

GIẢI BÀI TOÁN ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI TRONG MẶT PHẪNG THẲNG ĐỨNG

PHAN VĂN TỪ

Abstract. The control problem of nonpilot fly equipment is very complex, nonlinear and time-variable. Before it was solved approximately by digital methods. Now there are simulation tools that allow us to solve this problem by new method. These results of solution will give us to see motion characteristics of fly equipment and appropriate conclusion.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ BÀI TOÁN

Bài toán điều khiển thiết bị bay không người lái là một bài toán rất phức tạp, phi tuyến, không dừng. Trước đây bài toán này đã được giải gần đúng bằng phương pháp số. Hiện nay đã có các công cụ mô phỏng cho phép chúng ta giải bài toán bằng phương pháp mới. Các kết quả của lời giải cho ta quan sát được đặc trưng chuyển động của thiết bị bay và có kết luận tương ứng.

2. MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA BÀI TOÁN

Chuyển động của thiết bị bay không người lái là chuyển động phức tạp trong không gian của một đối tượng có khối lượng thay đổi. Toàn bộ chuyển động có thể xem gồm sáu thành phần: ba chuyển động tịnh tiến theo ba trục và ba chuyển động quay quanh ba trục tương ứng. Các chuyển động đó cũng có thể xét trong hai mặt phẳng và chuyển động quay quanh trục đối xứng của thiết bị bay, trong đó chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng là quan trọng nhất. Nếu ta giả thiết quá trình điều khiển thiết bị bay không người lái xảy ra trong một mặt phẳng thì ta có thể chọn mặt phẳng tọa độ sao cho chuyển động của đối tượng điều khiển xảy ra trong mặt phẳng thẳng đứng. Đây là một cách làm đơn giản bài toán. Vấn đề điều khiển trong toàn bộ không gian sẽ được nghiên cứu giải quyết tiếp theo.

Hệ phương trình mô tả chuyển động trong mặt phẳng thẳng đứng của thiết bị bay:

$$m\dot{v} = P - G \sin \theta - Q \quad (1)$$

$$m v \dot{\theta} = P \alpha - G \cos \theta - Y \alpha \quad (2)$$

$$I_{z_1} \dot{\varphi} = M_{z_1}^{\alpha} \alpha + M_{z_1}^{\omega} \dot{\varphi} + M_{z_1}^{\sigma} \sigma \gamma \quad (3)$$

$$\varphi = \theta + \alpha \quad (4)$$

$$\frac{dH}{dt} = v \sin \theta \quad (5)$$

$$\frac{dm}{dt} = -m_s \quad (6)$$

ở đây

m - khối lượng,

v - tốc độ,

P - lực đẩy,

G - trọng lực,

Q - lực cản,

θ - góc nghiêng quỹ đạo - góc giữa vector tốc độ với mặt phẳng nằm ngang,

ϑ - góc tangage,

α - góc tấn công,

Y - lực nâng,

I_{Z_1} - moment quán tính của thiết bị bay so với trục OZ_1 vuông góc với mặt phẳng đối xứng và đi qua tâm khối của thiết bị,

$M_{Z_1}^a$ - hệ số moment so với trục OZ_1 của các lực khí động phụ thuộc vào góc tấn công α ,

$M_{Z_1}^{\omega}$ - hệ số moment so với trục OZ_1 của các lực khí động phụ thuộc vào tốc độ góc quay quanh trục,

$M_{Z_1}^{\sigma}$ - hệ số moment so với trục OZ_1 của các lực khí động phụ thuộc vào góc quay của cánh điều khiển σ ,

H - độ cao,

m_e - lưu lượng tiêu hao khối lượng tính theo sec.

Nhìn vào hệ phương trình ta thấy:

- Phương trình (1) là phương trình vi phân mô tả chuyển động tịnh tiến của thiết bị bay theo phương nằm ngang. Nó là phương trình phi tuyến, không dừng (m thay đổi).

