

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG HỘP SỐ CƠ KHÍ TRONG Ô TÔ DU LỊCH

RESEARCH SIMULATION OF MECHANICAL GEAR BOX IN CAR

Nguyễn Đức Chính^{1,*}, Đặng Minh Công¹, Nguyễn Việt Anh¹, Nguyễn Thị Tú Anh², Nguyễn Đình Sơn³, Phạm Hòa Bình⁴

TÓM TẮT

Bài báo trình bày việc sử dụng SimMechanics để mô hình hóa các hệ thống hộp số cơ khí. Hệ thống cơ khí được thể hiện bằng sơ đồ khối kết nối. Không giống như các khối Simulink bình thường, đại diện cho các hoạt động toán học hoặc hoạt động trên các tín hiệu, các khối mô hình vật lý đại diện cho các thành phần vật lý trong SimMechanics và các mối quan hệ hình học và động học trực tiếp. Điều này không chỉ trực quan hơn, nó còn tiết kiệm thời gian và công sức để rút ra các phương trình chuyển động. Các khối động lực học đại diện cho lực xoắn, lực va đập giữa các bánh răng của hộp số, các khối được liên kết với nhau thành mô hình mô phỏng hộp số cơ khí trên ô tô du lịch. Từ đó phân tích bản chất vật lý cơ bản, công thức và ứng dụng phần mềm Matlab Simulink, Matlab-Stateflow để diễn tả, mô phỏng trạng thái làm việc các phần tử của hộp số cơ khí trong xe ô tô.

ABSTRACT

The paper presents the use of SimMechanics to model mechanical gearbox systems. Mechanical system is shown by block diagram of connection. Unlike normal Simulink blocks, which represent mathematical operations or operate on signals, physical model blocks represent physical components in SimMechanics, and geometric relationships and Direct kinetics. This is not only more intuitive, it also saves time and effort to draw motion equations. The dynamic blocks represent the torsion force, the impact force between the gears of the gearbox, and the blocks are linked together into a model of a mechanical gearbox on a passenger car. From that, analyze basic physical nature, formulas and applications of Matlab Simulink and Matlab-Stateflow software to describe and simulate the working status of elements of mechanical gearboxes in cars.

¹Lớp Ô tô 5 - K10, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

²Lớp Ô tô 5 - K12, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

³Lớp Ô tô 4 - K10, Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

⁴Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: chinhxxxnguyen@gmail.com

1. GIỚI THIỆU

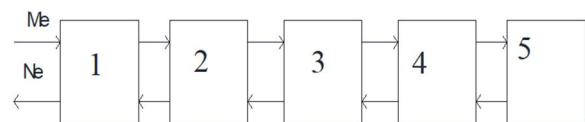
Trong hệ thống truyền lực của ô tô, hộp số có tác dụng tăng mô men quay khi khởi hành và leo dốc, truyền lực đến các bánh xe ở tốc độ cao khi đang chạy với tốc độ lớn và đặc biệt giúp chiếc xe của bạn có thể lùi được. Trong thực tế việc nghiên cứu quá trình chuyển số, tìm hiểu bản chất việc chuyển số rất khó khăn do đó nhóm nghiên cứu đã xây dựng mô phỏng sự chuyển động sang số của hộp

số cơ khí trên ô tô du lịch. Trong bài báo này, nhóm tác giả thiết lập các khối SimMechanics để thể hiện cho các quá trình vật lý của việc chuyển số, lắp ghép chúng lại để đưa ra mô hình hoàn chỉnh từ đó xuất ra kết quả mô phỏng dưới dạng đồ thị.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trên cơ sở lý thuyết về hộp số cơ khí trên ô tô du lịch, từ các mô hình vật lý mô hình toán học ta xây dựng các khối mô hình mô phỏng.

2.1. Mô hình vật lý



Trong đó:

1. Động cơ 2. Ly hợp 3. Hộp số
4. Cầu 5. Bánh xe

Đầu vào: M_e là mô men xoắn

Ne số vòng quay của động cơ

Các số truyền đều truyền mô men qua một cặp bánh răng ăn khớp, giá trị tỷ số truyền i_n được xác định qua một cặp bánh răng ăn khớp trên các trục bị động và chủ động (ngoại trừ số lùi). Điều này cho phép nâng cao hiệu suất truyền lực, giảm nhỏ kích thước hộp số và rất phù hợp với ô tô có cầu trước chủ động.

