BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
VIỆN KHOA HỌC LÂM NGHIỆP VIỆT NAM

ĐOÀN VĂN THU

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ THÔNG SỐ KẾT CẤU VÀ SỬ DỤNG ĐẾN CÁC CHỈ TIÊU LÀM VIỆC CỦA LIÊN HỢP MÁY CÀY NGẦM TRONG LÂM NGHIỆP

Chuyên ngành: **Kỹ thuật máy và thiết bị lâm nghiệp**
Mã số: **62 52 14 05**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SỸ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2010

Công trình được hoàn thành tại:
Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

Người hướng dẫn:
- PGS.TS. Bùi Hải Triều
- PGS.TS. Đỗ Hữu Quyết

Phản biện 1: PGS.TS. Nông Văn Vìn, Trường Đại học Nông nghiệp I

Phản biện 2: PGS.TS. Vũ Đức Lập, Học viện Kỹ thuật Quân sự

Phản biện 3: PGS.TS. Nguyễn Khắc Trai, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Luận án được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Viện
Họp tại: Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam
Vào hồi 8 giờ 30', ngày 11 tháng 11 năm 2010

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÓ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN
CỦA TÁC GIẢ ĐÃ CÔNG BỐ

1. Đoàn Văn Thu (2006), *Ảnh hưởng của các biện pháp kỹ thuật làm đất bằng cơ giới đến sinh trưởng và phát triển rừng trồng Bạch đàn Urophylla,* Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Phát triển nông thôn, ISSN 0866 – 7020, số 7/2006.
2. Bùi Hải Triều, Đoàn Văn Thu (2009), *Nghiên cứu xác định lực cản cày ngầm khi canh tác trên đất lâm nghiệp,* Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, ISSN 0866 – 7020, số 6/2009.
3. Đoàn Văn Thu (2009), *Ảnh hưởng của một số yếu tố cấu trúc và sử dụng đến các thành phần lực cản cày ngầm,* Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, ISSN 0866 – 7020, số 8/2009.
4. Đoàn Văn Thu, Bùi Hải Triều (2010), *Kết quả nghiên cứu thực nghiệm xác định đặc tính động lực của máy kéo lắp biến mô thủy động,* Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, ISSN 0866 – 7020,số 6/2010.
5. Đoàn Văn Thu (2009), *Kết quả nghiên cứu cải tiến thiết bị và hoàn thiện công nghệ làm đất trồng rừng cho vùng đồi thấp miền Bắc Việt Nam,* Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Lâm nghiệp phía Bắc, NXB Nông nghiệp, 10/2009.
6. Đoàn Văn Thu (2010), *Kết quả nghiên cứu xây dựng đặc tính kéo bám của máy kéo Komatsu D65A-8 khi hoạt động trên đất lâm nghiệp*, Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp, ISSN: 1859 - 0373, số 2/2010.

Chương 1
TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1 Tình hình cơ giới làm đất trong lâm nghiệp

1.1.1 Cơ giới hóa làm đất trồng rừng trên thế giới

Cơ giới làm đất trong lâm nghiệp đã được nhiều nước trên thế giới quan tâm, hệ thống thiết bị máy móc hiện đại, có tính chuyên dụng đã được nghiên cứu ứng dụng trong sản xuất. Ở các Quốc gia phát triển như: Mỹ, Liên Xô cũ, Australia, Thuỵ Điển, Đức, Canada, Brazil... công việc làm đất trồng rừng chủ yếu được thực hiện bằng cơ giới. Các chủng loại máy kéo có công suất lớn và hiện đại như: Fiat, Komatsu, Bofort, Caterpilar, TZ-171, T-130 với thiết bị chuyên dụng: Ben ủi, răng rà rễ, máy phát dọn thực bì, Rulô có gắn lưỡi cắt... để xử lý thực bì; cày ngầm, cày lật, phay đất, khoan hố... đã được sử dụng để làm đất trồng rừng.

1.1.2 Đặc điểm tình hình cơ giới làm đất trồng rừng trong nước

Ở nước ta, các khâu canh tác trong lâm nghiệp đã được nghiên cứu áp dụng với nhiều phương thức và mức độ khác nhau nhằm nâng cao năng suất, chất lượng các khâu công việc trong sản xuất. Những năm gần đây, một số loại thiết bị máy móc hiện đại như: Komatsu D53A, D53P, D65A, D85A, Caterpilar, TZ-171 với các thiết bị canh tác kèm theo đã được nhập và ứng dụng vào sản xuất.

Công nghệ làm đất trồng rừng phổ biến hiện nay là: Sử dụng liên hợp máy (LHM) kéo xích công suất 150 – 200ml với ben ủi hoặc khung răng rà rễ xử lý thực bì toàn diện hoặc theo băng, sau đó cày ngầm cày theo đường đồng mức để trồng cây.

Về liên hợp Máy kéo xích – Cày ngầm làm đất trồng rừng cũng đã được một số tác giả quan tâm nghiên cứu, những kết quả nghiên cứu đã phần nào bổ sung hoàn thiện kết cấu và lựa chọn chế độ sử dụng thích hợp, nâng cao hiệu quả sử dụng LHM. Mặc dù vậy, các nghiên cứu cũng mới chỉ giải quyết được từng phần của LHM nghiên cứu, chưa đề xuất được mô hình LHM hoàn chỉnh theo hướng tối ưu hoá.

1.2 Đặc điểm của LHM cày ngầm làm đất trồng rừng

Cày ngầm là một loại cày không lật, khi làm việc các thân cày tạo ra các rãnh đất tơi xốp có độ sâu từ 50 ÷ 60 cm hoặc hơn nữa để trồng cây.

Các mẫu cày ngầm có từ 1 đến 3 thân lắp ở các vị trí thích hợp trên dàn cày, liên kết với máy kéo qua cơ cấu treo, điều khiển nâng hạ bằng xy lanh thủy lực. Mũi cày có dạng hình nêm thẳng hoặc nêm có cánh, góc nâng đất trung bình từ 27 - 35^0.

1.3 Những nghiên cứu về LHM làm đất trong lâm nghiệp

1.3.1 Nghiên cứu về tính ổn định ngang của LHM

Khi nghiên cứu sự ổn định của máy kéo xích làm đất trồng rừng ở miền Bắc Việt Nam, TS. Nguyễn Can đã đưa ra giới hạn về độ ổn định lật của máy kéo khi làm việc trên sườn dốc theo cấp lực kéo chung cho các loại máy kéo.

1.3.2 Nghiên cứu về tính chất kéo bám

Các công trình nghiên cứu về tính chất kéo bám đều khẳng định rằng, sự tương tác giữa hệ thống di động xích và nền đất là rất phức tạp, khả năng kéo bám của máy kéo xích phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố: Cấu tạo của bộ di động xích, sự phân bố trọng lượng bám ở các trạng thái hoạt động của LHM, đặc điểm địa hình và cơ lý tính của nền đất...

1.3.3 Nghiên cứu về lực cản cày ngầm

Lực cản cày trong trường hợp tổng quát được tính theo công thức của V.P Goriatkin:

$$P = K_0.a.b + G.f + \varepsilon .a.b.v^2 \qquad (1\text{-}1)$$

Đối với cày ngầm, do không có bánh tựa đồng và không phải chi phí năng lượng lật đất, nên có thể sử dụng công thức rút gọn của V.P Goriatkin $P = K_0.a.b$ khi tính toán thiết kế và thành lập liên hợp cày.

Các kết quả nghiên cứu đều cho thấy, lực cản cày chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố thuộc về: Kết cấu cày, tính chất cơ lý tính của đất và chế độ làm việc của liên hợp máy cày. Tuy nhiên, ở Việt Nam hệ số lực cản riêng K_0 và tính chất lực cản cày của đất lâm nghiệp chưa được nghiên cứu xác định.

1.3.4 Nghiên cứu về tối ưu hóa LHM

Với LHM làm đất, đã có nhiều công trình nghiên cứu phân tích đánh giá các quan hệ trong hệ Máy kéo – Máy cày - Đất canh tác nhằm mục đích xác định các thông số hoạt động tối ưu. Các nghiên cứu về tối ưu hóa cũng đã khẳng định: Trong một điều kiện đất đai xác định, LHM cày chỉ có thể đạt được điểm làm việc tối ưu khi điều khiển chính xác, phù hợp hệ số sử dụng tải trọng động cơ, vận tốc chuyển động và bề rộng làm việc của máy cày.