- Phương trình (2) là phương trình vi phân mô tả chuyển động tịnh tiến của thiết bị bay theo phương thẳng đứng. Nó cũng là phương trình phi tuyến không dừng.

- Phương trình (3) là phương trình vi phân mô tả chuyển động quay quanh trục vuông góc với mặt phẳng đối xứng đi qua tâm khối của thiết bị. Nó là phương trình không dừng.

- Phương trình (4) là quan hệ động hình học giữa các góc tangage, góc nghiêng quỹ đạo và góc tấn công.

- Phương trình (5) mô tả sự thay đổi độ cao.

- Phương trình (6) mô tả độ thay đổi khối lượng.

3. GIẢI BÀI TOÁN

Khi giải bài toán ta sử dụng công cụ mô phỏng Matlab-Simulink.

Trước hết ta tách đạo hàm bậc cao của hệ phương trình vi sang bên trái sau đó nhìn vào bài toán để đánh giá sơ bộ cần bao nhiêu khối động học cho mô phỏng: bộ phân tích, bộ khuếch đại, bộ phát tín hiệu, bộ tạo hàm...

Nhờ vào thư viện của Simulink ta lập sơ đồ thuật toán mô phỏng (hình 1). Sơ đồ này mô phỏng hệ phương trình vi phân chuyển động của thiết bị bay bằng các khối thuật toán và mối quan hệ giữa chúng.

Ở đây bộ phát tín hiệu điều khiển sẽ tạo ra góc điều khiển δ_y . Với các giá trị khác nhau ta sẽ có kết quả khác nhau. Trong trường hợp cụ thể ta chỉ xét phản ứng của hệ thống điều khiển với góc δ_y cố định (tín hiệu bậc thang đơn vị).

4. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ LỜI GIẢI

Các kết quả mô phỏng cho ta thấy sự thay đổi của các đặc trưng chuyển động theo thời gian.

+ Độ cao lúc đầu tăng nhanh cho đến khi đạt được giá trị cực đại rồi giảm xuống (hình 2).

+ Tốc độ tăng gần như tuyến tính theo thời gian (hình 3).

+ Góc tangage giảm gần như tuyến tính (hình 4).

