

# NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG BẢNG THAM SỐ ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ THỐNG TREO BÁN TÍCH CỰC DÙNG BỘ ĐIỀU KHIỂN ÁNH XẠ BẢNG

Nguyễn Trịnh Nguyễn<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Trà<sup>2</sup>

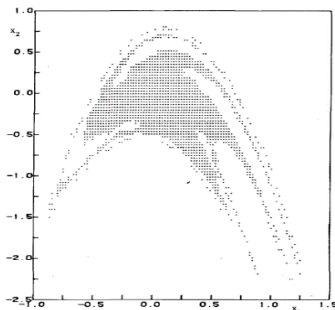
**Tóm tắt:** Ngày nay, khoa học máy tính và kỹ thuật điều khiển đang phát triển mạnh mẽ và được áp dụng vào hầu hết các lĩnh vực, trong đó có công nghệ ô tô. Vận tốc ô tô ngày càng cao. Vì thế hệ thống treo (HTT) truyền thống (bị động) có nhiều hạn chế chưa đáp ứng được các yêu cầu khắt khe về độ êm dịu và an toàn chuyển động, HTT chủ động (điều khiển) là cần thiết để đáp ứng các nhu cầu mới. HTT chủ động gồm HTT tích cực và HTT bán tích cực (điều khiển giảm chấn hoặc phân tử đàn hồi...). Có nhiều phương pháp điều khiển hệ số cản giảm chấn, một trong những phương pháp đó là điều khiển bằng ánh xạ bảng (CELL MAPPING CONTROLLER-CMC). Để áp dụng CMC, cần xây dựng bảng tham số giá trị điều khiển đã được tối ưu. Đây là mục đích của bài báo. Bài báo trình bày tóm tắt phương pháp xây dựng bảng tham số điều khiển bằng thuật toán tối ưu đơn hình. Giải thuật và chương trình tính xây dựng trên nền tảng LabVIEW. Kết quả của nghiên cứu là các MAP tham số cho bộ điều khiển ánh xạ bảng, là cơ sở quan trọng trong mô phỏng và nhúng tham số vào các bộ điều khiển thực.

**Từ khóa:** HTT bán tích cực; điều khiển ánh xạ bảng; tối ưu đơn hình.

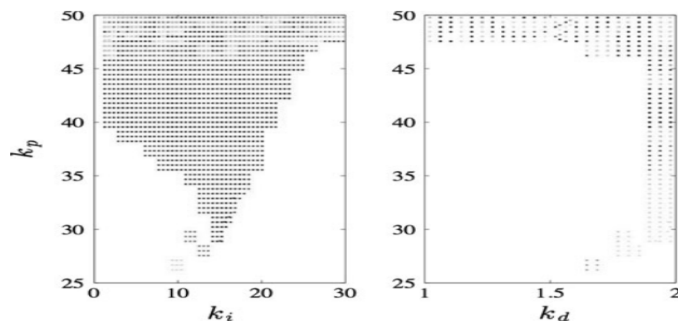
## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lý thuyết điều khiển CMC lần đầu tiên được giới thiệu vào năm 1980 do giáo sư Chieh Su Hsu tại đại học California. Bộ điều khiển đầu tiên được giới thiệu

và chứng minh được hiệu quả và tính ứng dụng của nó (Hình 1a) (HSU, C. S., 1980). Sau đó, bộ điều khiển CMC đã được ứng dụng cho các bộ điều khiển thực tế (Hình 1b) (HERNÁNDEZ, Carlos, et al, 2013).



Hình 1a. MAP đầu tiên  
(HSU, C. S.; GUTTALU, R. S, 1980)



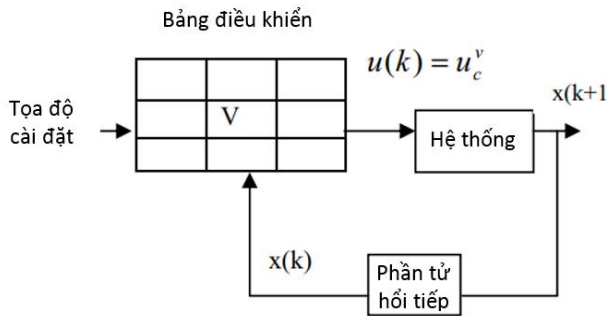
Hình 1b. MAP dùng cho điều khiển PID năm 2013  
(HERNÁNDEZ, Carlos, et al, 2013)