Những hạn chế và tồn tại cơ bản: Chưa có công trình nghiên cứu đầy đủ, hệ thống để xác định được mô hình LHM làm đất trồng rừng phù hợp với điều kiện của Việt Nam; hệ số lực cản riêng của đất khi cày và tính chất lực cản cày của đất lâm chưa được nghiên cứu xác định; nghiên cứu tối ưu hóa cả về kết cấu và sử dụng của LHM làm đất trồng rừng chưa được quan tâm đầy đủ…

Để tiếp tục nghiên cứu cải thiện các tính chất hoạt động của LHM làm đất trồng rừng, đề tài **"Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số kết cấu và sử dụng đến các chỉ tiêu làm việc của LHM cày ngầm trong lâm nghiệp"** là cần thiết góp phần nâng cao hiệu quả cơ giới làm đất trong lâm nghiệp.

1.4 Mục đích và nhiệm vụ nghiên cứu

Mục đích nghiên cứu của luận án

Nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến hệ thống máy kéo - máy cày - đất canh tác góp phần xây dựng những cơ sở khoa học cho việc tính toán thiết kế, cải tiến và tối ưu hóa chế độ làm việc của LHM cày ngầm trên đất lâm nghiệp ở Việt Nam.

Nhiệm vụ nghiên cứu

1. Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hệ thống Máy kéo – Máy cày và Đất canh tác.
2. Nghiên cứu thực nghiệm xác định một số yếu tố ảnh hưởng đến các chỉ tiêu làm việc của LHM làm đất trong lâm nghiệp.
3. Phân tích hoạt động của LHM cày ngầm trong trường điều kiện tải trọng biến động mạnh và ứng dụng logic mờ trong điều khiển chế độ làm việc của LHM cày ngầm trên đất lâm nghiệp theo hướng tối ưu.

Chương 2

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG VÀ TƯƠNG TÁC GIỮA CÁC PHẦN TỬ TRONG HỆ THỐNG MÁY KÉO – MÁY CÀY – ĐẤT CANH TÁC

Khi LHM làm đất hoạt động, các chỉ tiêu về năng suất và chi phí năng lượng phụ thuộc nhiều vào các yếu tố về kết cấu LHM và sử dụng. Do vậy, để giảm chi phí năng lượng cày, nâng cao hiệu quả sử dụng, cần nghiên cứu đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng của hệ thống "Máy kéo - Máy cày - Đất canh tác".

2.1 Phân bố và hao tổn công suất trong hệ thống Máy kéo – Máy cày - Đất canh tác

Các nghiên cứu về hệ thống máy kéo – máy cày – đất canh tác cho thấy, công suất qua các phần tử của hệ thống là rất đáng kể, công suất sử dụng cho bộ phận làm việc của máy canh tác đôi khi chỉ vào khoảng 13 – 20%. Hiệu suất chung của hệ thống có thể được cải thiện nhờ điều khiển hoặc chọn hợp lý điểm làm việc trong các phần tử.

2.2 Động cơ của máy kéo

Tùy thuộc vào tính chất tải trọng yêu cầu để có thể lựa chọn điểm làm việc của động cơ tại đặc tính ngoài có công suất lớn nhất hoặc tại điểm có chi phí nhiên liệu riêng đạt cực tiểu. Với LHM cày ngầm làm đất trồng rừng có thể chọn điểm làm việc là điểm có chi phí nhiên liệu cực tiểu.

2.3 Hệ thống truyền động

Hiện nay, hệ thống truyền động của một số máy kéo hiện đại như: Komatsu D65A, D85A, Fiat... có sử dụng biến mô thủy động, bộ phận này giúp cho máy kéo có khả năng tự điều chỉnh vận tốc làm việc theo điều kiện tải trọng, đảm bảo an toàn khi qúa tải và điều khiển rất linh động. Máy kéo Komatsu D65A được lắp biến mô loại 3 phần tử, một pha.

Trong thực tế, trên máy kéo nếu chỉ sử dụng biến mô thủy động thì chưa đủ để thoả mãn đặc tính kéo bám lý tưởng của máy kéo. Do đó trên máy kéo và xe chuyên dụng, biến mô thuỷ động thường được kết nối với hộp số phân cấp, thí dụ hộp số hành tinh 3 cấp trên máy kéo Komatsu D65A-8.

2.4 Hệ thống di động và quan hệ Đất – Xích

2.4.1 Tính chất truyền công suất trong vùng tiếp xúc Xích – Đất

Quá trình tương tác Đất – Xích diễn ra rất phức tạp, việc xác định trị số và phân bố ứng suất trong vùng tiếp xúc Xích – Đất rất khó khăn, bởi vì xuất hiện rất nhiều yếu tố ảnh hưởng như: Tính chất đất đai, địa hình, kết cấu bộ phận di động cũng như tính chất tải trọng của máy kéo. Do đó tính chất kéo bám của bộ phận di động xích thường dược xác định bằng thực nghiệm.

2.4.2 Ảnh hưởng của tính chất cơ lý tính của đất đến tính chất kéo bám

Các tính chất cơ vật lý của đất ảnh hưởng lớn đến tính năng kéo - bám của máy kéo là: Cấu trúc và thành phần hạt, độ cứng và độ ẩm của đất.v.v..

2.4.3 Tải trọng và phân bố tải trọng trên dải xích

Khi LHM kéo xích và cày ngầm chuyển động ngang dốc, ngoài trọng lượng máy kéo G, dải xích chịu tác động bởi thành phần thẳng đứng của lực cản cày P_{cz}, do cơ cấu treo bị khóa cứng trong quá trình làm việc.

2.4.4 Ảnh hưởng của kết cấu dải xích đến tính chất kéo bám

Kết cấu của bộ phận di động xích: bề rộng, bước xích, chiều cao mấu bám, ắc xích… có ảnh hưởng đến ma sát, áp suất nén và độ biến dạng đất, và do đó cũng ảnh hưởng đến khả năng kéo bám của bộ phận di động xích.

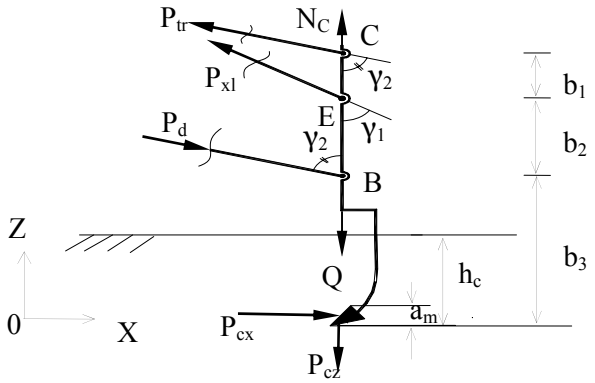
2.4.5 Tính chất kéo bám của bộ phận di động xích trên dốc ngang

Khi máy kéo chuyển động ngang dốc, phần trọng lượng của máy kéo tác động lên dải xích là G được phân làm hai thành phần là Gcosβ và Gsinβ và phản lực tương ứng là Z_1 và Z_2. Trong trường hợp lực cản không song song với mặt đất, khi đó thành phần thẳng đứng của lực cản cũng làm tăng trọng lượng bám cho hai dải xích.

Khả năng bám của máy kéo phụ thuộc nhiều vào độ dốc, khi độ dốc tăng trọng lượng bám của dải xích phía trên giảm, Z_2 giảm đến một giá trị nhất định máy kéo sẽ mất khả năng bám.

2.5 Cơ cấu treo

Cày ngầm thường được liên hợp với máy kéo qua cơ cấu treo hình bình hành, cày MSR với máy kéo Komatsu D65A-8 là một thí dụ, sơ đồ cân bằng lực và mô men trên dàn cày được mô tả như trên hình 2.1.



Hình 2.1: Sơ đồ cân bằng lực và môment trên dàn cày

Từ sơ đồ cân bằng lực (hình 2.4) xây dựng được hệ phương trình cân bằng lực và mô men trên cơ cấu treo.

$$\begin{cases} P_{cx} = P_{tr}.\sin\gamma_2 + P_{xl}.\sin\gamma_1 - P_d.\sin\gamma_2 \\ P_{cz} = P_{tr}.\cos\gamma_2 + P_{xl}.\cos\gamma_1 - P_d.\cos\gamma_2 \end{cases}$$

Như vậy các thông số hình học của cơ cấu treo có ảnh hưởng đến trị số của các thành phần lực P_{cx} và P_{cz}.