Với việc bố trí hộp số và cầu chủ động cùng một không gian bao kín, cho phép sử dụng chung một loại dầu, nhưng có khối lượng dầu đủ lớn và tạo các khoang chứa dầu hợp lý, giúp thuận lợi trong bôi trơn bằng vung té.

a) Xác định tỷ số truyền của hộp số

Tỷ số truyền tay số 1 được xác định dựa trên cơ sở đảm bảo khắc phục được sức cản lớn nhất của mặt đường mà không bị trượt:

$$P\Psi_{\max} \leq P_{kl} \leq P\varphi$$

Do đó, i_{h1} được xác định theo điều kiện cân chuyển động.

$$i_{h1} = (\Psi_{\max} \cdot G \cdot r_{bx}) / (M_{e_{\max}} \cdot i_0 \cdot n_{tl} \cdot i_{pc})$$

Trong đó: i_0 : Tỷ số truyền lực chính

r_{bx} : Bán kính lăn của bánh xe

G: Trọng lượng toàn tải của xe

n_t : Hiệu suất truyền lực

i_{pc} : Tỷ số truyền cao của hộp số phụ

n_{tt} : Hiệu suất truyền lực của xe

b) Xác định tỷ số truyền của các tay số trung gian

Xác định tỷ số truyền theo cấp số nhân. Công bội q được xác định:

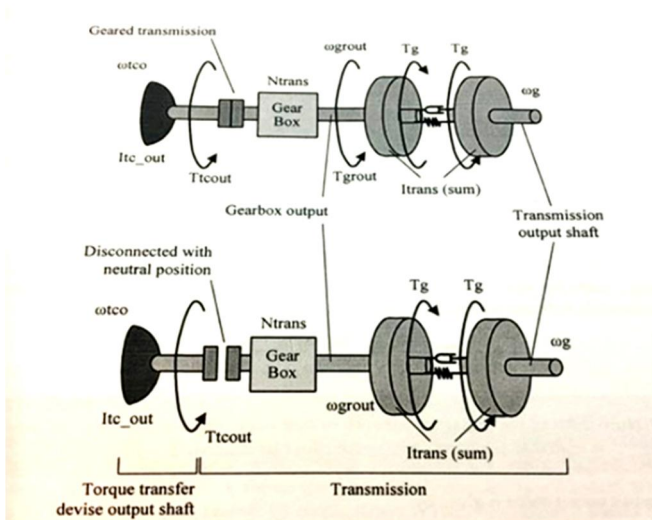
$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{h1}}{i_{hn}}}$$

Tỷ số truyền các tay số trung gian được xác định theo:

$$i_{hi} = i_h(n-1)/q = i_{h1}/q$$

Tay số cuối cùng truyền thẳng bằng 1.

2.2. Mô hình toán học



Trong đó: Gearbox transmission: truyền hộp số

Gearbox output: đầu ra hộp số

$i_{trans(sum)}$: tỷ số truyền đầu ra

Transmission output shaft: trục đầu ra.

Disconnected with neutral position: ngắt kết nối với vị trí trung gian

Mặt khác khi truyền ở trạng thái trung tính, nó có một mức độ tự do bổ sung, đó là tốc độ quay của mô men ở đầu ra.

Mô men xoắn trục đầu ra (T_g) được biểu diễn thông qua bộ giảm xóc lò xo xoắn chẳng hạn như:

$$T_g = K_{driveline} * (\phi_{grout} - \phi_g) + D_{driveline} * (\omega_{grout} - \omega_g)$$

Trong đó: $K_{driveline}$: độ cứng

$D_{driveline}$: hệ số giảm xóc

ϕ_{grout} : góc quay đầu ra hộp số

ϕ_g : góc quay đầu ra của trục đầu ra

ω_{grout} : vận tốc góc đầu ra của hộp số

ω_g : vận tốc góc của trục đầu ra

Các phương trình khác về tốc độ quay và mô men xoắn liên quan đến việc truyền khác nhau tùy theo việc chuyển hướng hay trung tính, hoặc ly hợp được đóng hay mở.

a) Trường hợp truyền số:

Khi truyền động, tỷ số truyền của hộp số (N_{trans}) được liên kết với số bánh răng đã chọn. Mô men đầu ra của hộp số (T_{grout}) được đưa ra bởi bộ chuyển đổi mô men xoắn (T_{tcout}) và tỷ số truyền:

$$T_{grout} = N_{trans} * T_{tcout} * E_{trans}$$

Trong đó: E_{trans} : hiệu quả khi động cơ truyền động cho bánh xe

Tốc độ đầu ra của hộp số được đưa ra bởi:

- Trường hợp ly hợp bị trượt:

$$\omega_{grout} = \frac{T_{grout} - T_g}{I_{tcout} * N_{trans} + 0.5 I_{trans}}$$

- Trường hợp ly hợp bị khóa:

$$\omega_{grout} = \frac{T_{grout} - T_g}{(I_{tcout} + I_e + I_{tc_in}) * N_{trans} + 0.5 I_{trans}}$$

Ở đây, trong trường hợp ly hợp bị khóa, động cơ, mô men của trục đầu ra và hộp số đều coi là một đơn vị ($T_{tcout} = T_g$).

Tốc độ góc của đầu ra truyền mô men xoắn, ω_{tco} được tính bằng tốc độ góc đầu ra, ω_{grouts} nhân với tỷ số truyền:

$$\omega_{tco} = N_{trans} * \omega_{grout}$$

b) Trường hợp truyền trung tính:

Tốc độ đầu ra của hộp số:

$$\omega_{grout} = \frac{-T_g}{0.5 I_{trans}}$$

Tốc độ của mô men đầu ra:

- Trường hợp ly hợp bị trượt:

$$\omega_{tco} = \frac{T_{tcout}}{I_{tco}}$$

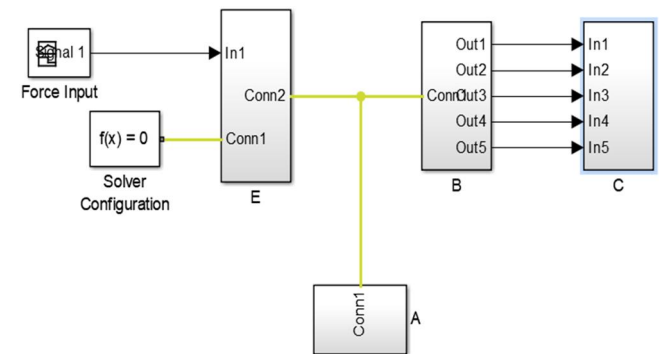
- Trường hợp ly hợp bị khóa:

$$\omega_{tco} = \frac{T_g}{I_{tco} + I_e + I_{tc_in}}$$

Trong mọi trường hợp, góc quay đầu ra của hộp số được đưa ra bởi:

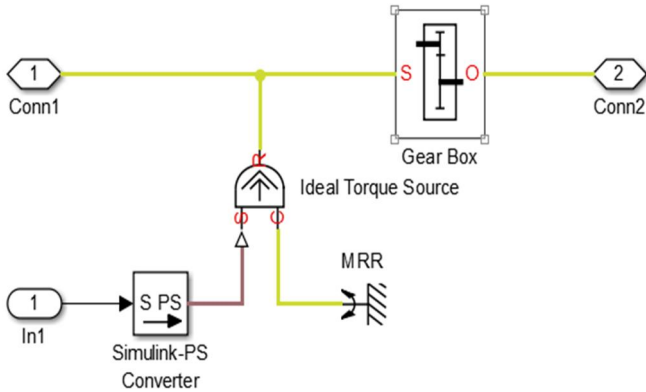
$$\phi_{grout} = \omega_{grout}$$

2.3. Mô hình mô phỏng hộp số cơ khí trong ô tô du lịch



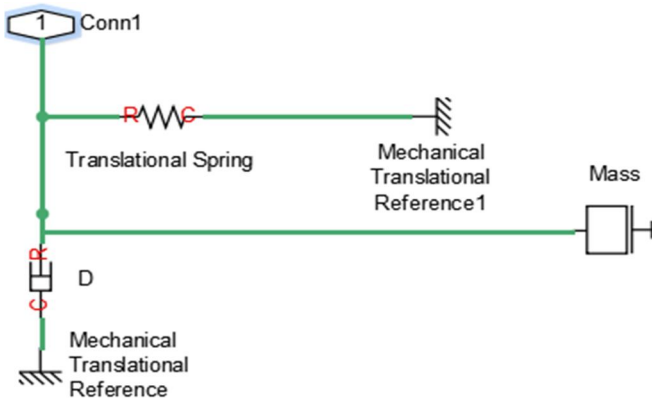
- Khối động cơ

Sơ đồ khối động cơ gồm các khối đầu vào là tín hiệu mô men xoắn động cơ, tín hiệu này là một tín hiệu lí tưởng được hiệu chỉnh trên các thông số thực tế đầu ra là mô men xoắn đã được hiệu chỉnh phù hợp với chế độ là việc của ô tô.