Sự khác biệt làm cho bộ điều khiển CMC được dùng để đưa vào thực tế là các giá trị đầu vào trong MAP là các kết quả được ánh xạ từ dữ liệu đầu vào qua bảng tra cho ra một giá trị điều khiển mà thông số đầu vào sẽ là những thông số thực, được đo lường

trong quá trình hệ thống đang hoạt động chứ không phải các giá trị chỉ dùng trong mô phỏng. Khác biệt thứ hai là khả năng truy xuất dữ liệu từ khi bắt đầu ánh xạ đến lúc xuất lệnh điều khiển không cần dùng đến hay phải trải qua bất kỳ quá trình xử lý toán học nào. Mô hình điều khiển của CMC được đưa ra có dạng tổng quát như sau (GUO, Ling Li; WANG, Ye, 2014):

<sup>1</sup> Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh

<sup>2</sup> Học viện Kỹ thuật Quân sự

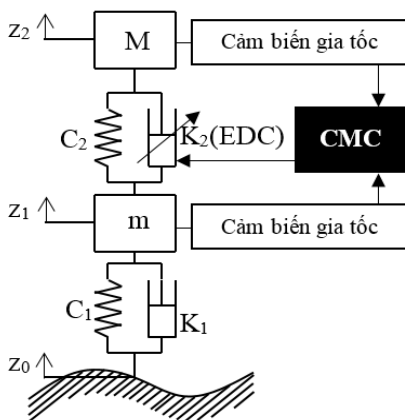


Hình 2. Sơ đồ khối điều khiển CMC

Trong đó giá trị điều khiển  $u(k)$  được trích chọn từ bảng MAP tại vị trí V, tọa độ được xác định bằng tập hợp giá trị hồi tiếp mô tả trạng thái làm việc của hệ thống.

## 2. CƠ SỞ XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN CMC

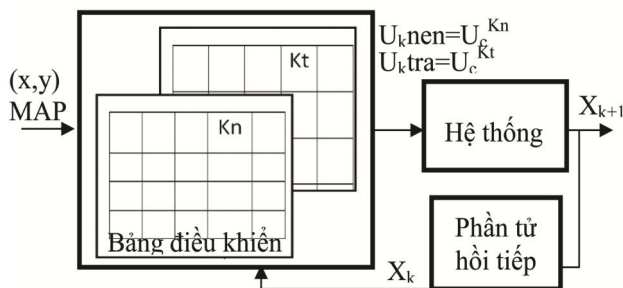
Trong nghiên cứu xây dựng bộ điều khiển CMC cho HTT bán tích cực, tác giả sử dụng HTT ¼ xe của xe BMW i7 có giảm chấn điều khiển EDC, trong giảm chấn điều khiển có kết cấu điều khiển riêng biệt cho hai giá trị hệ số cản giảm chấn khi



Hình 3a. Sơ đồ khối cấu trúc của HTT bán tích cực dùng bộ điều khiển CMC



Hình 3b. Thiết bị xác định các thông số kết cấu của HTT và mô phỏng lại mô hình dao động ¼ xe thực tế



Hình 4. Sơ đồ bộ điều khiển CMC cho HTT bán tích cực dùng EDC

nén ( $K_{nén}$ ) và hệ số cản giảm chấn khi trả ( $K_{trả}$ ). Các thông số đầu vào cho bộ điều khiển được xác định thông qua quá trình khảo sát mô hình động lực học HTT ¼ xe với các điều kiện cơ bản: Các thông số đầu vào cần mô tả được đặc tính dao động thân xe theo tần số mấp mô mặt đường kích thích vào hệ thống, tần số dao động được dùng để đánh giá độ êm dịu theo QCVN 09:2015/BGTVT và là tham số để xác định tọa độ của MAP; Một trong hai thông số đầu vào phải mô tả được vận tốc dịch chuyển của HTT để làm cơ sở cho việc điều khiển giá trị của giảm chấn. Mô hình tính toán được sử dụng là mô hình ¼ xe, trong đó các thông số kết cấu đưa vào là thông số thực gồm:  $M = [2750(N):3500(N)]$ ;  $m=300(N)$ ;  $C_1 = 200000(N/m)$ ;  $K_1 = 4500(N.s/m)$ ;  $C_2 = 25840(N/m)$ ;  $K_2^{nén\ max} = 12000(N.s/m)$ ;  $K_2^{trả\ max} = 15000(N.s/m)$ . Các thông số được xác định trên bộ thử ¼ xe tại ĐH Nông Lâm TP.Hồ Chí Minh (Nguyễn Trinh Nguyễn, Nguyễn Văn Trà và cộng sự, 2017).

