xi_{1P}, q_{1T}, q_{1P}$  (dao động của cầu trước và kích động của mặt đường) sau đó các tín hiệu này sẽ được đưa đến các khối chức năng tương ứng với lớp trước bên trái và bên phải. Tín hiệu ra là lực sinh ra do phản ứng của các lớp trước.

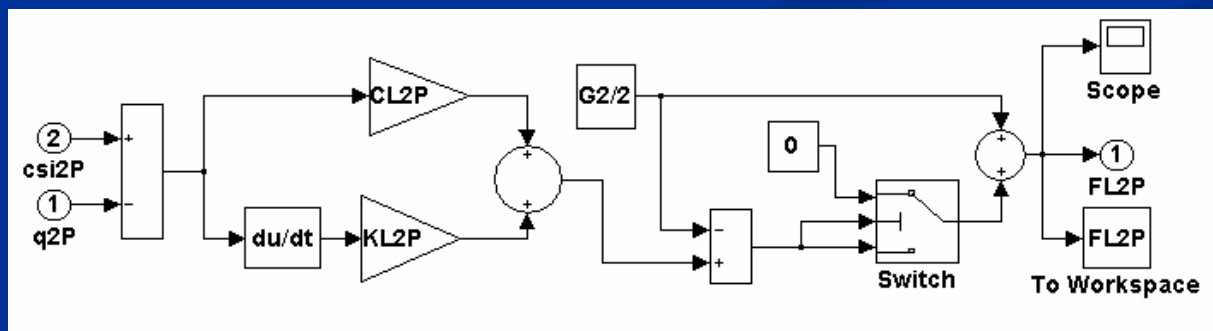
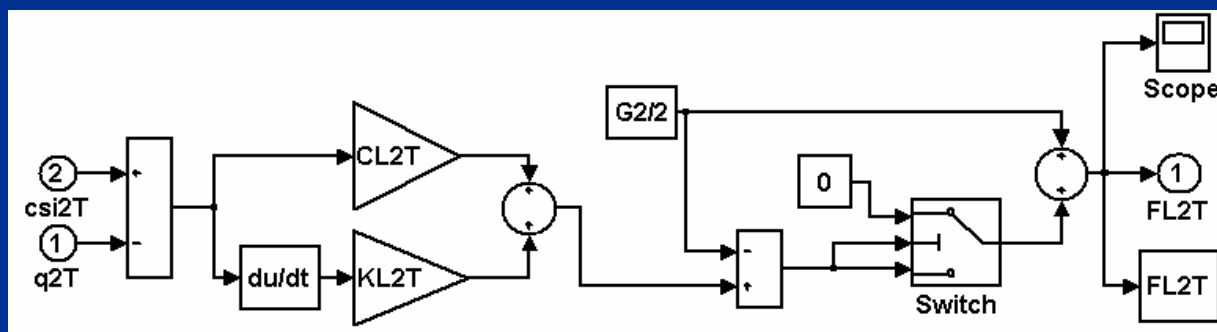


*Sơ đồ mô tả khối các lực lớp xe trước trái và phải*



*c, Khối các lực của lớp xe phía sau.*

Khối này lấy tín hiệu vào là các tọa độ  $\xi_{2T}, \xi_{2P}, q_{2T}, q_{2P}$  (dao động của cầu sau và kích động của mặt đường lên bánh sau) sau đó các tín hiệu này sẽ được đưa đến các khối chức năng tương ứng với lớp sau bên trái và bên phải. Tín hiệu ra là lực sinh ra do phản ứng của các lớp sau.



*Sơ đồ mô tả khối các lực lớp xe sau trái và phải.*

- d, Khối mô tả các chuyển vị của khối lượng không được treo
- e, Khối mô tả các lực hệ thống treo trước
- f, Khối mô tả các lực hệ thống treo sau
- i, Khối mô tả vỏ xe
- k, Khối các lực của hệ thống treo động cơ
- l, Khối mô tả động cơ.

### **Thông số mô phỏng**

Trên cơ sở mô phỏng dao động động cơ của xe ô tô du lịch hai cầu đã được trình bày ở phần trên. Em tiến hành mô phỏng với xe cụ thể, do điều kiện thời gian có hạn tác giả chọn bộ thông số kỹ thuật của xe minibus 8 chỗ ngồi MEFA5-LAVI-304N sản xuất, lắp ráp tại Việt Nam

*Các thông số kỹ thuật của xe minibus 8 chỗ ngồi MEFA5-LAVI-304:  
(Được giới thiệu trên trang 72 luận văn)*

# Một số kết quả đánh giá

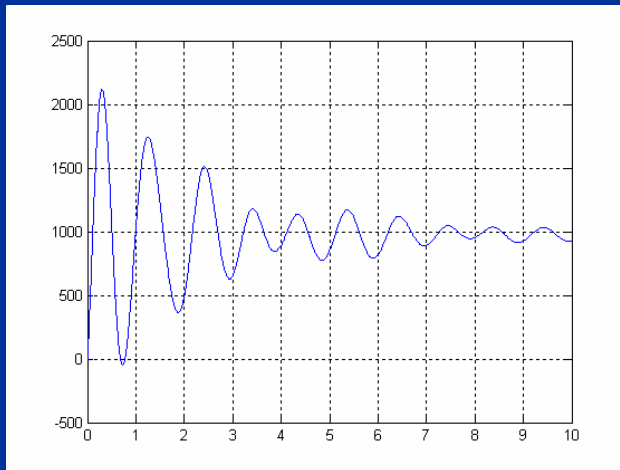
Với các số liệu mô phỏng đã được trình bày ở phần trên tác giả tiến hành mô phỏng và đưa ra một số kết quả dưới đây

## \* Lực của hệ thống treo tác dụng lên vỏ xe:

- Trường hợp 1:

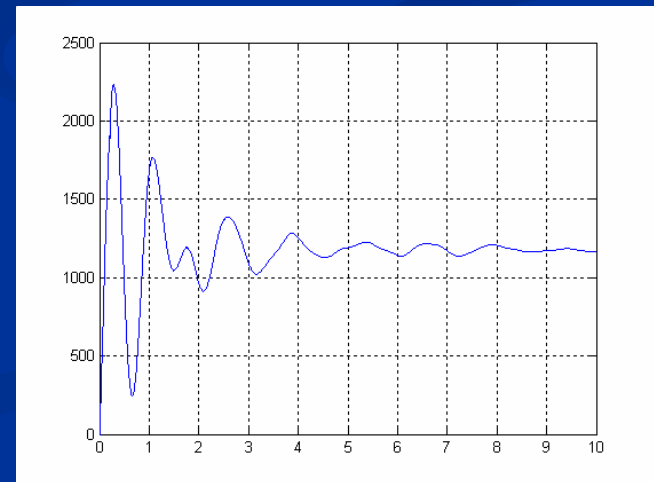
Các vị trí lắp động cơ được đặc trưng bởi các đệm đàn hồi trong trường hợp này đệm đàn hồi vừa có đàn hồi vừa có tác dụng dập tắt dao động, độ cứng và hệ số giảm chấn ở các vị trí lần lượt:  $C_{dc1}=7130 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc2}=7300 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc3}=7300 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc4}=7130 \text{ N/m}$ ;  $K_{dc1}=713 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc2}=730 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc3}=730 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc4}=713 \text{ Nm/s}$ :

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL1(N)



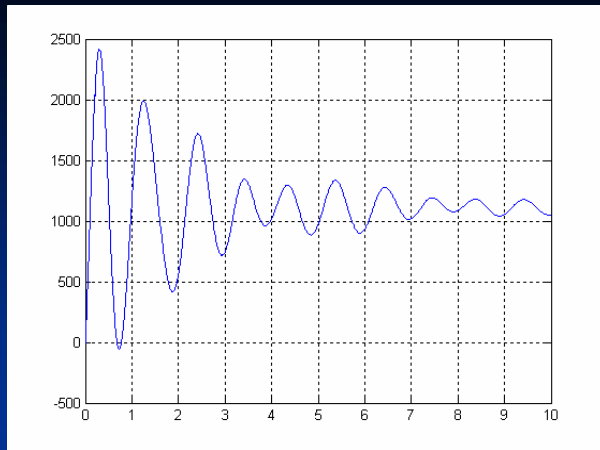
Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL2(N)



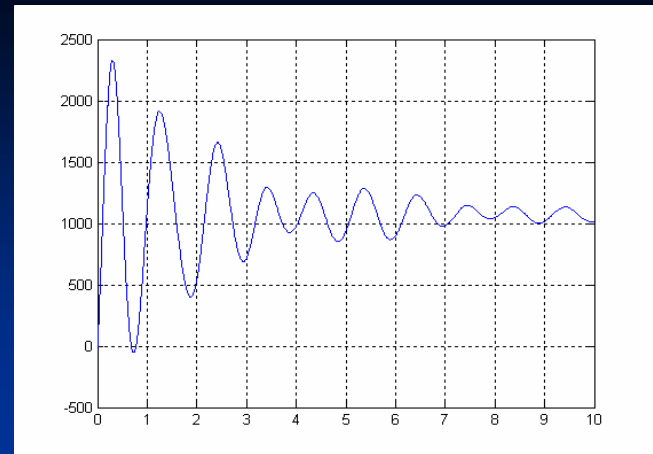
Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL3(N)



Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL4(N)



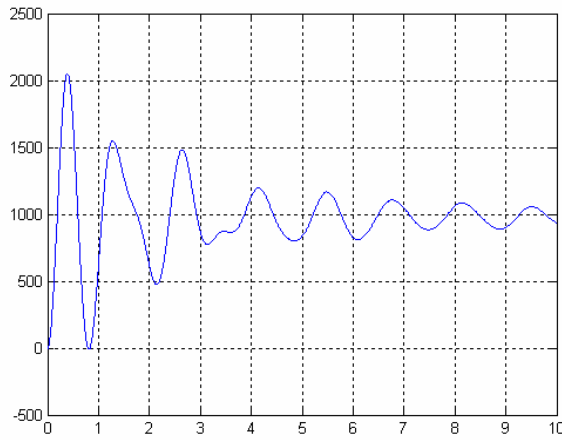
Thời gian t(s)

**Hình 3.13.** Lực tác dụng lên vỏ xe ở các vị trí bắt bu lông động cơ ở trường hợp vị trí lắp ráp động cơ và vỏ xe coi như đệm đàn hồi.

- Trường hợp 2:

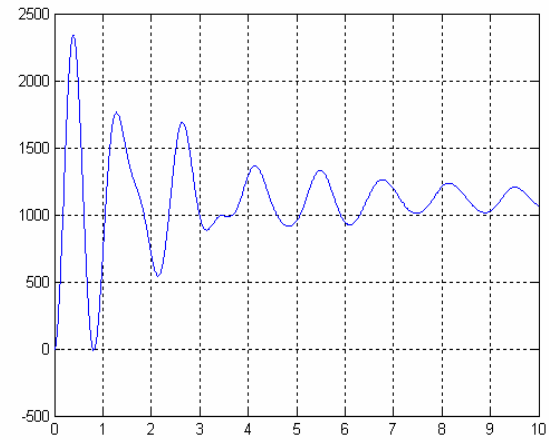
Trường hợp này coi các vị trí lắp ráp động cơ với vỏ xe đệm đàn hồi trong trường hợp này **chỉ có tác dụng đàn hồi không các tác dụng dập tắt dao động**, các độ cứng bộ phận đàn hồi ở vị trí lắp ráp có độ cứng  $C_{dc1}=7130$  N/m;  $C_{dc2}=7300$ ;  $C_{dc3}=7300$ N/m;  $C_{dc4}=7130$ N/m; Trường hợp này hệ số giảm chấn ở các vị trí lắp ráp coi như  $K_{dc1}=0$ Nm/s;  $K_{dc2}=0$ Nm/s;  $K_{dc3}=0$ Nm/s;  $K_{dc4}=0$ Nm/s:

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL1(N)



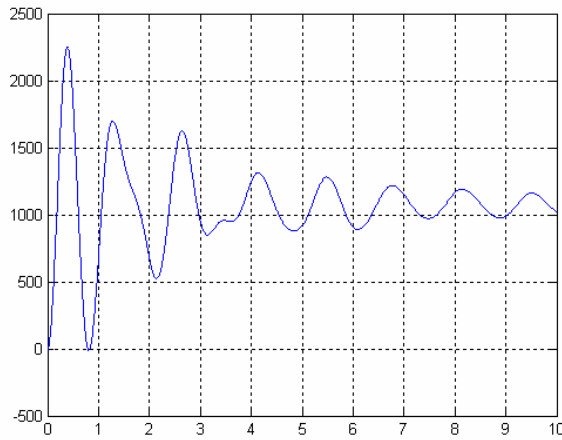
Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL2(N)



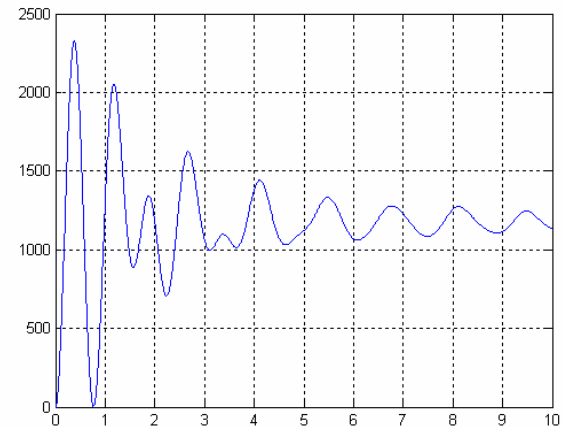
Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL3(N)



Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL4(N)



Thời gian t(s)

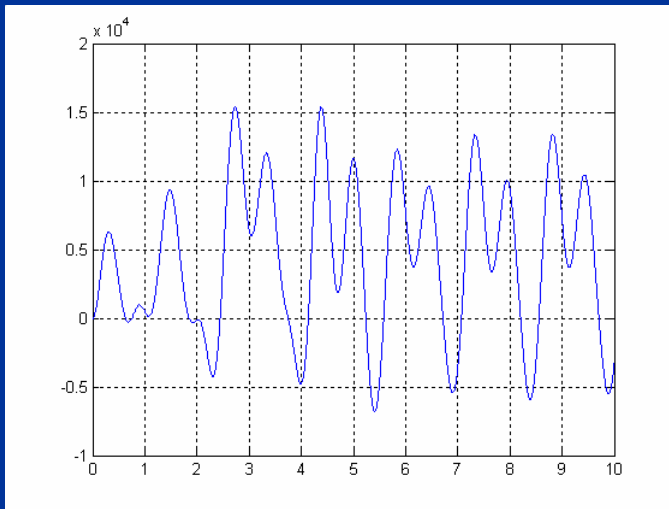
**Hình 3.14.** Lực tác dụng lên vỏ xe ở các vị trí bắt bu lông động cơ ở trường hợp vị trí lắp ráp động cơ và vỏ xe coi như đệm đàn hồi chỉ đặc trưng  $C_{dc}$ .

Nhận xét: Dựa vào kết quả trên ta thấy ở trường hệ số giảm chấn  $K_{dc} = 0$  thời gian dập tắt dao động trễ hơn. Trường hợp này không có lợi cho độ êm dịu chuyển động của ô tô

- Trường hợp 3:

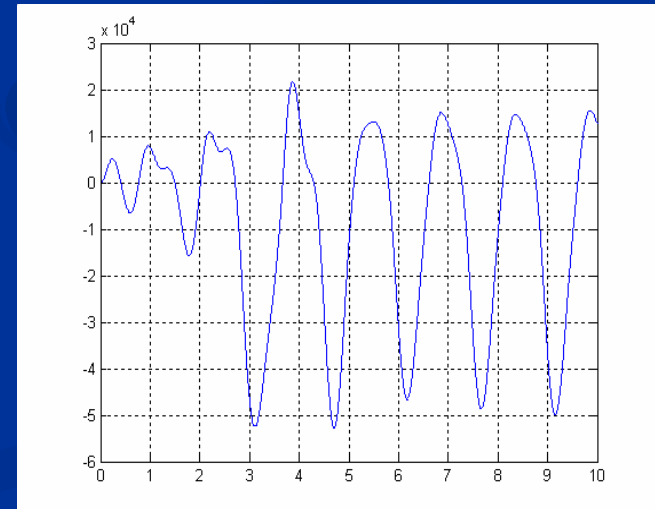
Trường hợp này coi các vị trí lắp ráp động cơ với vỏ xe có độ cứng tăng gấp 5 lần so với trường hợp 2, các độ cứng bộ phận đàn hồi ở vị trí lắp ráp  $C_{dc1} = 7130 \times 5 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc2} = 7300 \times 5$ ;  $C_{dc3} = 7300 \times 5 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc4} = 7130 \times 5 \text{ N/m}$ ; hệ số giảm chấn ở các vị trí lắp ráp coi như  $K_{dc1} = 0 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc2} = 0 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc3} = 0 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc4} = 0 \text{ Nm/s}$ :

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL1(N)