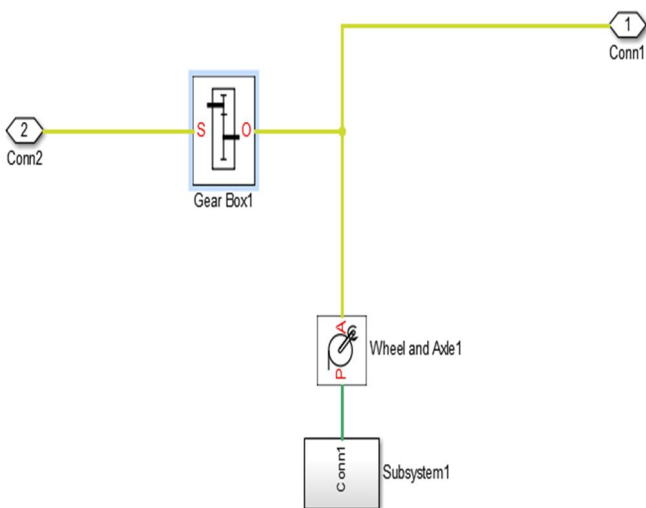
- Khối động lực học

Thể hiện cho độ xoắn, độ va đập của các chi tiết bánh răng tác dụng lên nhau.

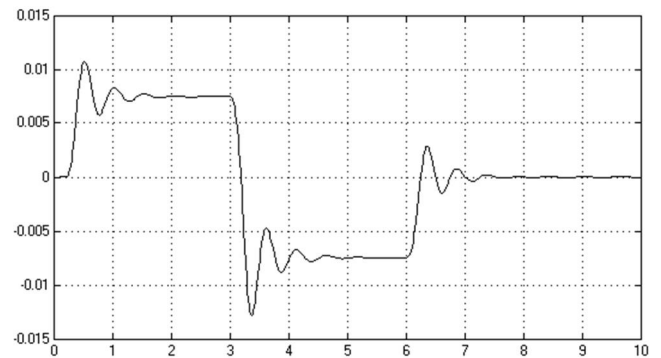


- Khối tay số của hộp số

Khối đầu vào là khối tín hiệu mô men động cơ truyền đến hộp số theo các tỷ số truyền khác nhau.