2.6 Hệ thống Máy cày – Đất canh tác

2.6.1 Kết cấu và tình trạng kỹ thuật của cày ngầm

Lực tác động vào một thân cày gồm: Lực tác động phá vỡ đất tại mũi cày P'_C và lực tác động vào trụ cày P_T. Chi phí năng lượng làm biến dạng phá vỡ đất khi cày phụ thuộc vào độ lớn biến dạng cho nên cũng phụ thuộc vào kết cấu và hình dạng của mũi cày: Góc nâng α, góc mở mũi nêm γ, bề rộng b,…

2.6.2 Tính chất lực cản cày

Do tính chất không đồng nhất, đá ngầm, gốc rễ cây lẫn trong đất, địa hình không bằng phẳng… dẫn đến lực cản cày có sự thay đổi trong suốt qúa trình cày.

2.6.3 Những yếu tố ảnh hưởng đến tính chất lực cản cày

Lực cản cày ngầm phụ thuộc vào nhiều yếu tố như kết cấu và tình trạng kỹ thuật của bộ phận làm việc, các tính chất cơ lý tính của đất, tình trạng của mặt nền, độ cày sâu, bề rộng làm việc và tốc độ chuyển động của liên hợp máy.

2.7 Các chỉ tiêu làm việc của LHM cày ngầm

- Năng suất của LHM cày ngầm được tính theo công thức: W = B.v.τ. Trong đó: B - là bề rộng làm việc, phụ thuộc vào kết cấu dàn cày và yêu cầu lâm học: B = T. n; ở đây: T - cự li giữa các rạch cày, n - số thân cày.

- Chi phí nhiên liệu trên một đơn vị diện tích cày được tính theo công thức: $g_c = \frac{G_t}{W_h} = \frac{g_e}{W_h} N_e$ (kg/ha)

Trong đó: G_t - Chi phí nhiên liệu giờ của LHM, kg/h;

W_h - Năng suất LHM, ha/h;

N_e - công suất hiệu dụng của động cơ, kW;

g_e - chi phí nhiên liệu riêng của động cơ, kg/kWh.

Chương 3

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CÁC CHỈ TIÊU LÀM VIỆC CỦA LHM CÀY NGẦM LÀM VIỆC TRÊN ĐẤT LÂM NGHIỆP

3.1 Mục đích và nội dung nghiên cứu thực nghiệm

Mục đích: Xác định các thông số kỹ thuật, các mối quan hệ và ảnh hưởng của chúng đến các chỉ tiêu làm việc của LHM cày ngầm làm việc trên đất lâm nghiệp.

Nội dung: Xác định các hệ số thực nghiệm; **x**ây dựng các quan hệ, các công thức thực nghiệm đặc trưng cho các phần tử trong hệ thống; kiểm chứng và bổ sung cho mô hình lý thuyết; đánh giá tính năng kỹ thuật và tính năng sử dụng của LHM.

3.2 Các quan hệ, đặc tính, thông số và các chỉ tiêu cần xác định

- *Các quan hệ và đặc tính thực nghiệm cần xây dựng:* Tính chất lực cản cày ngầm; đặc tính biến mô - hộp số của máy kéo; đặc tính kéo bám của hệ thống di động xích máy kéo;

- *Các thông số, chỉ tiêu cần xác định bằng thực nghiệm:* Các thành phần lực cản cày P_{cx}, P_{cz}, mô men xoắn trục thứ cấp biến mô M_T, vận tốc làm việc, chi phí nhiên liệu G_t, số vòng quay động cơ $n_{đc}$, số vòng quay bánh sao chủ động n_{bs} và các chỉ tiêu về năng suất, chất lượng làm việc của LHM.

3.3 Phương pháp đo xác định các thông số

3.3.1 Lựa chọn liên hợp máy thí nghiệm

Đề tài lựa chọn LHM kéo xích Komatsu D65A-8 với cày ngầm MSR làm đối tượng mô hình nghiên cứu thực nghiệm.

3.3.2 Yêu cầu kỹ thuật đối với thiết bị đo

Thiết bị dùng trong thí nghiệm đo đối với LHM làm đất trồng rừng cần đảm bảo những yêu cầu chính sau đây: Có độ chính xác, độ nhạy cao, nhỏ gọn dễ lắp đặt, làm việc ổn định và ít bị ảnh hưởng bởi sự rung động, nhiệt độ, độ ẩm môi trường…

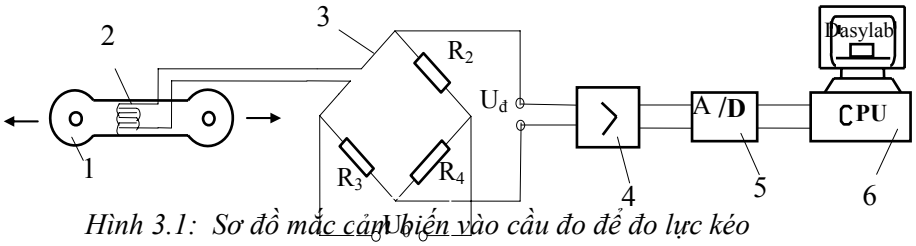
3.3.3 Xác định lực cản cày ngầm

3.3.3.1 Phương pháp xác định lực cản cày bằng thực nghiệm

Lực cản cày ngầm được xác định bằng cách tổng hợp lực kéo nén trên các thanh treo và lực tác dụng lên xy lanh lực nâng hạ cày. Lực kéo nén trên các thanh treo được đo bằng cảm biến điện trở biến dạng, áp suất dầu đo bằng cảm biến áp suất.

3.3.3.2 Xây dựng hệ thống đo lực cản cày ngầm

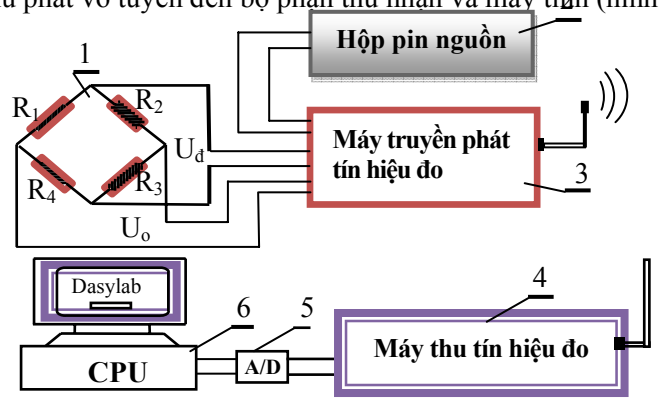
Để đảm bảo độ nhạy và độ chính xác khi đo lực kéo nén bằng điện trở biến dạng, các thanh treo cày được thiết kế lại để khâu đo có độ biến dạng nằm trong giới hạn đàn hồi trong quá trình cày. Các khâu đo sau khi dán tenzo được định chuẩn và kết nối với hệ thống đo theo sơ đồ trên hình 3.1.



Hình 3.1: Sơ đồ mắc cảm biến vào cầu đo để đo lực kéo
1- Thanh kéo; 2- Cảm biến dây điện trở; 3- Cầu đo;
4- Bộ khuếch đại; 5- Bộ chuyển đổi A/D; 6- Máy tính

3.3.4 Đo mô men quay trục thứ cấp biến mô thủy động

Mô men xoắn M_T được xác định bằng phương pháp điện trở biến dạng, các điện trở được dán trực tiếp lên khớp nối của trục các đăng và mắc theo cầu Weatstone đủ để đón nhận cả tín hiệu biến dạng kéo, nén. Tín hiệu đo được truyền bằng hệ thống thu phát vô tuyến đến bộ phận thu nhận và máy tính (hình 3.2).



Hình 3.2: Sơ đồ mắc cảm biến với thiết bị đo RTSE 600 đo M_{sc}
1- Cầu đo điện trở;2- Bộ pin nguồn; 3- Máy truyền phát tín hiệu đo;
4- Máy thu nhận tín hiệu đo; 5- Bộ chuyển đổi A/D; 6 - Máy tính.

3.3.5 Xác định các thông số động học

- Các thông số động học V, $n_{đc}$, n_{bs} được đo bằng cảm biến đo vận tốc V_1, cảm biến quang điện PLT 200 và cảm biến Omron E3F-DS10E4

3.3.6 Đo chi phí nhiên liệu LHM

Chi phí nhiên liệu được đo bằng cảm biến lưu lượng DFL – 1 kết nối trên đường dẫn nhiên liệu đến bơm cao áp.

