

## MỤC LỤC

	<b>Trang</b>
<b>Mục lục</b> .....	1
<b>Mở đầu</b> .....	2
1. Lý do chọn đề tài .....	2
2. Mục tiêu của đề tài.....	3
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu .....	3
4. Phương pháp nghiên cứu .....	3
5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.....	3
<b>Chương 1. Tổng quan về hệ cần khâu khớp sử dụng trong máy trục</b> .....	4
1.1 Cơ cấu thay đổi tầm với .....	4
1.2. Hệ cần đơn giản cân bằng nhờ palăng cáp .....	10
1.3. Hệ cần cân bằng kiểu khâu khớp.....	10
<b>Chương 2. Cơ sở lý thuyết tính toán hệ cần cân bằng kiểu khâu khớp có vôi thẳng</b> ..	20
2.1 Trường hợp cáp nâng song song với cần hoặc giằng .....	20
2.2 Trường hợp cáp nâng nghiêng góc với cần .....	23
2.3 Các bước xác định các thông số cơ bản của hệ cần khâu khớp có vôi thẳng trong trường hợp cáp nâng song song với cần hoặc giằng.....	25
<b>Chương 3. Xây dựng chương trình tính toán các thông số cơ bản của hệ cần kiểu khâu khớp có vôi thẳng</b> .....	26
3.1 Các thông số đầu vào.....	26
3.2 Sơ bộ giải quyết bài toán bằng phương pháp hình học giải tích .....	26
3.3 Lưu đồ thuật toán.....	33
3.4 Giao diện phần mềm, ví dụ áp dụng, đối chiếu kết quả với cách tính toán thông thường.....	35
3.5. Đối chiếu thông số tính toán được bằng chương trình với thông số của cần trực đang được sử dụng trong thực tiễn .....	42
<b>Kết luận và khuyến nghị</b> .....	44
<b>Tài liệu tham khảo</b> .....	45

## MỞ ĐẦU

### 1. Lí do chọn đề tài

Hiện nay, các thiết bị nâng hạ được sử dụng một cách phổ biến ở tất cả các lĩnh vực ngành nghề phụ vụ sản xuất như: Xây dựng, đóng tàu, vận tải, lắp ráp, thực phẩm... Thiết bị này làm cải thiện đáng kể năng suất lao động, tính chính xác và hiệu quả trong công việc. Bên cạnh đó, ứng dụng những thiết bị nâng hạ giúp cho việc hạn chế việc sử dụng sức người, giảm thiểu nguy hiểm cho người làm việc trực tiếp, nâng cao tính an toàn và giảm các chi phí cho những rủi ro có thể xảy ra, là yếu tố quan trọng để đánh giá quy mô và trình độ phát triển sản xuất. Vì vậy, sử dụng các thiết bị nâng hạ là xu hướng tất yếu của một nền công nghiệp văn minh, hiện đại.

Cần trục chân đế là thiết bị nâng đặc biệt quan trọng của một cơ sở sản xuất, bởi loại cần trục này có sức nâng, tầm với, chiều cao nâng và năng suất làm việc lớn. Việc tính toán hệ cần khâu khớp (bốn khâu bản lề) có vôi thẳng thường sử dụng cho cần trục chân đế là công việc thường được tiến hành song song với tính toán thiết kế kết cấu thép hoặc phổ biến khi sửa chữa, hoán cải hệ cần của cần trục (hệ cần có cân bằng).

Việc tính toán các thông số cơ bản của hệ cần bốn khâu bản lề được thực hiện theo ba phương pháp sau: Tính toán thủ công; tính toán bằng các phần mềm đồ họa và cơ khí kết hợp với tính toán thủ công; tính toán bằng các chương trình được xây dựng nhờ các ngôn ngữ lập trình tin học hoặc các phần mềm chuyên dụng. Trong đó phương pháp thứ nhất và phương pháp thứ hai bộc lộ nhiều nhược điểm như mất nhiều thời gian tính toán do phải giải một chuỗi các bài toán giải tích và họa đồ, mà phần lớn được thực hiện bởi phương pháp thủ, công việc phải thực hiện lặp lại nhiều lần, đặc biệt khó khăn khi phải điều chỉnh các thông số trong quá trình tính toán, khi hoán cải hoặc thay đổi phương án thiết kế; mặt khác thiếu tính trực quan khi sử dụng trong giảng dạy... Phương pháp tính toán thứ ba không những khắc phục được những nhược điểm của hai phương pháp trên mà còn là giải pháp phù hợp với điều kiện phát triển của khoa học công nghệ hiện nay.

Trên thế giới cũng một số phần mềm chuyên dụng để thiết kế cần trục có thể thực hiện được công việc trên, có thể kể tới như: EOT Crane Design Software, Honor Award... Nhưng các phần mềm được xây dựng trên cơ sở tính toán và hệ thống quy phạm không giống như ở Việt Nam nên khả năng áp dụng vào thực tiễn còn nhiều hạn chế, mặt khác giá thành bản quyền của những phần mềm này tương đối cao.