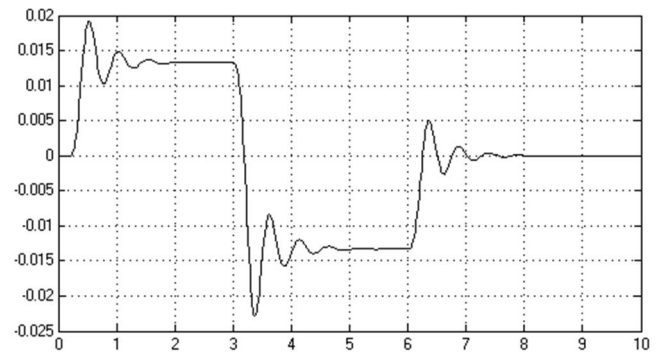


3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU



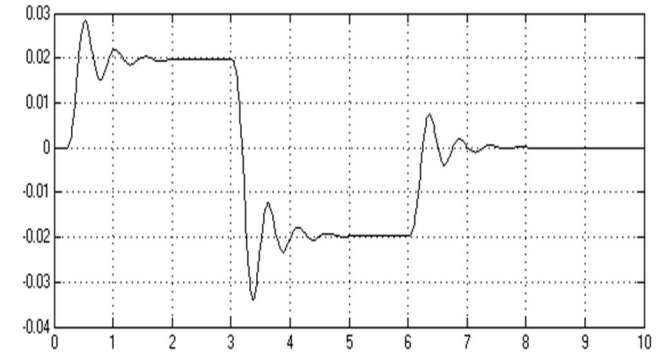
Time offset: 0

Thời gian quá độ tay số 1



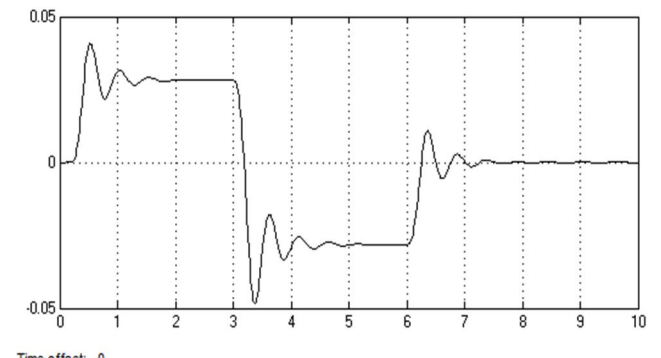
Time offset: 0

Thời gian quá độ tay số 2



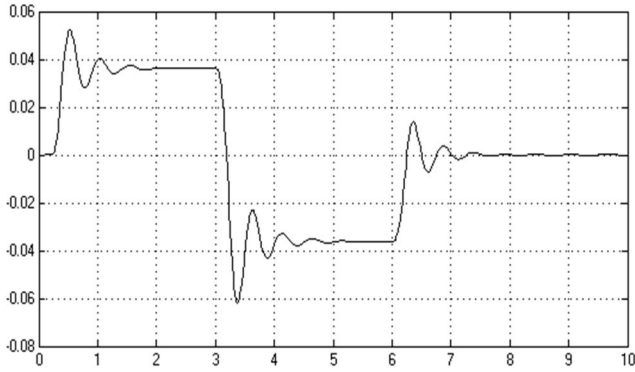
Time offset: 0

Thời gian quá độ tay số 3



Time offset: 0

Thời gian quá độ tay số 4



Time offset: 0

Thời gian quá độ tay số 5

Nhận xét kết quả mô phỏng:

Qua quá trình mô phỏng ta nhận thấy, trong thời gian mô phỏng có thời gian quá độ thay đổi mô men của hộp số, quá trình quá độ thực chất là quá trình gài bánh răng của hộp số trong bộ đồng tốc. quá trình này giúp hộp số có thể gài số êm, dễ dàng và không có tiếng kêu khi chuyển số.

4. KẾT LUẬN

Nhóm tác giả đã nghiên cứu về lý thuyết cơ bản của quá trình sang số ô tô; lý thuyết và chế độ điều khiển của hộp số trên cơ sở các tài liệu và hệ thống thực tế trên xe.

Phân tích bản chất vật lý cơ bản, công thức và ứng dụng phần mềm Matlab Simulink, Matlab - Stateflow để diễn tả, mô phỏng trạng thái làm việc các phần tử của hộp số cơ khí trong xe ô tô. Quá trình mô phỏng đã hoàn thành các nội dung:

- + Xây dựng được mô hình mô phỏng;
- + Xác định giá trị các thông số của mô hình mô phỏng;
- + Xác định các thông số (điều kiện, tín hiệu) đầu vào, đầu ra, thông số nhập;
- + Xác định kết quả xuất ra: mô men đến cầu chủ động;
- + Xác định và đánh giá được bằng kết quả (dưới dạng đồ thị);
- + Bài báo có ý nghĩa thực tiễn là đóng góp vào nghiên cứu khoa học chuyên ngành ô tô.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Khắc Trai, 2003. *Kết cấu ô tô*. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
 [2]. Nguyễn Khắc Trai, 1999. *Cấu tạo hệ thống truyền lực ô tô con*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
 [3]. Hoàng Đình Long, 2009. *Kỹ thuật sửa chữa ô tô*. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
 [4]. Nguyễn Hữu Cẩn, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, 2005. *Lý thuyết ô tô máy kéo*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội
 [5]. Shinichi, Eisuke, Kimura, Kazushia, 1999. *MathWorks Matlab Simulink Using Simulink and Stateflow in Automotive Applications*.
 [6]. MathWoks Supports Team, 2009. *Modeling and Simulation of Gear-Shift Controller for Automated Manual Gearbox Based on Neuro Fuzzy Control Logic*.
 [7]. Mahmoud Ashwah. *VehideSim Brower Reference Manual*.