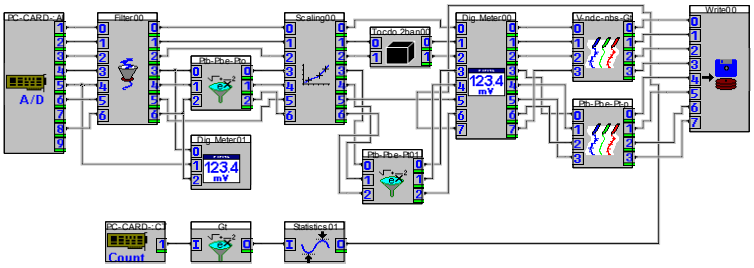
3.3.7 Định chuẩn các khâu đo

Các khâu đo sau khi dán cảm biến đã được định chuẩn trên thiết bị chuyên dùng tại Trung tâm Giám định máy và thiết bị – Viện Cơ điện Nông nghiệp và Công nghệ sau thu hoạch, để đảm bảo độ chính xác trong quá trình thí nghiệm.

3.3.8 Kết nối hệ thống đo và xử lý tín hiệu

Hệ thống thiết bị đo được kết nối giữa máy tính với với các cảm biến lắp đặt trên LHM xác định các thông số đo, tín hiệu được truyền qua cổng tương ứng của thiết bị chuyển đổi Analog - Digital đến máy tính. Hệ thống này cho phép xác

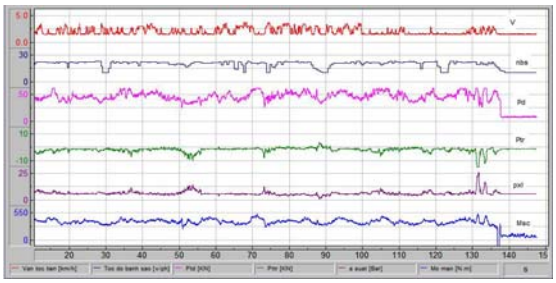
định đồng thời nhiều thông số kỹ thuật của LHM khảo nghiệm có liên quan. Worksheet chương trình thí nghiệm để thu thập và xử lý tín hiệu đo (Hình 3.3).



Hình 3.3: Worksheet chương trình thí nghiệm

3.4 tổ chức thí nghiệm và kết quả đo

- Thí nghiệm được thực hiện tại Trung tâm Khoa học sản xuất Lâm nghiệp Đông Bắc Bộ, Ngọc thanh, Phúc Yên, Vĩnh Phúc; hiện trường thí nghiệm có điều kiện lập địa điển hình của đất trồng rừng tại khu vực: Độ dốc đồi từ 5 ÷ 8%, đất có độ ẩm: 17%, độ chặt: 35 kG/cm^2, thực bì là cây bụi sim mua và gốc Bạch đàn sau khai thác có mật độ khoảng 700 ÷ 800g/ha.
- Các phương án thí nghiệm đo được thay đổi theo thứ tự các yếu tố thực nghiệm: số thân cày n, độ cày sâu h_c, bề rộng mũi cày b_m, vận tốc cày…
- Kết quả thí nghiệm thu thập được lưu ở dạng các file dữ liệu của phần mềm Dasylab, tín hiệu đo được hiển thị theo dạng đồ thị như hình 3.4.



Hình 3.4: Kết quả đo các thông số: V, n_{bs}, P_d, P_{tr}, p_{xl}, M_{sc} ở phương án thí nghiệm TN04 (n=2, b=0,12m, h_c=0,55m)

Kết quả thí nghiệm đo cho thấy, các giá trị lực cản và mô men có sự biến thiên rất lớn, trong khi đó số vòng quay động cơ thay đổi rất ít, giao động trong khoảng 1550 – 1630 v/ph.

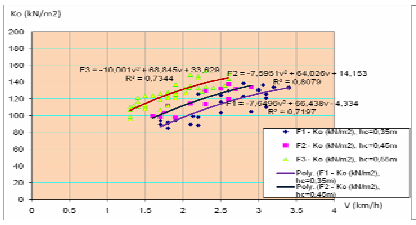
3.5 Tổng hợp, phân tích kết quả và xây dựng các quan hệ thực nghiệm

3.5.1 Tổng hợp, tính toán lực cản cày ngầm

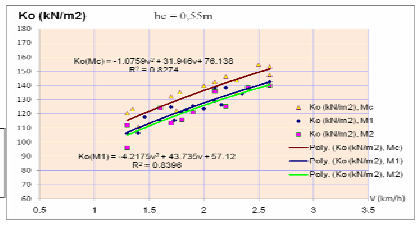
Các thành phần lực cản cày ngầm P_{cx}, P_{cz} được tổng hợp từ các tín hiệu đo lực P_d, P_{tr}, p_{xl}, kết quả tính toán đã xác định được K_0 có giá trị biến động từ 84,7 kN đến 153,6kN tương ứng với từng điều kiện của các phương án thí nghiệm.

3.5.2 Phân tích ảnh hưởng đến lực cản riêng của cày ngầm

Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa hệ số lực cản riêng K_0 với vận tốc cày V ứng với 3 mức độ sâu cày khác nhau (hình 3.5). Đồ thị mối quan hệ giữa K_0 với các loại mũi cày có kích thước kết cấu khác nhau được trình bày trên hình 3.6.



Hình 3.5: Đồ thị K_0 - V ứng với h_c = 0,35m, 0,45m, 0,55m



Hình 3.6: Đồ thị K_0 - V ứng với các mẫu mũi cày M_c, M_1, M_2

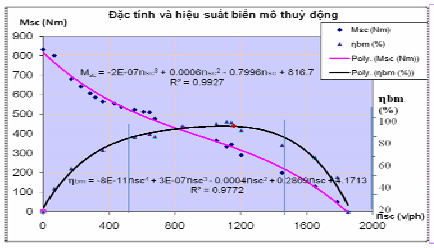
3.5.3 Phân tích sự biến thiên của P_{cx}, P_{cz} và mô men M_{sc}

Kết quả các thí nghiệm đo cho thấy, mức độ phân tán các giá trị lực cản cày là rất lớn, đây chính là kết quả ảnh hưởng

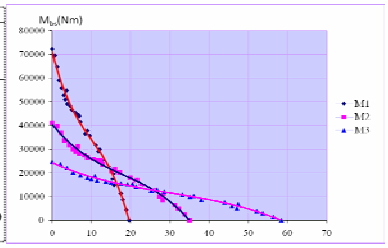
của tính chất không đồng nhất của đất cày: độ chặt cục bộ, gốc rễ cây, đá lẫn, tính không phẳng hoặc độ dốc cục bộ của nền đất. Ở mỗi phương án thí nghiệm, khoảng biến thiên của thành phần lực cản P_{CX} là khá lớn từ 0 đến 100kN và P_{CZ} từ 0 đến 45kN.

3.5.4 Xây dựng đặc tính động lực của hệ thống truyền lực

Bằng kết quả thí nghiệm đo M_{sc} và n_{sc} ta xây dựng được đồ thị biểu diễn mối quan hệ $M_T = f(n_T)$. Hiệu suất của biến mô thủy động theo công thức: $\eta_{bm} = \frac{M_{sc}.n_{sc}}{M_{đc}.n_{đc}}.100\%$, từ các giá trị đo M_{sc}, n_{sc}, $n_{đc}$ và giá trị $M_{đc}$ tương ứng trên đặc tính động cơ, ta có thể xây dựng được mối quan hệ $\eta_{bm} = f(n_{sc})$. Đồ thị đặc tính biến mô được trình bày trên hình 3.7. Quan hệ $M_{bs} = f(n_{bs})$ theo mỗi số truyền được xây dựng trên cơ sở quan hệ $M_T = f(n_T)$ khi quy đổi mô men quay M_T từ trục turbin đến trục bánh sao chủ động. Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa M_{bS}, n_{bs} thể hiện trên hình 3.8.



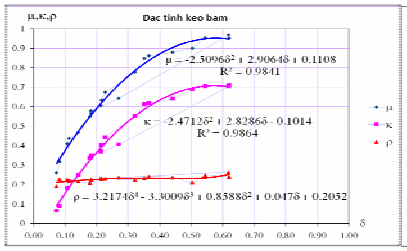
Hình 3.7: Đặc tính biến mô của máy kéo Komatsu D65A-8



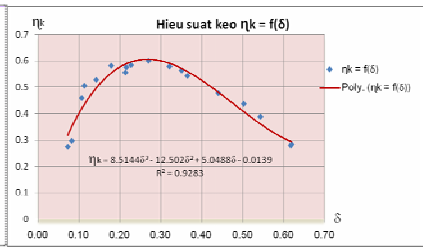
Hình 3.8: Đặc tính biến mô - hộp số của MK Komatsu D65A-8

3.5.5 Xây dựng đặc tính kéo bám của bộ phân di động xích

Trên cơ sở kết quả thí nghiệm xác định các thông số P_{cx}, P_{cz}, M_{sc}, V và n_{bs}, có thể xây dựng được các đường đặc tính kéo bám của dải xích $\mu = f_{(\delta)}$, $k = f_{(\delta)}$ và $\rho = f_{(\delta)}$, hình 3.9. Hiệu suất kéo của bộ phận di động: Từ kết quả đo, tính toán xây dựng được mối quan hệ $\eta_k = f(\delta)$, hiệu suất kéo được biểu diễn bằng đồ thị trên hình 3.10.