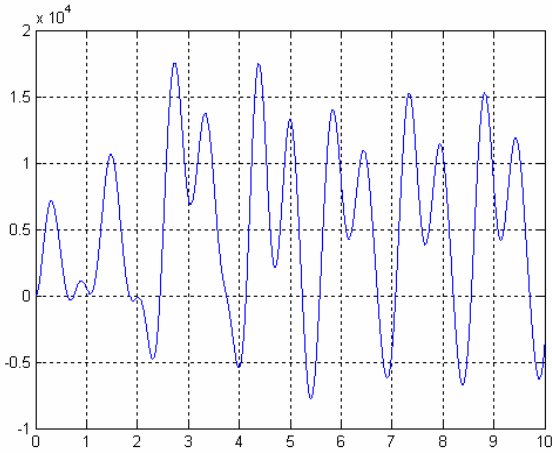
Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL2(N)



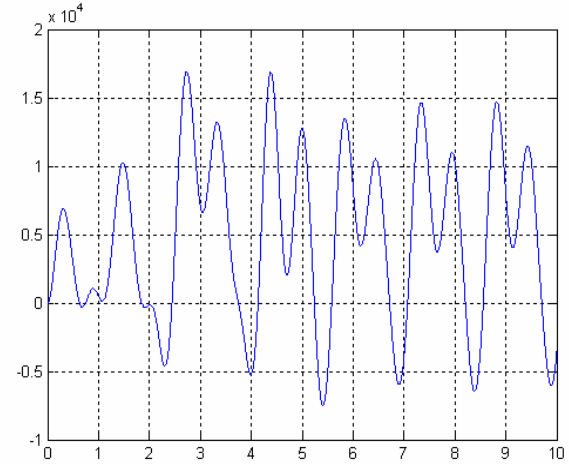
Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL3(N)



Thời gian t(s)

Lực tác dụng lên vỏ xe ở vị trí BL4(N)



Thời gian t(s)

**Hình 3.15.** Lực tác dụng lên vỏ xe ở các vị trí bắt bu lông động cơ ở trường hợp vị trí lắp ráp động cơ và vỏ xe coi như đệm đàn hồi chỉ đặc trưng  $C_{dc}$  tăng.

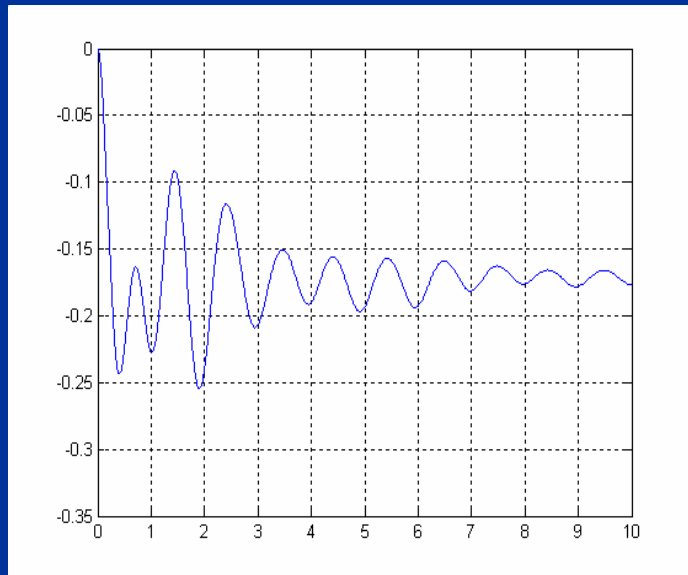
**Nhận xét:** Trường hợp tăng độ cứng ở các vị trí lắp ráp động cơ vào vỏ xe lên 5 lần thể coi động cơ được gắn cứng vào vỏ xe. Lực tác dụng lên vỏ xe lớn và không có khả năng dập tắt dao động. Trường hợp này ảnh hưởng xấu đến độ êm dịu chuyển động của ô tô.

# \* Các chuyển vị và gia tốc theo phương thẳng đứng của thân xe

- Trường hợp 1:

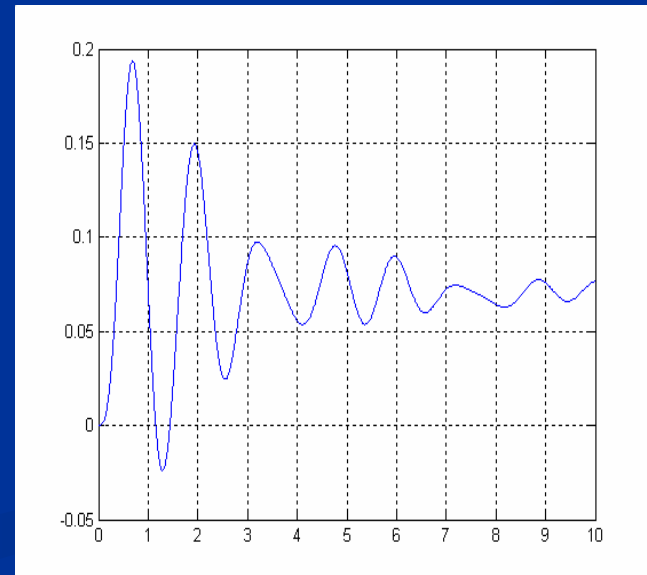
Các vị trí lắp động cơ vị trí vỏ xe được đặc trưng bởi các đệm đàn hồi, trong trường hợp này đệm đàn hồi vừa có đàn hồi vừa có tác dụng giảm chấn, độ cứng và hệ số giảm chấn ở các vị trí lần lượt:  $C_{dc1}=7130 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc2}=7300 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc3}=7300\text{N/m}$ ;  $C_{dc4}=7130\text{N/m}$ ;  $K_{dc1}=713\text{Nm/s}$ ;  $K_{dc2}=730\text{Nm/s}$ ;  $K_{dc3}=730\text{Nm/s}$ ;  $K_{dc4}=713\text{Nm/s}$ , ảnh hưởng như thế nào đến các chuyển vị và gia tốc theo phương thẳng đứng của thân xe như trên hình biểu diễn

Chuyển vị theo phương thẳng đứng z(m)