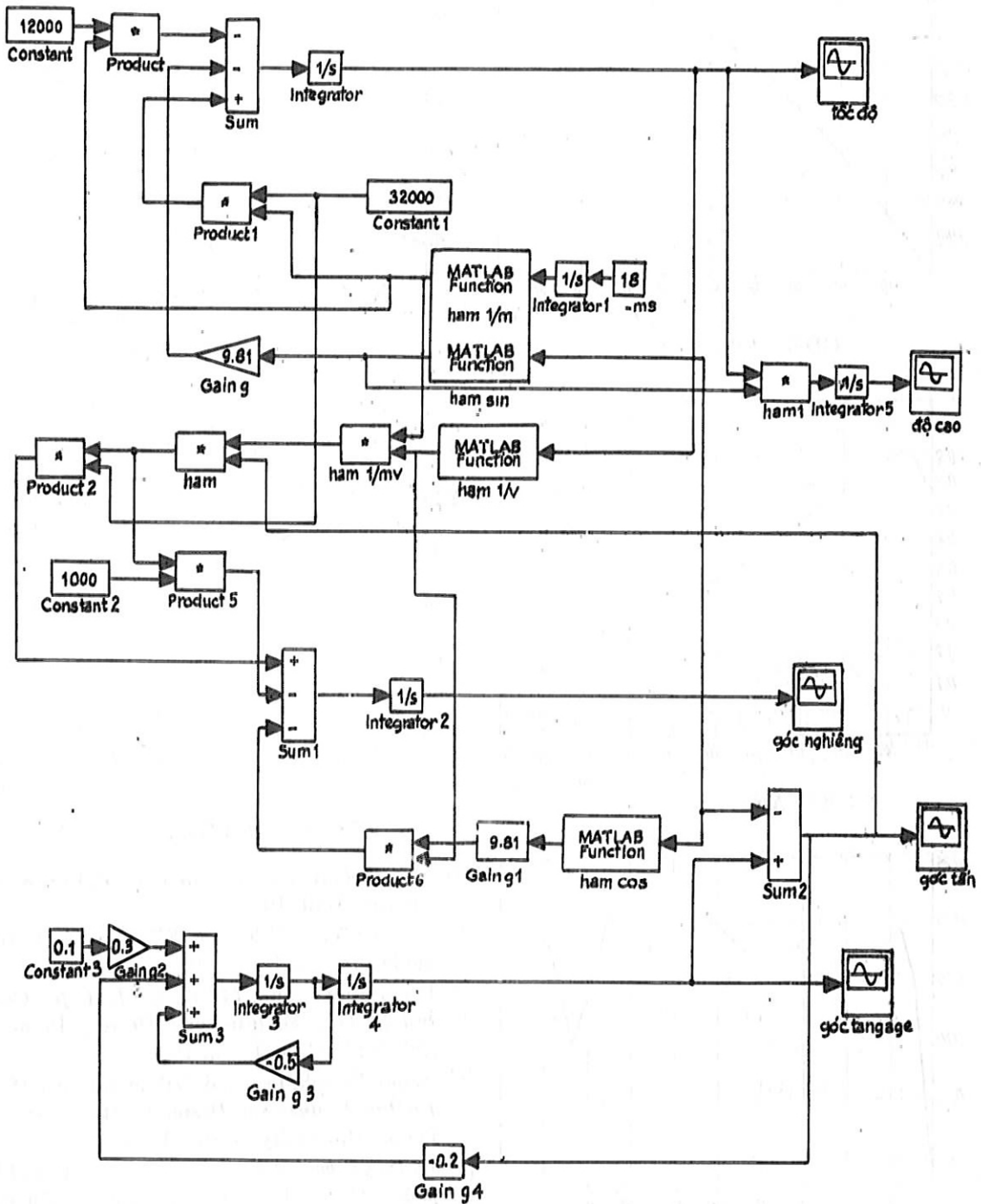
+ Góc nghiêng quỹ đạo giảm nhưng ở phần cuối giảm phức tạp hơn (hình 5).

+ Góc tấn công tăng nhưng đến một giá trị nào đó thì có sự thay đổi quanh giá trị đó (hình 6).

Kết luận: Đây là lời giải bài toán điều khiển thiết bị bay trong mặt phẳng thẳng đứng dựa trên mô hình toán học gần đúng bằng phương pháp mô phỏng trực tiếp (không tuyến tính hóa). Kết

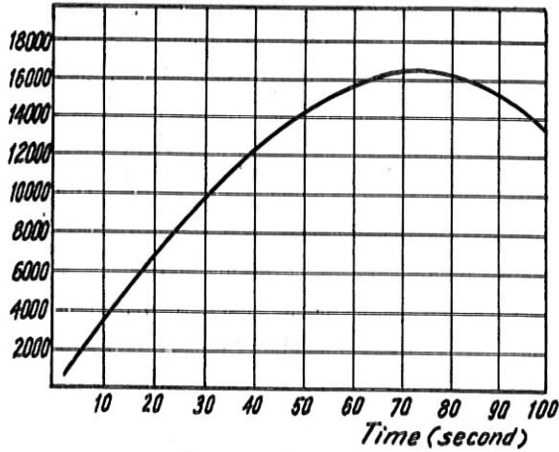
quả phản ánh đúng quá trình xảy ra trong thực tế và cho phép ta chọn góc điều khiển cần thiết.