Trong đó  $x, y$  là tọa độ của giá trị cần lấy để điều khiển;  $K_n$  và  $K_t$  là hệ số cản giảm chấn khi nén và khi trả được lưu trên MAP;  $U_{knén}$  và  $U_{ktrả}$  là giá trị điều khiển giảm chấn. Thông qua mô hình động lực học của HTT ¼ xe, tác giả chọn yếu tố đầu vào gồm có: Tín hiệu gia tốc thân xe thông qua đồ thị mật độ phổ nhằm đánh giá tần số dao động thân xe và phản ánh được tần số kích thích mặt đường. Tín hiệu thứ hai là giá trị hiệu dụng của trị tuyệt đối hiệu số vận tốc tương đối của khối lượng treo và không treo. Các

tín hiệu được thu thập qua hai cảm biến gia tốc đặt tại phần tử treo và không treo. Các tín hiệu này cũng được trích xuất khi tái cấu trúc để dùng làm giá trị xác định vị trí chứa độ lớn  $K_{nen}$  và  $K_{tra}$  trước khi xác định độ mở các van điều khiển trong giảm chấn.

### 3. THUẬT TOÁN TỐI ƯU TÌM GIÁ TRỊ CHO BẢNG ĐIỀU KHIỂN CMC

#### 3.1. Cơ sở xây dựng bài toán tối ưu

$$f(K_{nen}, K_{tra}) = F[\ddot{z}_1(t), \dot{z}_1(t), z_2(t), \ddot{z}_2(t), \dot{z}_2(t), z_2(t), m, M(M_{\min} : M_{\max})]_I \rightarrow \min; (I) \quad \text{dd} \quad m$$

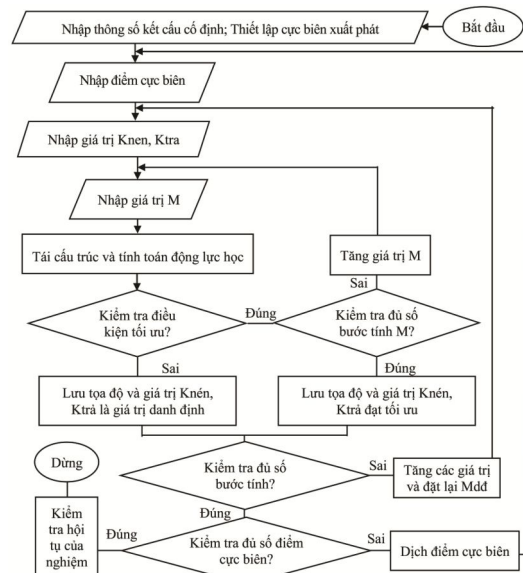
$$\left\{ \begin{array}{l} \omega \in (\{\omega, \max[Y(\omega) = \sum_{n=0}^{N-1} y[n] e^{-j\omega n T}\}] < 2,5 \\ \max|\ddot{z}_2| < 2,5; (\ddot{z}_2 \in I) \\ \min(F_d > 0); (F_d \in I) \\ K_{nxy} > 0; (x, y \in I) \\ K_{txy} > 0; (x, y \in I) \end{array} \right.$$

Hàm mục tiêu phụ thuộc các tham số theo miền thời gian: gia tốc, vận tốc, dịch chuyển của phần treo và không treo, khối lượng không treo và tập giá trị khối lượng treo thay đổi từ danh định đến cực đại. Tần số  $\omega$  lấy từ phổ năng lượng của chuyển dịch thân xe. Gia tốc cực đại hiệu dụng thuộc miền (I) sinh ra do tái cấu trúc hệ thống. Lực  $F_d$  phải thỏa điều kiện  $F_d > 0$  theo tiêu chí an toàn chuyển động.  $K_{nxy}$  và  $K_{txy}$  là tọa độ của MAP sinh ra khi tối ưu.

#### 3.2. Xây dựng thuật toán dùng cho việc tính toán tối ưu

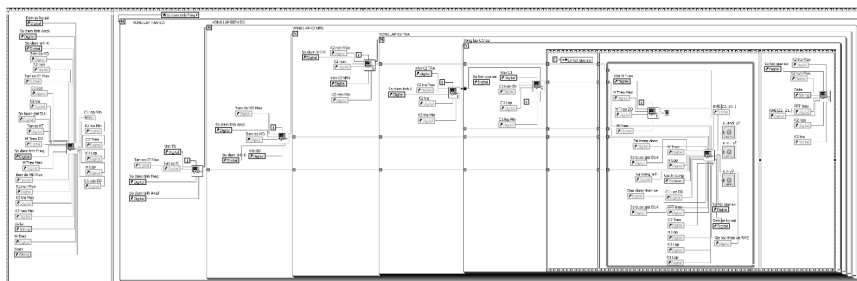
Để có giải thuật cho tính toán hàm mục tiêu, nhóm tác giả tiến hành xây dựng giải thuật tính toán tối ưu theo điều kiện bền vững trên cơ sở giải thuật tổng quát của phương pháp đơn hình (Võ Văn Tuấn Dũng, 2007). Giải thuật được mô tả trên hình 5. Các điểm cực biên gồm biên độ kích thích, tần số kích thích và các biến không chắc chắn.

