

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BỘ ĐO MÔMEN XOẮN DÙNG
CẢM BIẾN BIẾN DẠNG KẾT HỢP VỚI TRỤC XOẮN**
RESEARCH ON MANUFACTURING THE TORQUE MEASURE
BY USING STRAIN GAGE COMBINE WITH HELIX AXIS

SVTH: Lê Duy Hưng, Huỳnh Xuân Bình
Lớp 08C4LT, Khoa Cơ Khí Giao Thông, Trường Đại học Bách khoa

GVHD: PGS. TS. Trần Thanh Hải Tùng
Khoa Cơ Khí Giao Thông, Trường Đại học Bách khoa

TÓM TẮT

Báo cáo đề cập đến phương pháp dùng cảm biến lực gắn trên trục xoắn để đo mô men xoắn, thông số quan trọng dùng để tính toán công suất truyền trên trục. Kết quả nghiên cứu cho phép ứng dụng trên băng thử đo công suất xe gắn máy. Nghiên cứu đã sử dụng kỹ thuật thu nhận tín hiệu không dây để nhận kết quả trên trục xoắn.

ABSTRACT

The report refers to method of using force sensors mounted on the twist shaft to measure torque, important parameters used to calculate transmission capacity on the axis. Research result allows application on tape test to measure capacity motorcycles. The research is used technique receiving wireless signals to get results on the torsion axis.

1. Đặt vấn đề

Nghiên cứu nhằm tăng tính kinh tế nhiên liệu, giảm ô nhiễm cho các loại động cơ đốt trong hiện nay đang được các nhà khoa học trong nước cũng như trên thế giới quan tâm nghiên cứu. Ở Việt Nam, xe máy là loại phương tiện giao thông khá phổ biến, đây chính là nguồn ô nhiễm lớn ảnh hưởng nhiều đến môi trường không khí. Để đánh giá tính năng của động cơ xe máy cần phải xác định được công suất bằng cách đưa động cơ lên băng thử động cơ hoặc đưa xe máy lên băng thử công suất xe máy.

Tuy nhiên để trang bị một băng thử như thế cho các phòng thí nghiệm đòi hỏi một nguồn đầu tư lớn. Với mong muốn chế tạo một băng thử có thể đo được công suất nhằm so sánh công suất của các loại xe gắn máy khác nhau với giá thành có thể chấp nhận được, nhóm sinh viên đã nghiên cứu bộ đo mô men xoắn dùng trục xoắn.

2. Phân tích chọn phương án thiết kế

2.1. Chọn phương án đo mô men

Theo lý thuyết thông thường công suất được xác định qua biểu thức sau:

$$N_e = M_e \cdot \omega = M_e \cdot \frac{\pi \cdot n}{30}; [W] \quad (1)$$

Trong đó:

M_e - Mômen của động cơ [N.m]

ω - Tốc độ góc của trục khuỷu [rad/s]

n - Tốc độ của trục khuỷu [vòng/ph]

Mômen động cơ: $M_e = \frac{M_t}{\eta_{TD}}; [N.m]$ (2)

Trong đó:

M_t - Mômen tải (mômen phanh); [N.m]

η_{TD} - Hiệu suất truyền động

Như vậy để xác định công suất của động cơ đốt trong ta cần xác định mô men phanh M_t . Để xác định M_t ta có hai phương pháp sau:

* Dùng phanh thử công suất có cơ cấu cân bằng.

Nguyên lý hoạt động của phanh thử này dựa vào mômen ma sát tạo ra trong phanh.

Thông qua cánh tay đòn, lực kế chỉ thị ta xác định được mômen phanh:

Mômen phanh:

$$M_{ph} = L.P [N.m] \quad (3)$$

Trong đó:

L - Chiều dài cánh tay đòn [m].

P - Lực đọc được trên lực kế [N].

* Đo mô men phanh bằng mômen kế.

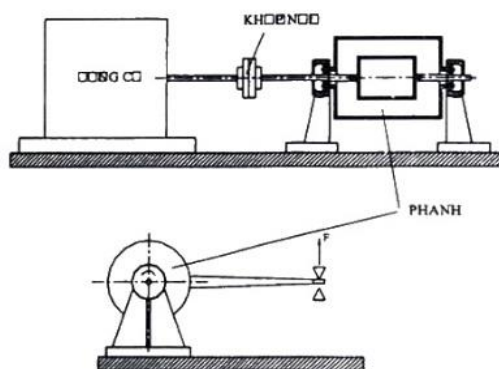
Ta cũng dùng cơ cấu phanh để tiêu thụ công suất động cơ nhưng trên cơ cấu phanh không có cơ cấu cân bằng.

Mômen kế gồm: một cảm biến được lắp ngay trên trục truyền động giữa động cơ và bộ phận cần và một cơ cấu truyền tín hiệu ra dụng cụ ghi cố định.