Thời gian t(s)

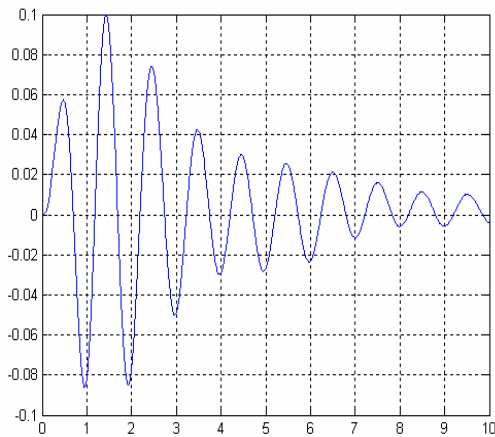
Chuyển vị xoay ngang thân xe  $\theta$ (rad)



Thời gian t(s)

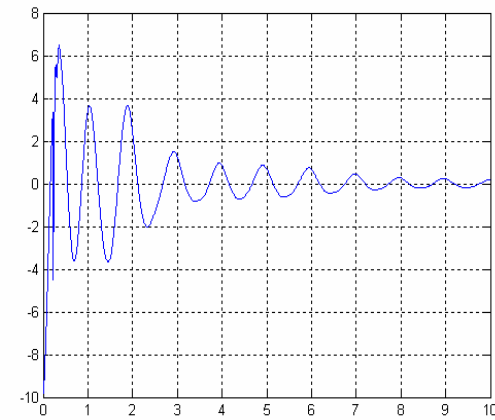


Chuyển vị xoay dọc thân xe  $\varphi$ (rad)



Thời gian t(s)

Gia tốc theo phương thẳng đứng z(m/s<sup>2</sup>)



Thời gian t(s)

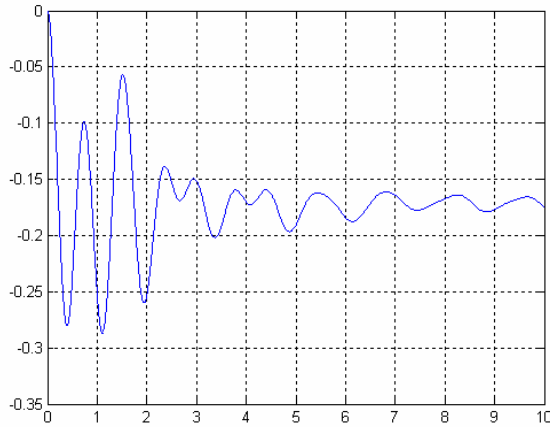
**Hình 3.16.** Chuyển vị và gia tốc theo phương thẳng đứng ở vị trí trọng tâm xe ở trường hợp vị trí lắp ráp động cơ và vỏ xe coi như đệm đàn hồi chỉ đặc trưng  $C_{dc}$  và  $K_{dc}$ .

**Nhận xét:** trong trường hợp này thỏa mãn với yêu cầu êm dịu chuyển động của ô tô.

- Trường hợp 2:

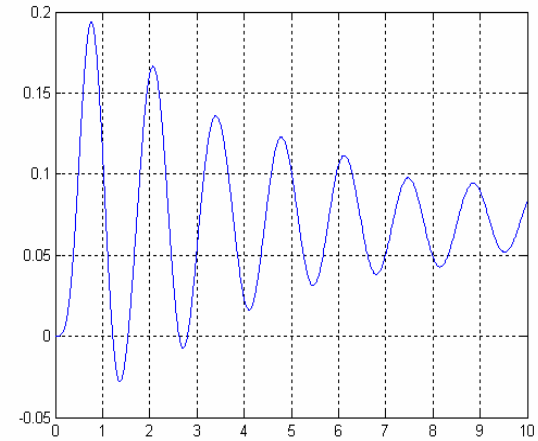
Coi các vị trí lắp ráp động cơ với vỏ xe là đệm đàn hồi; chỉ có tác dụng đàn hồi, không các tác dụng giảm chấn, độ cứng bộ phận đàn hồi ở vị trí lắp ráp  $C_{dc1}=7130$  N/m;  $C_{dc2}=7300$ N/m;  $C_{dc3}=7300$ N/m;  $C_{dc4}=7130$ N/m; Trường hợp này hệ số cản ở các vị trí lắp ráp coi như  $K_{dc1}=0$ Nm/s;  $K_{dc2}=0$ Nm/s;  $K_{dc3}=0$ Nm/s;  $K_{dc4}=0$ Nm/s.