Hình 3.9: Đặc tính kéo bám của dải xích máy kéo Komatsu D65A-8

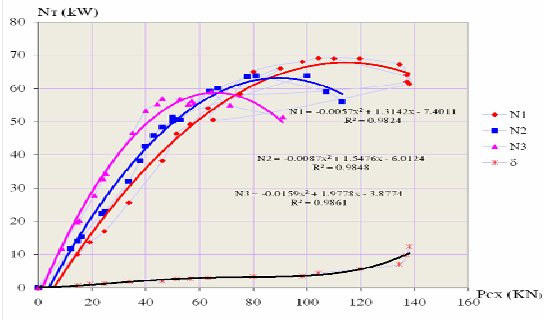


Hình 3.10: Đồ thị hiệu suất kéo phụ thuộc vào độ trượt, $\eta_k = f(\delta)$

Hiệu suất kéo cực đại $\eta_k = 60\%$, tại độ trượt $\delta = 0{,}27$.

3.5.6 Đặc tính kéo của máy kéo

Từ các giá trị đo P_{cx} và vận tốc ta xác định được quan hệ giữa công suất kéo N_T và P_{cx} qua công thức: $N_T = \frac{P_{CX}.V}{3600}$, đặc tính kéo thực
nghiệm của máy kéo Komatsu D65A-8 được trình bày trên hình 3.11.



Hình 3.11: Đường đặc tính kéo của máy kéo Komatsu D65A-8

Đặc tính kéo thực nghiệm cho thấy, lực kéo lớn nhất ở số truyền 1 là 146 kN, số truyền 2 là 113,3 kN và số truyền 3 là 93,5 kN. Công suất kéo lớn nhất đạt được khoảng 69 kW tại số truyền 1, lực kéo P_{cx} khi đó khoảng 104 kN.

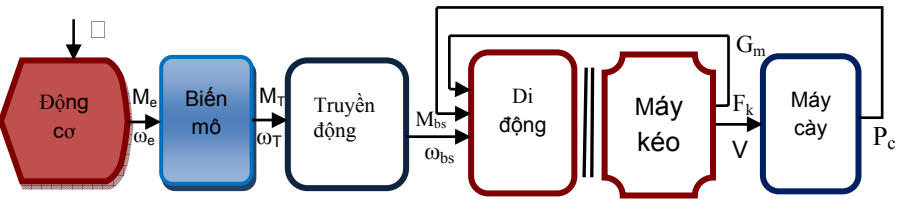
Chương 4
PHÂN TÍCH HOẠT ĐỘNG CỦA LHM CÀY NGẦM TRONG ĐIỀU KIỆN TẢI TRỌNG BIẾN ĐỘNG MẠNH

4.1 Tính chất biến động của lực cản cày trên đất lâm nghiệp

Kết quả đo ở một số thí nghiệm cho thấy, biến động của lực cản rất lớn, P_{cx} dao động từ 10 ÷ 140kN, M_{sc} dao động từ 200 ÷ 800Nm.

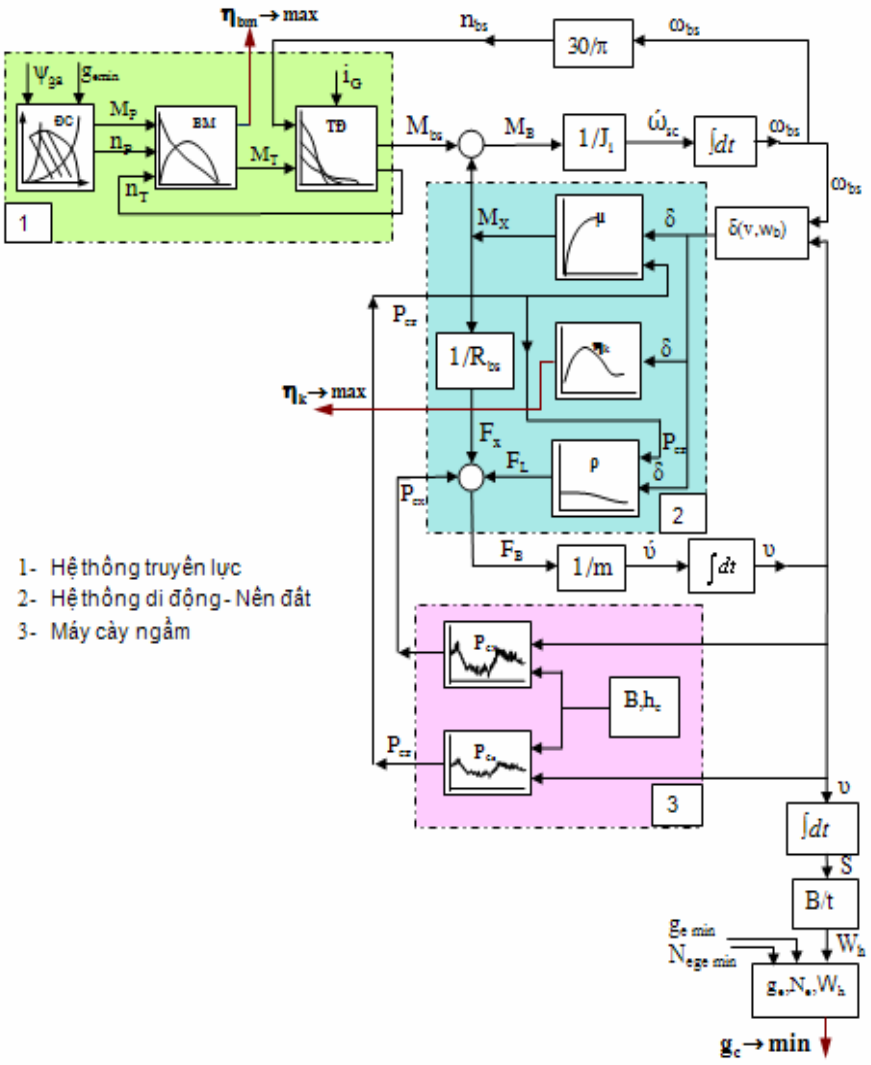
4.2 Xây dựng mô hình động lực học LHM cày ngầm

Trên hình 4.1 mô tả đơn giản hoạt động của LHM theo một hệ thống kết nối 5 phần tử: Động cơ, Biến mô, Hệ thống truyền động phân cấp, Hệ thống di động xích, Máy kéo và máy cày.

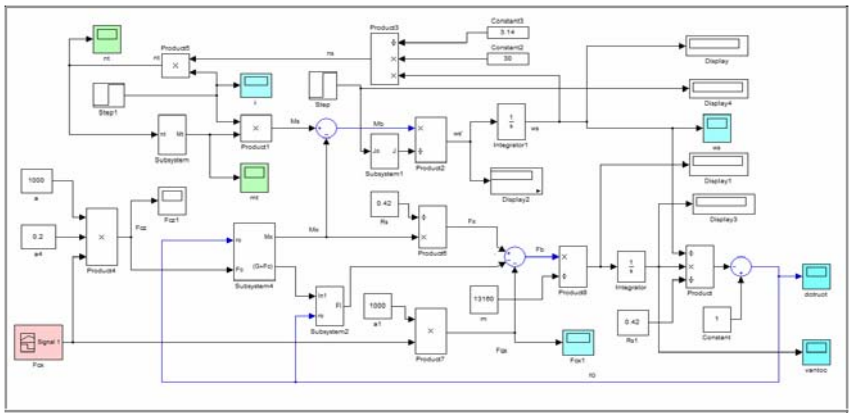


Hình 4.1: Sơ đồ mô tả hệ thống các phần tử LHM cày ngầm

Mô hình mô phỏng động lực học LHM cày ngầm gồm 03 khối: Hệ thống truyền lực, Hệ thống di động - Nền đất và Máy cày ngầm (hình 4.2). Mô hình *SIMULINK* tương ứng được trên hình 4.3.