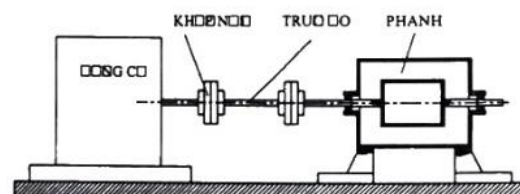
Nhận xét:

Nếu xác định mômen theo phương án thứ nhất cần phải có phanh thử với rotor của phanh nối với trục và quay tự do trên hai ổ đỡ gắn trên Stato, Stato có thể chuyển động lắc lư tự do trên giá đỡ và cần thiết phải có cơ cấu cân lực. Kết cấu loại này khá phức tạp đòi hỏi chế tạo chính xác cao.

Theo phương án thứ hai dụng cụ đo dựa trên cơ sở việc đo biến dạng của trục đo nối giữa băng thử và trục động cơ. Dưới tác dụng của mômen xoắn truyền từ trục động cơ qua trục đo đến cơ cấu phanh làm trục đo biến dạng. Sự biến dạng này tỷ lệ với mô men. Cho nên, việc xác định được biến dạng của trục đo cũng chính là xác định mômen của động cơ. Trong trường hợp này phanh thử có thể là một máy phát điện thông thường. Khi chọn phương án này cần thiết phải chế tạo một trục xoắn nối giữa động cơ và máy phát, mô men



Hình 1. Sơ đồ phanh thử có cơ cấu cân bằng.



Hình 2. Sơ đồ phanh thử không có cơ cấu cân bằng.

xoắn nhận được thông qua kết quả đo biến dạng trên trục. Do đó sử dụng phương án này giảm được chi phí chế tạo hơn, đây cũng là lựa chọn hướng nghiên cứu của chúng em.

2.2. Chọn phương án thu nhận kết quả đo

Việc nhận tín hiệu điện từ một trục quay thông thường người ta sử dụng cổ góp, tuy nhiên do tốc độ trục quay khá cao nên phương án này không đảm bảo độ chính xác. Yêu cầu đối với băng thử đặt ra là cần phải thu nhận đồng thời và xử lý hai tín hiệu đo (tín hiệu tốc độ trục và một tín hiệu về mô men).

Với yêu cầu như trên ta sử dụng hai vi điều khiển loại 18LF14K50 và 16F877A. Trong đó vi xử lý 18FL14K50 được dùng trong bộ thu phát không dây để truyền tín hiệu của cảm biến điện trở lực căng. Vi xử lý 16F877A có nhiệm vụ nhận tín hiệu từ encoder (tốc độ trục) và từ bộ phát không dây (mô men xoắn) thông qua bộ thu không dây, tính toán và xử lý kết quả đưa lên máy tính qua cổng COM theo chuẩn giao tiếp RS232. Các vi điều khiển được lập trình điều khiển bằng ngôn ngữ C. Để xuất kết quả trên máy tính sử dụng phần mềm Visual Basic.

3. Thiết kế chế tạo trục xoắn

3.1. Các tính toán cơ bản

* Chọn vật liệu:

Trục xoắn sử dụng là loại trục xoắn của hệ thống treo trước của xe TOYOTA HIACE loại 16 chỗ ngồi đây là loại vật liệu đàn hồi có giới hạn đàn hồi cao.

Trên cơ sở phục vụ cho băng thử công suất động cơ xe máy có tốc độ lớn nhất của rulo $n_{lmax}=3578$ [Vg/ph] và tốc độ nhỏ nhất của rulo $n_{lmin}=447,6$ [Vg/ph].

Xe KAWASAKI AR 125A1 dự kiến thử có công suất động cơ là $N_{emax} = 9,0$ [KW] và theo [1] chọn hiệu suất qua các bộ truyền là: bộ truyền ly hợp $\eta_{Lh} = 0,88$; cặp bánh răng $\eta_{br} = 0,98$; truyền động xích $\eta_x = 0,93$; ổ bi $\eta_{bi} = 0,995$; ma sát $\eta_{ms} = 0,96$.