Chuyển vị theo phương thẳng đứng  $z(m)$



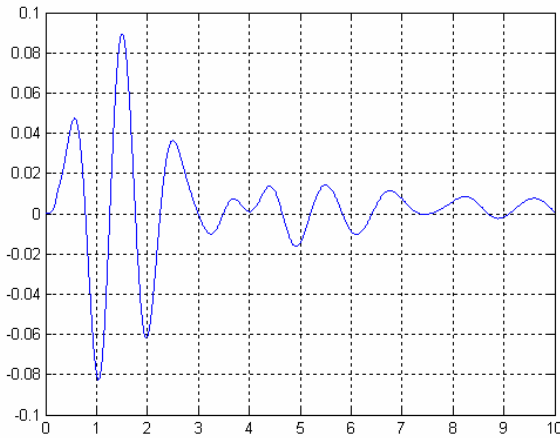
Thời gian  $t(s)$

Chuyển vị xoay ngang thân xe  $\theta(rad)$



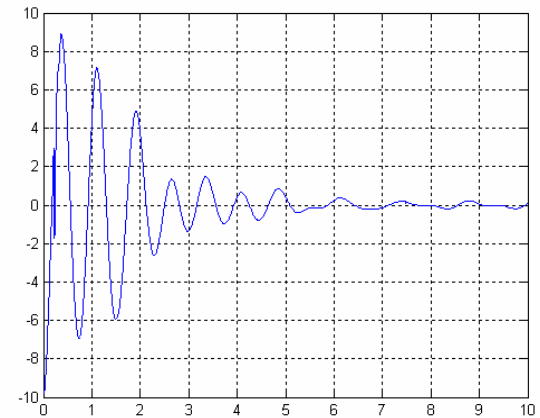
Thời gian  $t(s)$

Chuyển vị xoay dọc thân xe  $\phi(rad)$



Thời gian  $t(s)$

Gia tốc theo phương thẳng đứng  $z(m/s^2)$



Thời gian  $t(s)$

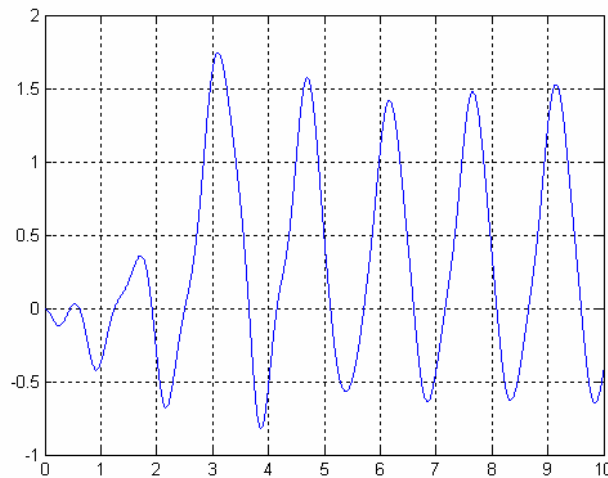
**Hình 3.17.** Chuyển vị và gia tốc theo phương thẳng đứng ở vị trí trọng tâm xe ở trường hợp vị trí lắp ráp động cơ và vỏ xe coi như đệm đàn hồi chỉ đặc trưng  $C_{dc}$ .

Nhận xét: Dựa vào kết quả ở hình trên ta thấy ở trường hợp hệ giảm chấn  $K_{dc}=0$  thời gian dập tắt dao động trễ hơn. Trường hợp này không có lợi cho độ êm chuyển động của ô tô

- Trường hợp 3:

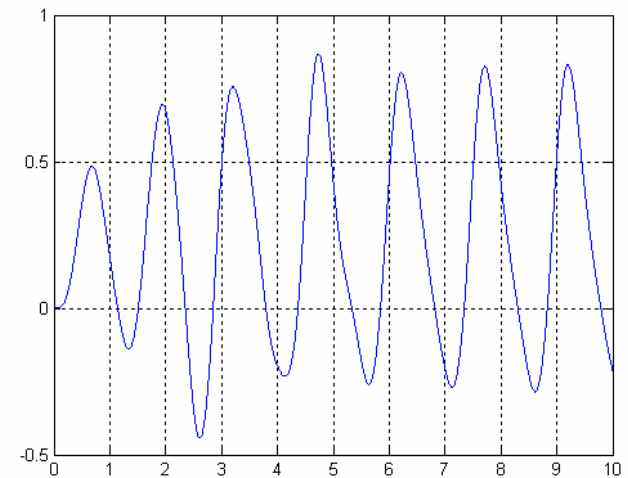
Trường hợp này coi các vị trí lắp ráp động cơ với vỏ xe có độ cứng tăng gấp 5 lần so với trường hợp 2, các độ cứng bộ phận đàn hồi ở vị trí lắp ráp  $C_{dc1}=7130 \times 5 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc2}=7300 \times 5$ ;  $C_{dc3}=7300 \times 5 \text{ N/m}$ ;  $C_{dc4}=7130 \times 5 \text{ N/m}$ ; hệ số giảm chấn ở các vị trí lắp ráp coi như  $K_{dc1}=0 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc2}=0 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc3}=0 \text{ Nm/s}$ ;  $K_{dc4}=0 \text{ Nm/s}$ .

Chuyển vị theo phương thẳng đứng z(m)



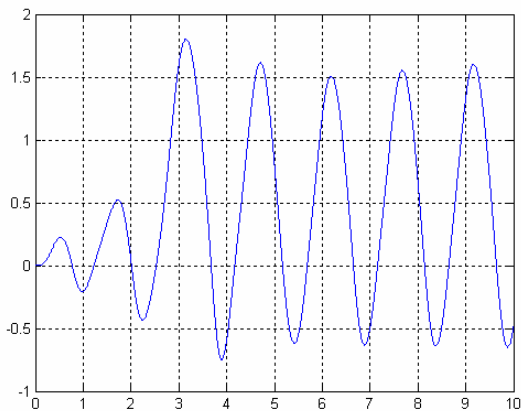
Thời gian t(s)

Chuyển vị xoay ngang thân xe  $\theta$ (rad)



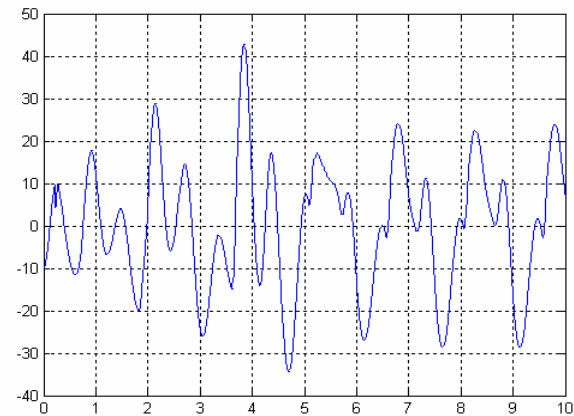
Thời gian t(s)

Chuyển vị xoay dọc thân xe  $\varphi$  (rad)



Thời gian t(s)

Gia tốc theo phương thẳng đứng z (m/s<sup>2</sup>)



Thời gian t(s)

**Hình 3.18.** Chuyển vị và gia tốc theo phương thẳng đứng ở vị trí trọng tâm thân xe ở trường hợp vị trí lắp ráp động cơ và vỏ xe coi như đệm đàn hồi chỉ đặc trưng  $C_{dc}$  tăng.