Hình 4.2: Sơ đồ khối mô hình mô phỏng động lực học LHM cày

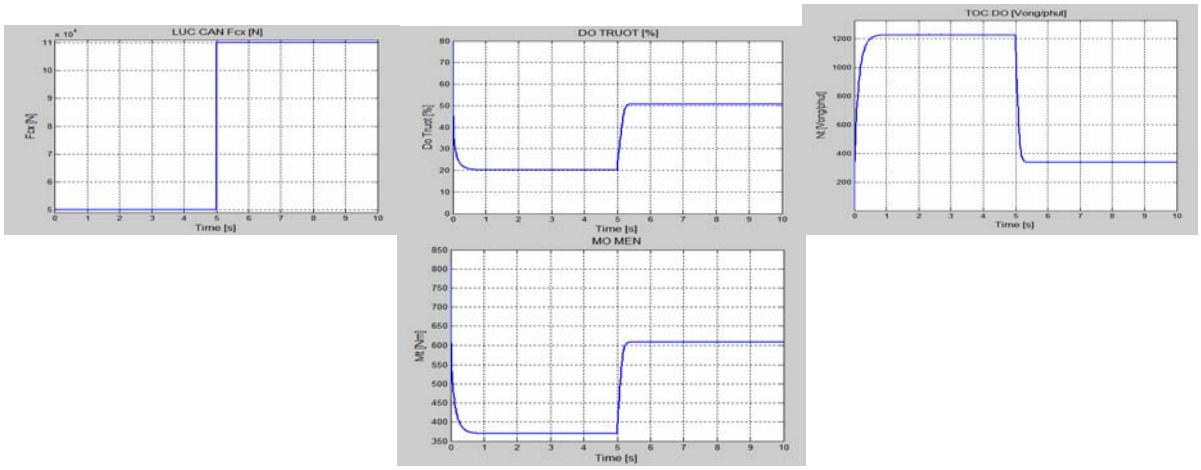


Hình 4.3: Mô hình tổng quát mô phỏng theo MATLAB/SIMULINK

4.3 Khảo sát động lực học LHM cày ngầm

4.3.1 Lực cản cày ngầm thay đổi dạng bậc

Mục đích khảo sát nhằm đánh giá phản ứng của LHM khi kích thích ngoài là lực cản cày thay đổi dạng bậc. Xác định khoảng lực kéo hiệu quả cho từng số truyền, để hiệu suất biến mô η_{bm} và hiệu suất kéo η_k nằm trong khoảng hợp lý cho trước. Kết quả khảo sát được biểu diễn bằng đồ thị như trên hình 4.4.



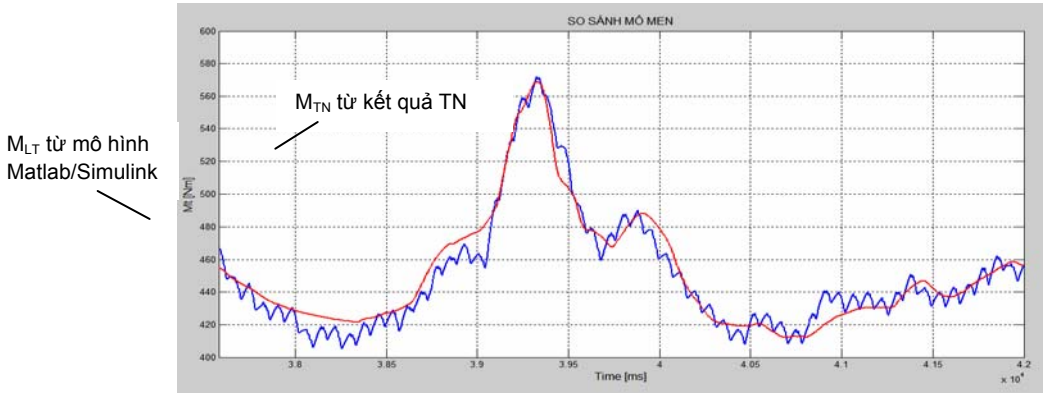
Hình 4.4: Đồ thị P_{cx} tăng theo hàm bậc - Kết quả δ, n_T và M_T

Từ kết quả khảo sát có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Hệ thống thích ứng và ổn định nhanh với thay đổi lực cản tương đối lớn tương ứng với cả 3 số truyền.
- Khả năng kéo tại các số truyền: Lực kéo P_{cx} tối đa ở số truyền 1 là 120kN, số 2 là 40 kN và số 3 là 15 kN, khoảng lực kéo P_{cx} làm việc hiệu quả đối với số truyền 1 là 35 ÷ 100 kN, số truyền 2 là 10 ÷ 35 kN và số truyền 3 là 1 ÷ 10 kN, khi đó hiệu suất biến mô η_{bm} đạt trên 80%. Để có hiệu suất biến mô cực đại $\eta_{bm\ max}$, lực cản kéo P_{cx} tương ứng với các số truyền 1, 2, 3 là 55 kN, 20kN và 1kN.

4.3.2 Kiểm tra tính đúng đắn và độ tin cậy của mô hình

Kết quả đầu ra của quá trình $M_T = f(t)$ từ mô hình là khá trùng khớp với kết quả xác định bằng thực nghiệm, đồ thị so sánh hình 4.5 và độ sai lệch tính toán có thể khẳng định tính đúng đắn và độ tin cậy của kết quả khảo sát từ mô hình.



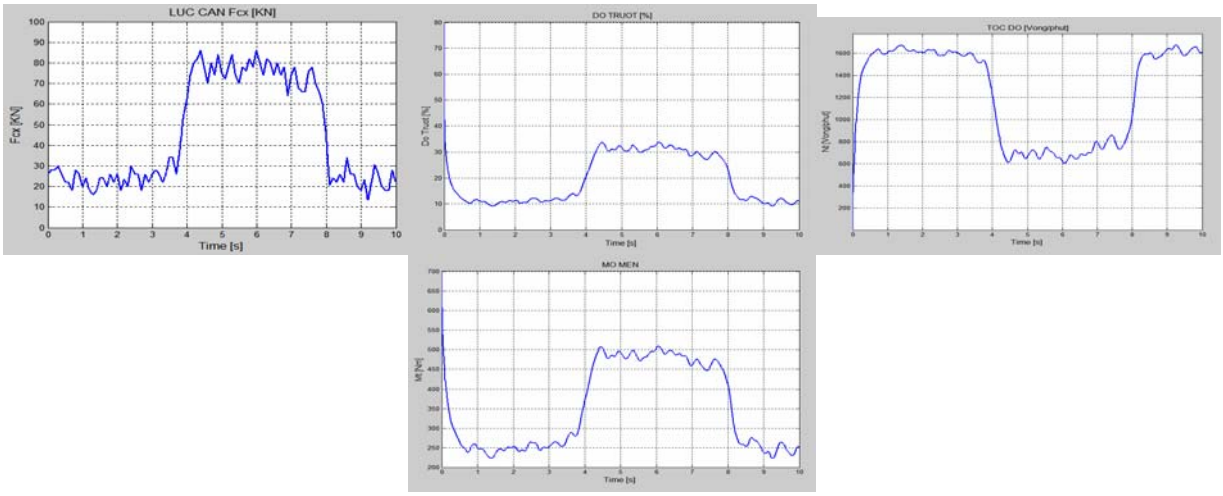
Hình 4.5: Đồ thị so sánh M_T từ kết quả tính toán mô hình lý thuyết và thí nghiệmđo

4.3.3 Trường hợp tải trọng biến động mạnh và bình ổn

Kết quả khảo sát cho thấy, hệ thống hoạt động khá ổn định khi khoảng lực kéo tương ứng với mỗi số truyền, hiệu suất biến mô và hiệu suất kéo giảm đáng kể thậm chí máy dừng hẳn khi lực kéo vượt ra khỏi khoảng lực kéo hiệu quả ứng với mỗi số truyền.

4.3.4 trường hợp gặp vật cản cục bộ

Kích thích ngoài được lựa chọn là quá trình lực cản $P_{cx} = f(t)$ và $P_{cz} = f(t)$ khi gặp các vật cản cục bộ trong các phương án thí nghiệm TN08, TN09, TN15, TN19... Thí dụ kết quả khảo sát mô hình được trình bày trên hình 4.5.