Ở nước ta, việc lập trình tự động tính toán cần trục đang phát triển khá rộng rãi, nhưng thường chủ yếu tập trung vào thiết kế cho các cần trục dạng cầu và cần trục kiểu cần sử dụng cần đơn giản. Vấn đề tự động tính toán các thông số của hệ cần bốn khâu bản lề ít được quan tâm.

Với những lý do kể trên tác giả đã thực hiện đề tài: “*Nghiên cứu tự động tính toán các thông số cơ bản của hệ cần kiểu khâu khớp có vòl thắng sử dụng trong máy trục*”.

## **2. Mục tiêu của đề tài**

- Đưa ra cơ sở tính toán hệ cần, từ đó giải quyết sơ bộ bài toán bằng phương pháp hình học giải tích;
- Tự động xử lý dữ liệu (các thông số kỹ thuật ban đầu) và đưa vào chương trình tính;
- Tính toán các thông số kỹ thuật cơ bản của hệ cần và kiểm nghiệm;
- Đưa ra kết quả tính toán và xây dựng đồ thị biểu diễn sự thay đổi của một số thông số theo tầm với hoặc góc nghiêng của cần.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

- Đối tượng nghiên cứu của đề tài là các cơ cấu thay đổi tầm với của cần trục.
- Phạm vi nghiên cứu: cơ cấu thay đổi tầm với bằng cách lác cần, hệ cần sử dụng là hệ cần cân bằng (khi thay đổi tầm với, hàng dịch chuyển theo phương ngang) kiểu khâu khớp (bốn khâu bản lề), có vòl thắng, cáp nâng hàng song song với cần hoặc giằng.

## **4. Phương pháp nghiên cứu**

Phương pháp nghiên cứu của đề tài là kết hợp giữa lý thuyết tính toán các thông số kỹ thuật của hệ cần khâu khớp với các kỹ năng lập trình tin học để xây dựng một chương trình tính toán tự động các thông số cơ bản của loại cần này.

## **5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn**

Ý nghĩa khoa học của đề tài: Chuyển bài toán chuyên ngành về tính toán hệ cần khâu khớp thành bài toán hình học giải tích, từ đó kết hợp với kỹ năng lập trình tin học để xây dựng một chương trình tính toán tự động các thông số cơ bản của hệ cần này.

Kết quả dự kiến của đề tài là xây dựng nên một chương trình phục vụ cho quá trình tính toán thiết kế hệ cần của cần trục, cũng như trong việc hoán cải, sửa chữa với ưu điểm: giảm thời gian thiết kế, nâng cao độ chính xác và hiệu quả thiết kế.

Đồng thời có thể sử dụng chương trình đã xây dựng được như một giáo cụ điện tử, phục vụ cho công tác giảng dạy, học tập hướng dẫn và kiểm tra sinh viên thực hiện các đồ án môn học và đồ án tốt nghiệp chuyên ngành Máy nâng chuyên.

## Chương 1

### TỔNG QUAN HỆ CÀN KHẤU KHỚP SỬ DỤNG TRONG MÁY TRỤC

#### 1.1 Cơ cấu thay đổi tầm với

\* *Công dụng*: Cơ cấu thay đổi tầm với là một trong bốn cơ cấu chính của máy trục (ngoài ra còn có: nâng, quay, di chuyển càn trục), có tác dụng thay đổi phạm vi của thiết bị mang hàng quanh trục quay.

\* *Phân loại cơ cấu thay đổi tầm với*:

- Ở các càn trục quay, tầm với R có thể thay đổi trực tiếp bằng xe tời di chuyển dọc càn đặt ngang (Hình 1.2), hoặc bằng cách lắc càn (thay đổi góc nghiêng của càn so với phương ngang) (Hình 1.1).



Hình 1.1 Thay đổi tầm với bằng cách lắc càn



*Hình 1.2 Thay đổi tầm với bằng xe con*

- Cơ cấu thay đổi tầm với bằng xe tời thực chất là cơ cấu di chuyển **xe bằng cáp kéo** (Hình 1.3) hay kiểu tự chạy như palăng điện (Hình 1.4).



*Hình 1.3 Xe con truyền động bằng cáp kéo*



*Hình 1.4 Xe con kiểu tự chạy*

- Cơ cấu thay đổi tầm với bằng cách thay đổi góc nghiêng của cần so với phương ngang được thực hiện **nhờ pa lăng cáp (Hình 1.5), thanh răng (Hình 1.6),** hay xylanh thủy lực (Hình 1.7).