*Nhận xét:* Trường hợp tăng độ cứng ở các vị trí lắp ráp động cơ lên vỏ xe tăng lên 5 dựa vào kết quả mô phỏng ta thấy khi lắp cứng động cơ vào vỏ xe ảnh hưởng rất sâu không những độ êm dịu chuyển động của ô tô mà còn ảnh hưởng xấu đến ổn định hướng chuyển động của ô tô.

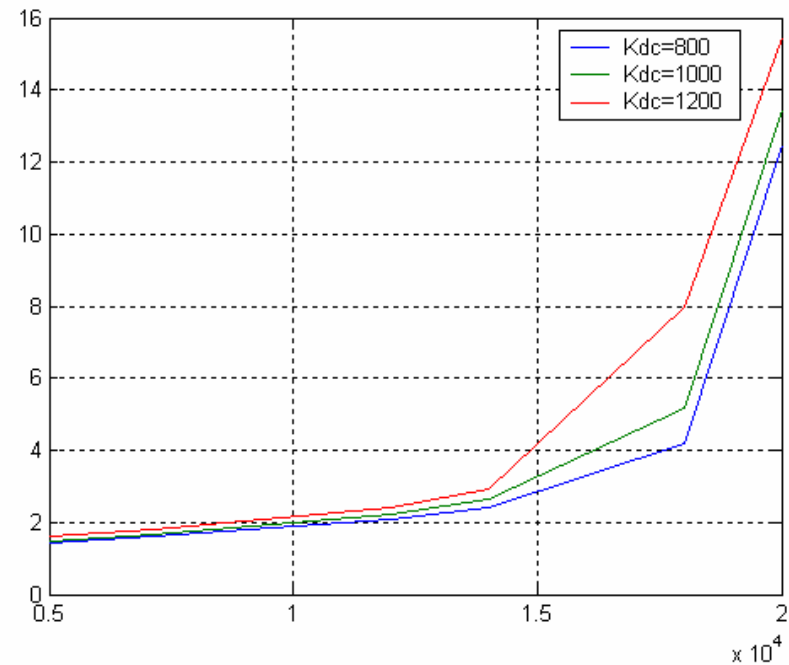
## \* Khảo sát thông số dao động của động cơ đến độ êm dịu chuyển động

### \* Ảnh hưởng của độ cứng $C_{dc}$

Để khảo sát ảnh hưởng của độ cứng đến  $C_{dc}$  ở các vị trí lắp ráp ảnh hưởng đến độ êm dịu chuyển động của ô tô thông qua chỉ tiêu đánh giá là độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng khi hệ số cản  $K_{dc}$  bằng các hằng số.

Khảo sát  $C_{dc}$  thay đổi trong khoảng  $C_{dc} = [5000 - 8000 - 12000 - 14000 - 18000]$  N/s, trong 3 trường hợp  $K_{dc} = \text{const}$

Độ lệch quân phương gia tốc  $Z_c$  (m/s<sup>2</sup>)



Độ cứng  $C_{cd}$  (N/m)

**Hình 3.19.** Độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng khi  $C_{dc}$  thay đổi

### \* Nhận xét:

Nhìn vào kết quả dạng đồ thị hình có thể đưa ra một số nhận xét sau:

- Khi tăng độ cứng của đệm đàn hồi thì độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng cũng tăng. Để đảm bảo được chỉ tiêu êm dịu chuyển động của ô tô thì  $C_{dc} \leq 18000 \text{ N/s}$ ;  $K_{dc} \leq 1200 \text{ Ns/m}$ .

- Khi độ cứng  $C_{dc} \leq 1400 \text{ N/s}$ ; hệ số  $K_{dc} \leq 1200 \text{ Ns/m}$  thì đảm bảo được tối ưu độ êm dịu chuyển động ô tô, tuy nhiên độ cứng vững của mối lắp giữa động cơ và vỏ xe thấp.

- Khi độ cứng  $14000 \text{ N/s} < C_{dc} \leq 18000 \text{ N/s}$ , hệ số cản  $K_{dc} \leq 1200 \text{ Ns/m}$  thì vừa đảm bảo được độ êm dịu chuyển động và đảm bảo độ cứng của mối lắp giữa động cơ và vỏ xe.

- Khi tăng hệ số giảm chấn của đệm đàn hồi trong 3 trường hợp:  $K_{dc} = 800 \text{ Ns/m}$ ;  $K_{dc} = 1000 \text{ Ns/m}$ ;  $K_{dc} = 1200 \text{ Ns/m}$  thì độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng cũng tăng lên, do lực tác dụng từ động cơ xuống vỏ xe tăng lên, ảnh hưởng xấu đến độ êm dịu chuyển động của ô tô, cũng như ổn định hướng chuyển động của ô tô.