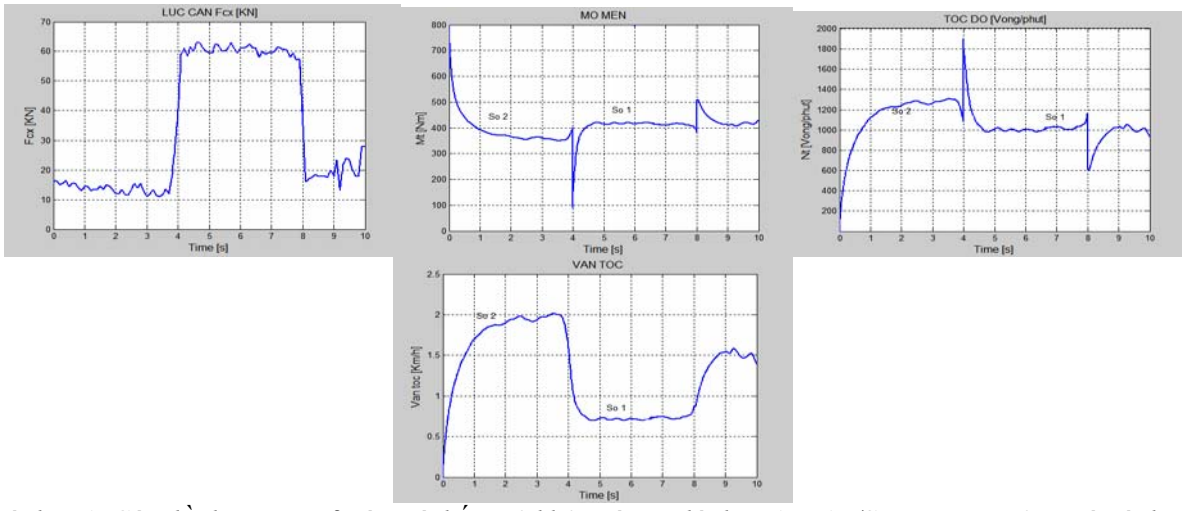
Hình 4.5: Đồ thị P_{cx} và M_T, n_T, δ từ kết quả khảo sát mô hình

Kết quả khảo sát trên mô hình với số truyền 1 cho thấy, khi P_{cx} tăng tới trên 100 kN thì hiệu suất biến mô giảm đáng kể và khi P_{cx} lên tới 140 kN thì máy dừng hẳn, biến mô hoặc xích bị trượt hoàn toàn. Với số truyền 2 biến mô bị trượt hoàn toàn khi P_{cx} tăng đến trên 60kN và số truyền 3 là 15kN.

4.3.5 Ảnh hưởng quá trình sang số khi lực cản biến động mạnh

Mục đích của khảo sát là đánh giá ảnh hưởng của việc điều khiển hợp lý số truyền đến các chỉ tiêu năng suất và chi phí nhiên liệu của LHM.

Thí dụ kết quả khảo sát quá trình sang số với quá trình $P_{cx} \approx 15$kN lên đến ≈ 60kN và giảm xuống ≈ 18kN tương ứng với kết quả thí nghiệm TN12 được trình bày trên hình 4.6



Hình 4.6: Các đồ thị n_T, M_T, δ và V từ kết quả khảo sát mô hình MATLAB/SIMULINK của quá trình có sang số

Giá trị trung bình P_{cx}, M_T, n_T, δ và V từ kết quả khảo sát và tính toán các chỉ tiêu năng suất và chi phí nhiên liệu được ghi trong bảng 4.1

Bảng 4.1. Giá trị trung bình các chỉ tiêu khảo sát qúa trình sang số khi lực cản biến động mạnh

Điều khiển	Số	Pcx (kN)	n_T (v/ph)	M_T (Nm)	δ (%)	V (km/h)	W_h (ha/h)	g_c (lít/ha)
Không sang số	Số 1	15	1700	210	8,5	1,5	0,53	34,9
		60	1000	420	25	0,74		
		18	1630	230	10	1,4		
Không sang số	Số 2	15	1270	370	9,0	2,0	0,48	38,5
		60	120	730	-	0,2		
		18	1000	420	10,3	1,5		
Có sang số	Số 2	15	1270	370	8,5	2,0	0,60	30,7
	Số 1	60	1000	420	25	0,74		
	Số 2	18	1000	420	10,3	1,5		

Việc thực hiện điều khiển số truyền phù hợp với mức lực cản đã tăng năng suất LHM lên 13,7% so với khi chỉ đi ở số truyền 1 và 25,6% so với số truyền 2, chi phí nhiên liệu tương ứng cũng giảm 13,7% và 25,6%.

4.3.6 Ảnh hưởng của độ dốc ngang đến tính chất hoạt động và các chỉ tiêu làm việc của LHM

Kết quả khảo sát cho thấy, so với địa hình phẳng, khi LHM cày ở độ dốc 15^0, năng suất giảm từ 0,476ha/h xuống 0,412ha/h, khoảng trên 15%, chi phí nhiên liệu tăng từ 38,8lít/h lên 44,9lít/h, khoảng trên 15%.

4.4 Ứng dụng logic mờ trong điều khiển tối ưu chế độ làm việc của LHM cày ngầm trên đất lâm nghiệp

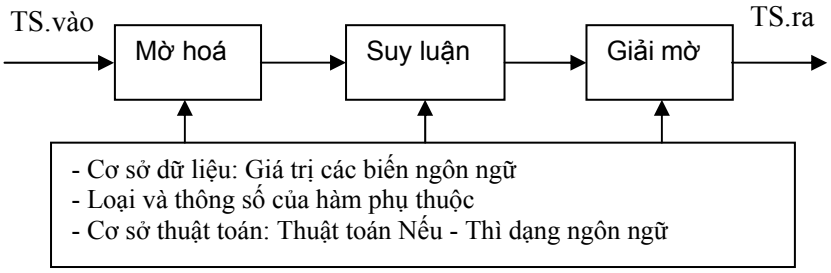
4.4.1. Chế độ làm việc tối ưu của LHM cày ngầm

Với máy kéo có lắp biến mô thủy động, chế độ làm việc tối ưu của LHM theo cả hai tiêu chí, năng suất cực đại và chi phí nhiên liệu cực tiểu sẽ đạt được nếu điều khiển vận tốc LHM sao cho $\eta_{bm}.\eta_k$ là lớn nhất có thể.

4.4.2 Điều khiển mờ chế độ làm việc của LHM

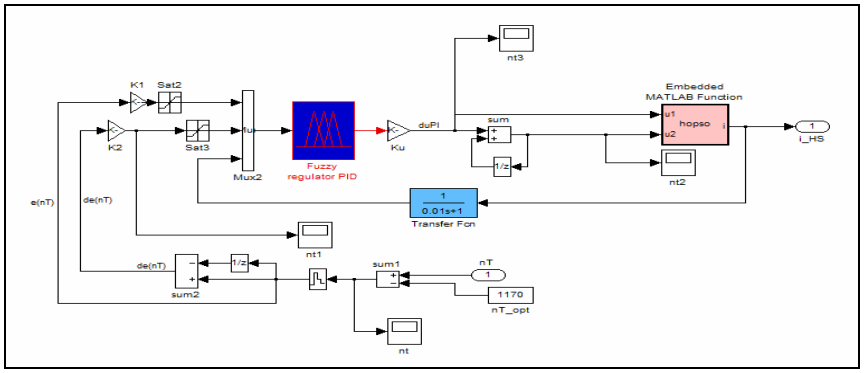
Đặc điểm của điều khiển mờ là có thể điều khiển được đối tượng mà không đòi hỏi phải mô tả chính xác quá trình xảy ra trong đối tượng, thậm chí không cần các thông tin chính xác về đối tượng điều khiển; có thể ứng dụng trực tiếp kinh nghiệm của chuyên gia vào quá trình điều khiển; có thể điều khiển theo thuật toán phức tạp và có thể dễ dàng điều khiển các đối tượng phi tuyến mạnh.

Các quan hệ vật lý có thể mô tả theo những phương cách đơn giản và có thể sử dụng các kiến thức chuyên gia về các quan hệ vật lý để tối ưu hoá quá trình cả khi chỉ biết các biểu hiện định tính của chúng. Trên hình 4.7 giới thiệu nguyên lý cấu trúc bộ điều khiển mờ với 3 thành phần: Mờ hóa, suy luận và giải mờ.