Ta xác định được mômen lớn nhất trên trục $M_{max} = 104,4$ [N.m]

* Tính sơ bộ trục:

Theo [1]. Để xác định đường kính sơ bộ của trục ta chỉ xét đến tác dụng của của mômen xoắn trên trục.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{max}}{\tau_{0,2}}} = \sqrt[3]{\frac{104400}{129.0,2}} = 14,7 \text{ [mm]}, \text{ chọn } d = 15 \text{ [mm]}.$$

Trong đó:

M_{max} - Mô men xoắn lớn nhất tác dụng lên trục, $M_{max} = 104400$ [N.mm]

d- Đường kính trục, [mm]

* Tính góc xoắn giới hạn trên trục:

Theo [1] đối với trục có đường kính không đổi, biến dạng xoắn (góc xoắn) xác định theo công thức (3)

$$\varphi = \frac{57.M_x.L}{G.j_0} \text{ [độ]} \quad (3)$$

Trong đó:

φ - Góc xoắn trục;

G - Môđun đàn hồi trượt, $G = 0,78.10^5 \text{ N/mm}^2$;

J_0 - Mô men quán tính độc cực, đối với tiết diện tròn đường kính d ta có:

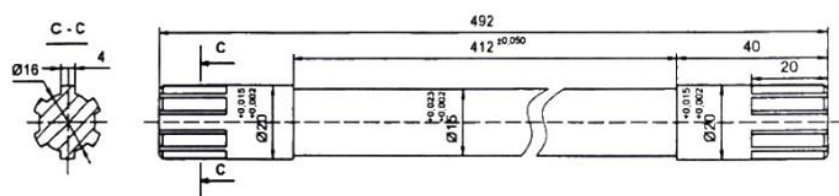
$$J_0 = \frac{\pi.d^4}{32} = \frac{3,14.15^4}{32} = 4967,58 \text{ [mm}^4\text{]}$$

Do đó:

$$\varphi_{\max} = \frac{57.104400.500}{0,78.10^5.4967,58} = 7,68^\circ$$

Ngoài các tính toán trên, chúng em đã thực hiện kiểm tra bền mỏi của trục, các kết quả tính toán đều thỏa mãn yêu cầu làm việc.

3.2. Kết cấu trục xoắn



Hình 3. Kết cấu trục xoắn

4. Thiết kế chế tạo mạch đo

4.1. Đặc điểm mạch đo

4.1.1. Giới thiệu về cảm biến biến dạng

Hệ thống này sử dụng nguyên lý mạch cầu Wheatstone để đo mômen xoắn. Khác với các hệ thống cũ sử dụng cảm biến quang để đo góc xoắn.

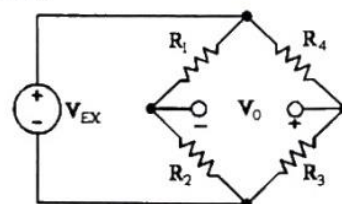
Mạch cầu Wheatstone bao gồm 4 điện trở biến dạng (tenzo hoặc strain gage) được mắc như hình 4:

Tại thời điểm không chịu lực xoắn, 4 điện trở có giá trị bằng nhau. Do đó, $V_0 = 0$

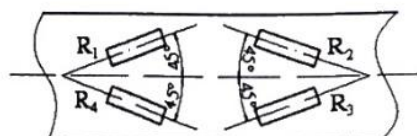
Khi 1 trong các điện trở bị biến dạng, giá trị của nó thay đổi. Khi đó giá trị $V_0 \neq 0$. Ta lợi dụng đặc điểm này của mạch cầu Wheatstone để tiến hành đo momen xoắn.

Trên trục chịu xoắn, ta tiến hành dán 4 tenzo như hình 5:

Khi thanh chịu xoắn, R_1 và R_3 sẽ bị kéo, R_2 và

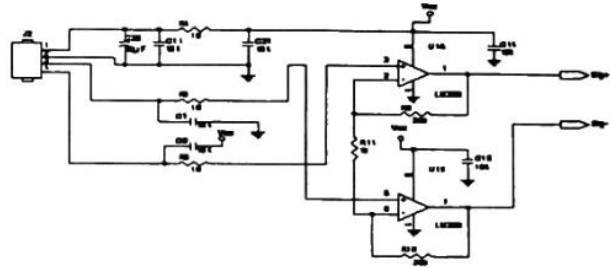


Hình 4. Mạch cầu



Hình 5. Sơ đồ dán 4 tenzo lên trục xoắn

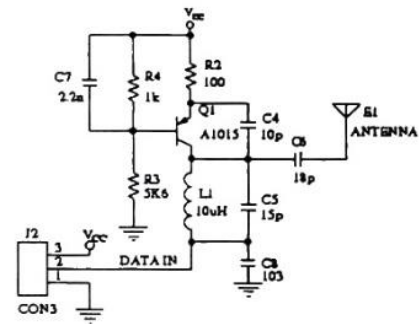
R4 chịu nén. Do đó, giá trị điện trở R1, R3 tăng lên còn R2 và R4 thì giảm xuống. Khi đó sẽ sinh ra 1 giá trị điện áp V_0 tỉ lệ thuận với momen xoắn. Mạch đo tiến hành đọc giá trị này, thông qua 1 bộ khuếch đại sử dụng LM358, tín hiệu được truyền về vi điều khiển để xử lý (hình 6).