SƠ ĐỒ SIMULINK

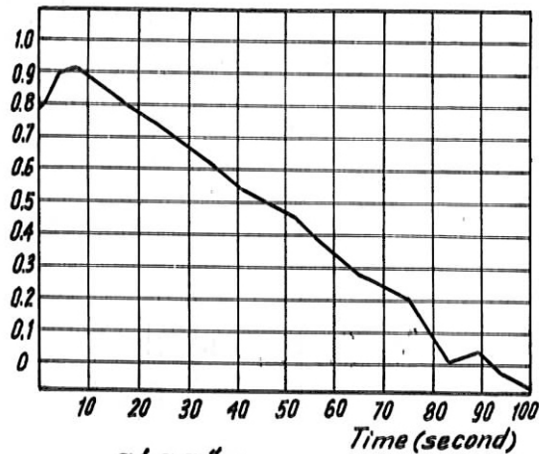


Hình 1

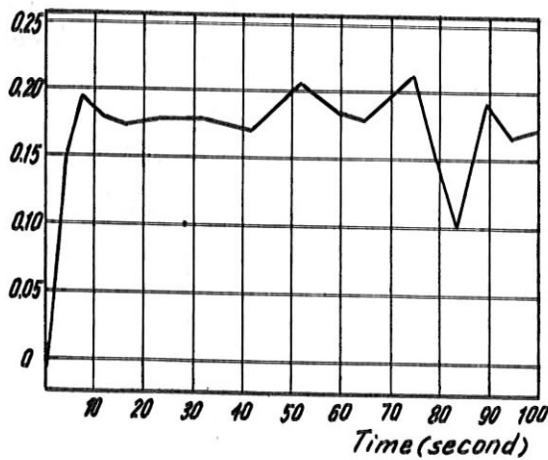
ĐỘ CAO



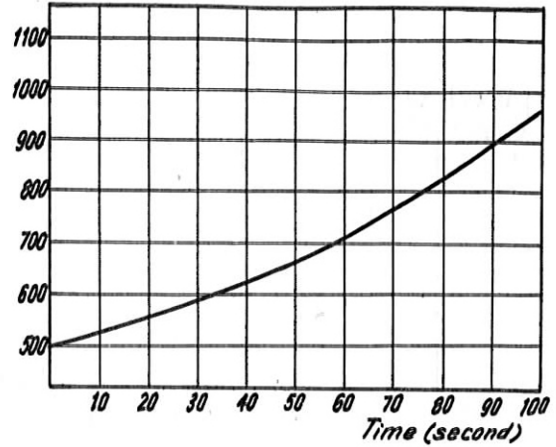
GÓC TANGAGE



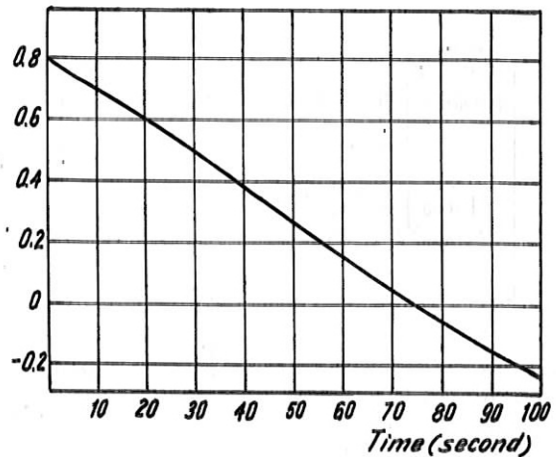
GÓC TẤN



TỐC ĐỘ



ĐỘ NGHIÊNG



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *The Student Edition of MATLAB*, User's guide Prentice Hall, 1993.
- [2] *The Student Edition of SIMULINK*, User's guide Prentice Hall, 1993.
- [3] Benjamin C. Kuo, *MATLAB Tools for Control System Analysis and Design*, Prentice Hall International Inc., 1993.
- [4] Naomi Ehrlich, Leonard Williams, *Using MATLAB to Analyze and Design Control Systems*, Levine University of Maryland, 1994.
- [5] *Lý thuyết bay và hệ thống điều khiển tên lửa phòng không*, Học viện Kỹ thuật quân sự, 1998.