Hình 4.7: Sơ đồ nguyên lý cấu trúc một bộ điều khiển mờ

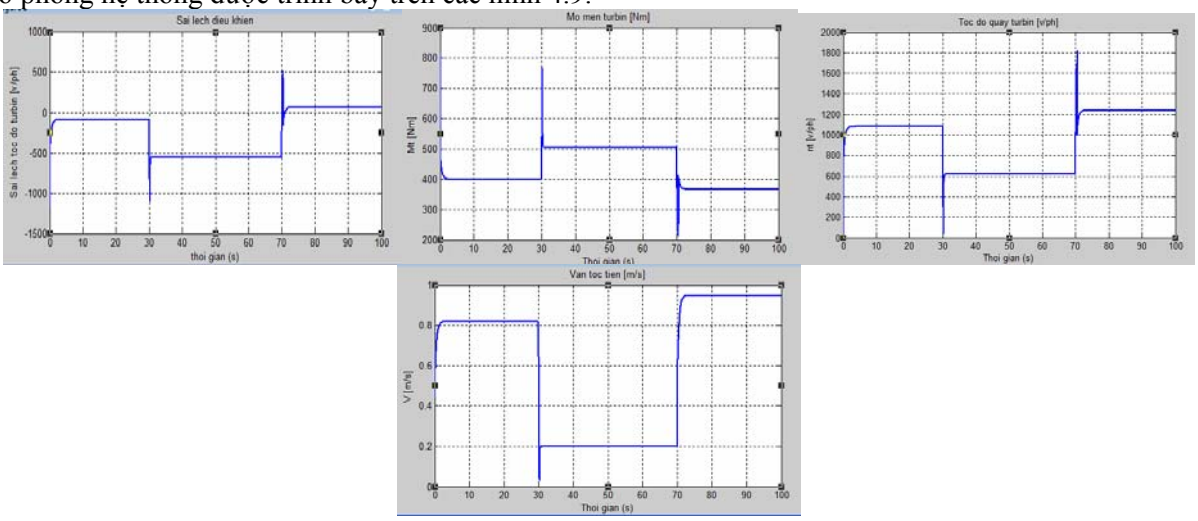
Với mục đích thăm dò khả năng ứng dụng logic mờ trong điều khiển chế độ làm việc của LHM, chúng tôi tiến hành nghiên cứu trên mô hình LHM cày ngầm có bổ sung bộ điều khiển mờ đặt trước phần tử truyền động. Bộ điều khiển mờ có tính chất PID sử dụng cho hệ thống LHM nghiên cứu được giới thiệu trên hình 4.8.



Hình 4.8: Mô hình bộ điều khiển mờ chế độ làm việc của LHM

4.4.4 Kết quả khảo sát mô hình điều khiển mờ chế độ làm việc tối ưu của LHM

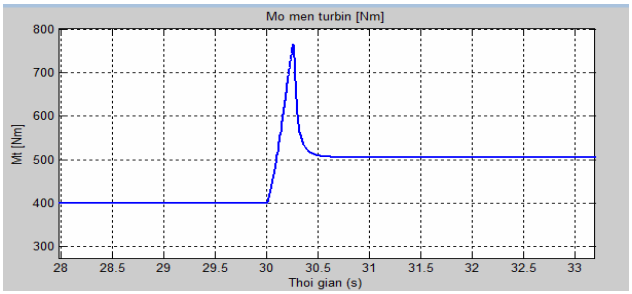
Kích thích hệ thống được lựa chọn là các quá trình lực cản cày P_{cx} biến thiên theo hàm bậc. Thí dụ kết quả khảo sát mô hình mô phỏng hệ thống được trình bày trên các hình 4.9.



Hình 4.9: Đồ thị Sai lệch Đ/K n_T, M_T, n_T, V từ kết quả khảo sát mô hình với P_{cx} thay đổi từ 18kN lên 80kN và xuống 14kN

Nhận xét: Hệ thống hoạt động ổn định và thích ứng tốt với các cấp lực cản khác nhau, các giá trị nhận được của đầu ra M_T, n_T, V phù hợp qui luật, đúng với kết quả thí nghiệm đo và tính toán.

Khi lực cản cày biến động mạnh, hệ thống lập tức thực hiện việc điều khiển chuyển về số truyền phù hợp với thời gian trung bình từ 0,3 giây và trở về làm việc bình ổn với số truyền mới sau 0,6 giây (hình 4.10).



Hình 4.10: Đồ thị M_T ở giai đoạn chuyển số

Đồ thị biến thiên M_T trong giai đoạn chuyển số cho thấy, sau khi lực cản thay đổi, tốc độ quay turbin thay đổi ra xa giá trị mong muốn tạo nên "sức ép" chuyển số, hệ thống thực hiện việc chuyển số và hoạt động bình ổn với cấp lực cản mới chỉ sau khoảng 0,3 giây. Đây là đặc tính ưu việt hơn so với hệ thống điều khiển truyền thống, giai đoạn chuyển số đồ thị có bước nhảy khá lớn, thời gian trở lại bình ổn cũng chậm hơn.

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

Kết luận:

1. Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm trên cơ sở hệ thống đo đa kênh và xử lý tín hiệu hiện đại xác định trực tiếp các thông số hoạt động của LHM trong quá trình cày có độ tin cậy cao, cho phép phân tích tính chất hoạt động của LHM, xây dựng được các quan hệ thực nghiệm đặc trưng cho các phần tử của hệ thống LHM.
2. Lực cản cày ngầm trên đất lâm nghiệp có giá trị lớn và biến thiên trong khoảng rộng, hệ số lực cản riêng K_0 của đất trồng rừng tại khu vực phía Bắc có giá trị từ 84,7 đến 153,6kN/m^2. Quan hệ giữa K_0 với độ sâu cày, vận tốc và kết cấu bộ phận làm việc của cày ngầm được xây dựng bằng thực nghiệm có thể sử dụng làm cơ sở để nghiên cứu về LHM cày trên đất lâm nghiệp.
3. Đặc tính biến mô, đặc tính kéo bám của bộ phận di động xích xây dựng bằng thực nghiệm là cơ sở khoa học để thành lập LHM, xác định chế độ làm việc và tối ưu hóa LHM cày ngầm. Ngoài ra còn có thể sử dụng làm cơ sở để thiết kế hệ thống di động xích, đánh giá hoạt động cũng như nghiên cứu tối ưu hóa LHM kéo xích canh tác trong điều kiện đất đai tương tự.
4. Mô hình mô phỏng động lực học của LHM cày ngầm đã mô tả khá đầy đủ về kết cấu, hoạt động và tác động qua lại giữa các phần tử trong hệ thống Máy kéo – Máy cày – Đất canh tác. Kết quả khảo sát động lực học trên mô hình đã được kiểm chứng bằng thực nghiệm với mức độ tin cậy cao.
5. Khi LHM chuyển động thẳng với tải trọng biến động mạnh và bình ổn, có thể xác định được khoảng lực kéo cho mỗi số truyền để có hiệu suất biến mô đạt cao nhất, để hiệu suất biến mô đạt trên 80%, lực cản kéo tối đa cho số truyền 1 là 100kN, số 2 là 35kN và số 3 là 10kN.
6. Quá trình sang số khi lực cản tăng giảm đột ngột đã chuyển dịch giá trị M_T và n_T về vùng có hiệu suất biến mô cao, khắc phục hiện tượng quá tải. Kết quả tính toán cho một số phương án thí nghiệm có biến động lực cản mạnh, khi chuyển số hợp lý đã nâng cao năng suất và giảm chi phí nhiên liệu từ 13,7 đến 25,6% tùy theo tính chất và mức độ thay đổi lực cản.
7. Độ dốc địa hình có ảnh hưởng lớn đến tính chất kéo bám và do đó cũng ảnh hưởng đến năng suất, chi phí nhiên liệu của LHM, khi LHM làm việc trên địa hình có độ dốc ngang $\beta = 15^0$, năng suất giảm 15% và chi phí nhiên liệu trên một đơn vị diện tích tăng 15% so với trên địa hình bằng phẳng.
8. Mô hình ứng dụng lý thuyết logic mờ trong điều khiển số truyền của LHM cày ngầm có tính thích ứng cao với điều kiện lực cản cày biến động mạnh, hệ thống hoạt động ổn định nhanh sau quá trình sang số cho thấy tính ưu việt và khả năng ứng dụng kỹ thuật tiên tiến này trong điều khiển chế độ làm việc tối ưu của LHM làm đất lâm nghiệp.

Đề nghị:

1. Có thể sử dụng hệ thống thiết bị đo của chương trình thực nghiệm này để tiếp tục khảo nghiệm LHM cày ngầm làm việc trên các vùng với các cấp độ dốc khác nhau, xác định các hệ số, quan hệ thực nghiệm và các thông số kỹ thuật bổ sung làm cơ sở hoàn thiện công nghệ cơ giới làm đất trồng rừng.
2. Tiếp tục hoàn thiện mô hình ứng dụng lý thuyết mờ trong điều khiển chế độ làm việc tối ưu của LHM cày ngầm trên đất lâm nghiệp và trong nghiên cứu tối ưu LHM làm đất trong lâm nghiệp.