Để xây dựng bài toán tối ưu cho các tham số điều khiển, nhóm tác giả sử dụng phương pháp đơn hình, quá trình tính toán trên mỗi bước được tái cấu trúc bằng các tham số khi thay đổi cực biên trong quá trình tính toán. Cơ sở chọn lựa phương pháp tối ưu dựa trên các dấu hiệu nhận biết được trình bày trong (Võ Văn Tuấn Dũng, 2007). Hàm mục tiêu mô tả bài toán được phát biểu:



Hình 5. Giải thuật của bài toán tối ưu đơn hình với điều kiện bền vững

Từ giải thuật trên, nhóm tác giả lập trình phần mềm tính toán tối ưu trên LabVIEW.

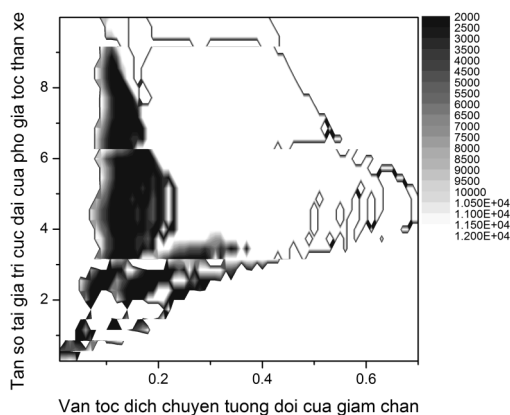


Hình 6. Lập trình phần mềm tính toán tối ưu

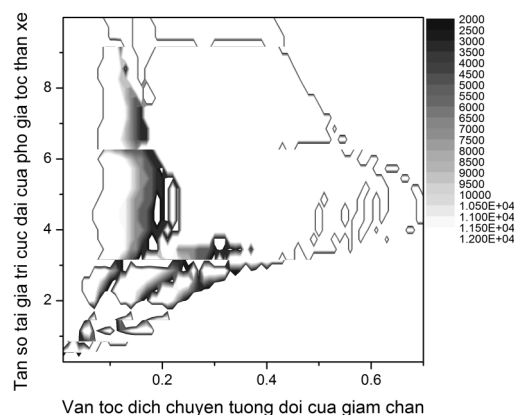
#### 4. KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ

Thông qua kết quả của quá trình tính toán, bằng đồ thị (Hình 7; Hình 8) cho thấy rõ các độ lớn của hệ số cản giảm chấn nén và hệ số cản giảm trần trả khi cần điều chỉnh đồng thời cho thấy phạm vi tác dụng của bộ điều khiển trong vùng làm việc của HTT thông qua việc hiển thị các giá trị mà tại đó bộ điều khiển can thiệp thay đổi giá trị hệ số cản giảm chấn

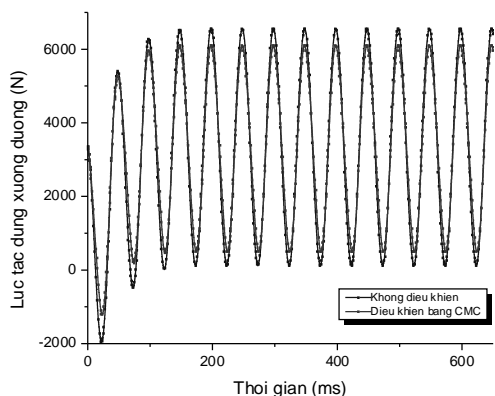
(vùng nhạt màu). Các điểm tối ưu khi không thỏa mãn điều kiện bền vững đồng nghĩa với việc không thay đổi giá trị giảm chấn, chấp nhận giá trị danh định (vùng đậm) cũng là vùng mà HTT chỉ có thể đáp ứng một trong các chỉ tiêu chất lượng và không thể thỏa hiệp với các ràng buộc khác. (Nguyễn Văn Trà, Nguyễn Trịnh Nguyễn, 2015).