Hình 6. Khối khuếch đại dùng LM358

4.1.2. Bộ thu phát không dây

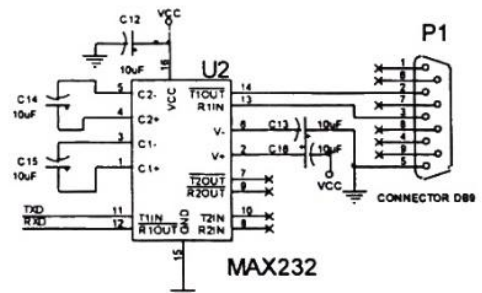
Với bộ thu phát không dây ta có thể thu nhận tín hiệu trong khoảng cách 100 m. Trên trục xoắn ta gắn bộ phát và trên mạch chính ta gắn bộ thu để nhận tín hiệu và tính toán gửi lên máy tính. Sử dụng bộ thu phát sóng không dây ta có thể truyền nhận tín hiệu được xa hơn mà không bị hạn chế do dây dẫn. Mặt khác ta có thể giải quyết được vấn đề nhận tín hiệu từ cảm biến gắn trên trục trong khi trục vẫn quay. Còn với module thu phát này ta có thể mua trên thị trường có sẵn mà không cần phải thiết kế. Sau khi tính toán ta gửi về máy tính thông qua cổng COM.



Hình 7. Module thu phát

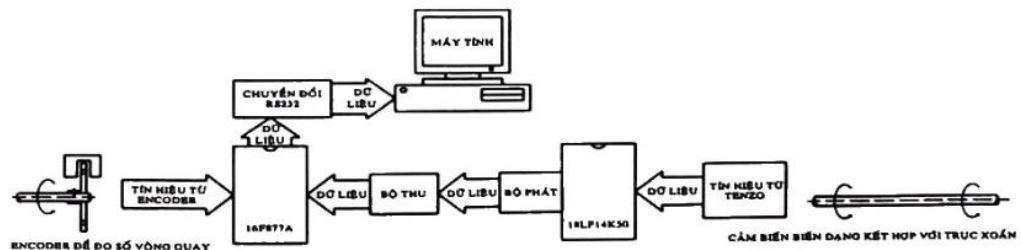
4.1.3. Hiệu chỉnh chuẩn bộ đo mômen xoắn

Sử dụng cơ cấu đòn để hiệu chỉnh và xây dựng đặc tính của trục, kết quả cho thấy quan hệ giữa mô men và biến dạng là tuyến tính. Để hiệu chỉnh bộ đo mômen xoắn làm việc được chính xác ta phải Calibration hệ thống. Đầu tiên ta gắn trục xoắn trên bệ thử và cố định một đầu trục xoắn lại. Còn một đầu ta dùng cánh tay đòn có chiều dài 400mm. Sau đó ta bắt đầu calibration điểm 1 (không tải) thì cảm biến sẽ đưa về một tín hiệu điện máy tính lưu lại, tiếp theo ta nhập khối lượng cần calibration (5KG) cảm biến cũng đưa về máy tính một tín hiệu điện máy tính lưu lại.



Hình 8. Giao tiếp máy tính qua cổng COM

4.2. Sơ đồ khối chương trình điều khiển



Hình 9. Sơ đồ khối chương trình điều khiển

5. Kết luận

Sử dụng bộ đo mômen xoắn dùng cảm biến biến dạng kết hợp với trục xoắn ta có thể ứng dụng trong thiết kế băng thử công suất xe máy.

Với việc sử dụng vi điều khiển 16F877A cho phép xử lý đồng thời các tín hiệu tốc độ từ Encoder và mômen xoắn từ trục xoắn với độ chính xác cần thiết của việc thử công suất động cơ xe máy.

Bộ đo mômen xoắn dùng cảm biến biến dạng kết hợp với trục xoắn được thiết kế và chế tạo hoàn toàn có thể thực hiện với các linh kiện điện tử có sẵn trên thị trường và chế tạo phần cơ khí khá đơn giản phù hợp với điều kiện Việt Nam. Bộ đo mômen xoắn dùng cảm biến biến dạng kết hợp với trục xoắn đã được chế tạo thành công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lắm (1999), *Thiết kế chi tiết máy*, Nhà xuất bản Giáo Dục.
- [2] Ngô Diên Tập (2002), *Lập trình ghép nối máy tính trong Windows*, Nhà xuất bản Khoa Học và Kỹ Thuật, Hà Nội.
- [3] Dương Minh Trí (2007), *Cảm biến và ứng dụng*, Nhà xuất bản Trẻ.
- [4] Nguyễn Hữu Cẩn, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng (1998), *Lý thuyết ô tô máy kéo*, Nhà xuất bản Khoa Học Kỹ Thuật, Hà Nội.