## Khảo sát ảnh hưởng hệ số giảm chấn $K_{dc}$

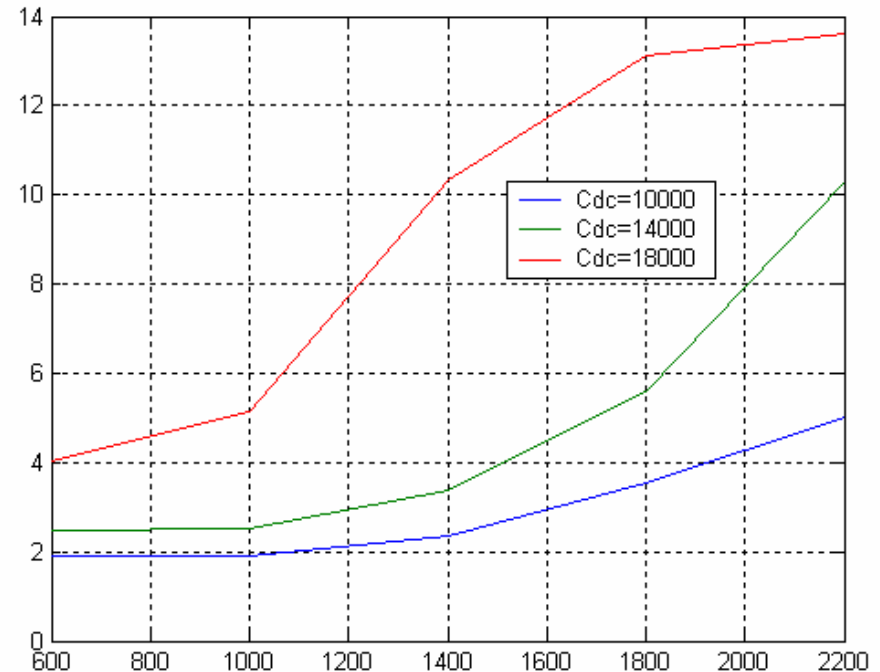
Để khảo sát ảnh hưởng của hệ số  $K_{dc}$  ở các vị trí lắp ráp qua chỉ tiêu đánh giá là độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng khi  $C_{dc}$  bằng các hằng số.

Khảo sát  $K_{dc}$  thay đổi trong khoảng  $K_{dc}=[6000-10000-14000-18000-22000]$  Ns/m, trong 3 trường hợp  $K_{dc}=\text{const}$ :

- +  $C_{dc}=10000$  Ns/m;
- +  $C_{dc}=14000$  Ns/m;
- +  $C_{dc}=18000$  Ns/m.

Hình 3.20. Độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng đứng khi  $K_{dc}$  thay đổi

Độ lệch quân phương gia tốc  $Z_c$  (m/s<sup>2</sup>)



Hệ số cản của động cơ  $K_{cd}$  (Ns/m)

## *Nhận xét:*

+ Khi tăng hệ số cản của đệm đàn hồi thì độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng cũng tăng lên. Để đảm bảo được chỉ tiêu êm dịu chuyển động của ô tô thì hệ số giảm chấn của đệm đàn hồi  $K_{dc} \leq 1400 \text{Ns/m}$  độ cứng  $C_{dc} \leq 18000 \text{N/m}$ .

+ Khi hệ số  $K_{dc} \leq 1000 \text{Ns/m}$  khi hệ số cản  $C_{dc} \leq 18000 \text{N/m}$  thì đảm bảo được tối ưu độ êm dịu chuyển ô tô.

+ Khi  $1000 \text{N/s} < K_{dc} < 1400 \text{N/s}$  độ cứng  $C_{dc} \leq 18000 \text{Ns/m}$  cũng đảm bảo chỉ tiêu êm dịu, tuy nhiên khi xe vào các địa hình có tình trạng mặt đường xấu thì rất dễ vượt chỉ tiêu của độ êm dịu.

+ Khi tăng độ cứng 3 trường hợp:  $C_{dc} = 10000 \text{N/m}$ ;  $C_{dc} = 14000 \text{N/m}$ ;  $C_{dc} = 18000 \text{N/m}$  thì độ độ lệch quân phương gia tốc theo phương thẳng đứng cũng tăng lên do lực tác dụng từ động cơ xuống vỏ xe tăng, ảnh hưởng xấu đến độ êm dịu chuyển động của ô tô, cũng như ổn định hướng chuyển động của ô tô.



## KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Sau thời gian nghiên cứu, với sự nỗ lực của bản thân, được sự hướng dẫn tận tình của thầy giáo *TS. Lê Quốc Phong* cùng với sự giúp đỡ của các thầy trong Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên cùng với sự động viên khích lệ của bạn bè, đồng nghiệp em đã hoàn thành cơ bản nội dung đề tài của mình. Đề tài đã đạt được một số kết quả sau đây:

- Nghiên cứu các chỉ tiêu đánh giá độ êm dịu chuyển động của ô tô nói chung và chuyển động của động cơ đốt trong nói riêng trong điều kiện đường xá Việt Nam, phù hợp với người Việt Nam.
- Xây dựng mô hình dao động tương đương của xe ô tô du lịch lắp ráp tại Việt Nam.
- Thiết lập hệ phương vi phân mô tả dao động.
- Đề cập đặc tính phi tuyến của hệ thống treo, lớp xe ảnh hưởng đến độ êm dịu chuyển động của ô tô.
- Ứng dụng thành công kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A Hà Nội – Lạng Sơn vào bài toán dao động động cơ.

- Giải hệ phương trình vi phân dao động bằng phần mềm Matlab Simulink 7.0.

- Nghiên cứu và đề xuất bộ thông số kết cấu đệm đàn hồi ở một số vị trí theo quan điểm êm dịu.

Với các kết quả thu trong luận văn đã thể hiện một cách cơ bản tác động qua lại trong môi quan hệ động học “Đường - Xe - Người”. Tuy nhiên, bên cạnh đó luận án còn một số hạn chế như: Trong mô hình chưa xét đến thành phần ổn định ngang; chưa có điều kiện kinh tế cũng như thời gian để thực nghiệm kiểm chứng mô hình dao động ...

Qua đây em xin đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo như sau:

- Nghiên cứu các chỉ tiêu đánh giá dao động của động cơ đốt trong và hệ thống lắp sát với thực tế hơn.

- Nghiên cứu mô hình dao động động cơ xe dụng lịch với mô hình thực tế hơn.

- Làm thực nghiệm để kiểm chứng tính đúng đắn của mô hình.

**KÍNH CHÚC CÁC QUÝ THẦY CÔ**

**SỨC KHOẺ**

**HẠNH PHÚC**

**THÀNH ĐẠT**

***TRÂN TRỌNG CẢM ƠN ./.***