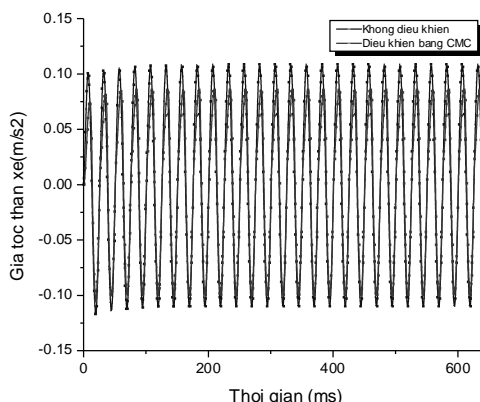
Hình 7. Bảng giá trị Knén



Hình 8. Bảng giá trị Ktrả



Hình 9. Kết quả mô phỏng  $F_d$



Hình 10. Kết quả mô phỏng gia tốc thân xe

#### 5. KẾT LUẬN

Bằng nghiên cứu trên, kết quả đã cho thấy tính khoa học và khả năng áp dụng vào thực tế của bộ điều khiển CMC. Các kết quả thông qua tối ưu bằng tham số được thể hiện trên toàn vùng hoạt động cho thấy nhiều thông tin giá trị như: Độ lớn của giá trị cần điều khiển cho cả hệ số cản giảm chấn khi trả và hệ số cản giảm chấn khi nén, cho thấy mức độ can thiệp của bộ điều khiển vào hệ thống để đưa hệ thống đến trạng thái bền vững đồng thời cũng cho thấy rõ những vùng không thể

can thiệp để đạt được điều kiện hoạt động bền vững. Kết quả mô phỏng cho thấy bộ điều khiển đã nâng cao chất lượng của hệ thống treo, thỏa mãn được điều kiện bền vững khi thay đổi điều kiện tải trọng tác dụng. Nghiên cứu là cơ sở quan trọng để xác lập giá trị và vị trí cần điều khiển cho bộ điều khiển thực tế sẽ được triển khai thử nghiệm. Thông qua nghiên cứu, nhóm tác giả xây dựng được giải thuật tối ưu và thiết lập phần mềm tính toán. Từ cơ sở này có thể tiếp tục phát triển với các bài toán có yêu cầu cao hơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Trịnh Nguyên, Nguyễn Văn Trà và cộng sự, (2017). *Nghiên cứu và chế tạo thiết bị xác định hệ số cản giảm chấn bằng phương pháp đo trực tiếp*. Kỷ yếu hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí động lực năm 2017. Nxb Đại học quốc gia TP HCM, ISBN: 978-604-73-5602-7, tr. 281-285.
- Nguyễn Văn Trà, Nguyễn Trịnh Nguyên (2015). *Một số định hướng điều khiển HTT bán tích cực*. Kỷ yếu hội nghị khoa học và công nghệ toàn quốc về cơ khí lần thứ IV năm 2015. Nxb Đại học quốc gia TP HCM; ISBN: 978-604-73-3690-6.
- Võ Văn Tuấn Dũng.(2007). *Giáo trình quy hoạch tuyến tính*. NXB Thống kê. Tr. 37-38
- GUO, Ling Li; WANG, Ye (2014). *The application of cell mapping to dynamic modeling and control*. In: Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications, pp. 661-664.
- HERNÁNDEZ, Carlos, et al. (2013). *Simple cell mapping method for multi-objective optimal feedback control design*. International Journal of Dynamics and Control, 1.3, 231-238.
- HSU, C. S.; GUTTALU, R. S. (1980). *An unravelling algorithm for global analysis of dynamical systems: An application of cell-to-cell mappings*. Journal of Applied Mechanics, pp. 940-948.

### Abstract:

#### CONSTRUCTION RESEARCH MAP OF CONTROL PARAMETERS FOR SEMI-ACTIVE SUSPENSION SYSTEM USING CELL MAPPING CONTROLLER

*Computer science and control engineering are developing strongly and are applied in almost all fields, including automotive technology. Automobile speed is increasing. Therefore, the traditional suspension (passive) has many limitations that do not meet the strict requirements of smoothness and safety movement, active suspension (control) is needed to meet new needs. Active suspension includes active suspension and semi-active suspension (damping control or elastic element...). There are many methods of controlling damping coefficient, one of which is control by table mapping. In order to apply the cell mapping controller (CMC) controller, it is necessary to build the optimal control parameter table. This is the purpose of the article. The paper summarizes the method of constructing the control parameter table by simplex optimization algorithm Computing algorithms and programs are built on LabVIEW platform. The result of the study is the parameter MAP for the CMC controller, which is an important basis for simulating and embedding parameters into real controllers.*

**Keywords:** Semi-active suspension; cell mapping controller; simplex method.

---

Ngày nhận bài: 04/7/2019

Ngày chấp nhận đăng: 26/8/2019