*Hình 1.5. Thay đổi tầm với truyền động bằng cáp kéo*



*Hình 1.6 Thay đổi tầm với truyền động bằng thanh răng*



*Hình 1.7 Thay đổi tầm với truyền động bằng xi lanh thủy lực.*

- Nếu thay đổi tầm với có đặc tính chuyên động thiết lập thì khi thay đổi tầm với thường không có hàng. Nếu thay đổi tầm với mang đặc tính chuyển động công tác thì khi thay đổi tầm với có hàng và chuyển động với tốc độ khá lớn. Vì vậy để giảm công suất của động cơ và giảm tải trọng động, thường sử dụng hệ cần cân bằng, **khi thay đổi tầm với hàng di chuyển theo phương ngang**. Hệ cần cân bằng được thực hiện bằng pa lăng điều chỉnh hoặc tang điều chỉnh đối với cần đơn giản Hình 1.8, hoặc sử dụng hệ cần khâu khớp (hệ cần có vôi) là trên đầu cần có lắp vôi Hình 1.9.



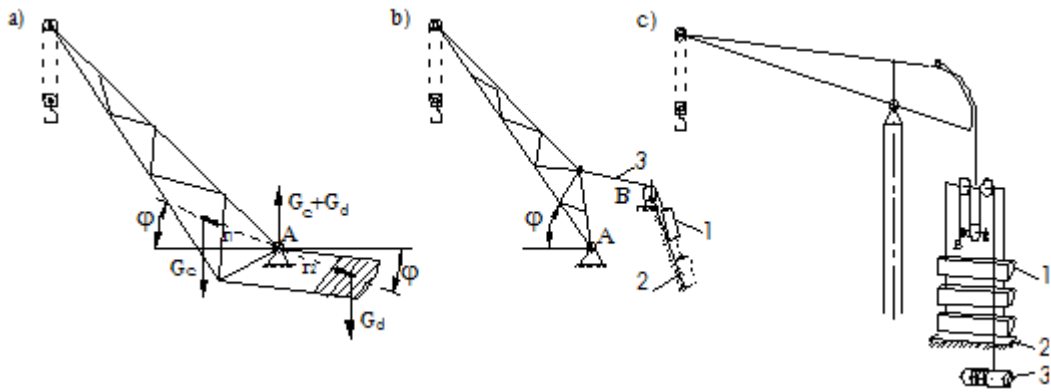
*Hình 1.8 Cần đơn giản cân bằng*





*Hình 1.9 Hệ cần khâu khớp*

- Ngoài ra để giảm tải cho hệ thống truyền động người ta sử dụng hệ thống **cân bằng trọng lượng bản thân của cần**, được thực hiện nhờ đối trọng đặt trực tiếp lên cần, đối trọng nối với cần bởi hệ tay đòn, hoặc thanh kéo



Hình 1.5 a. Đối trọng đặt trực tiếp lên cân;

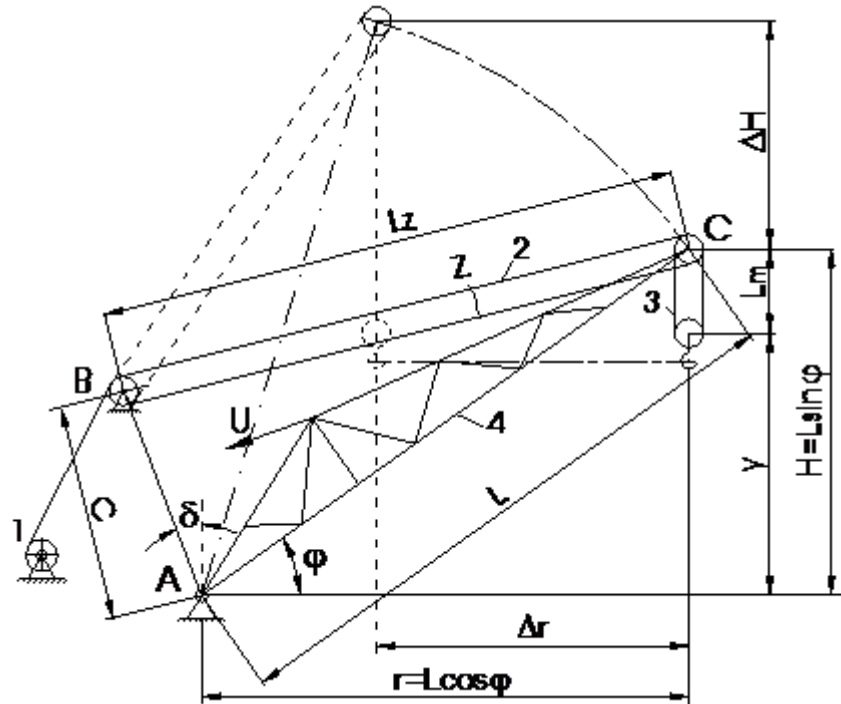
b. Đối trọng treo;

c. Đối trọng xếp.

## 1.2. Hệ cân đơn giản cân bằng nhờ pa lăng cáp

### a. Cấu tạo chung

- Sơ đồ nguyên lý:

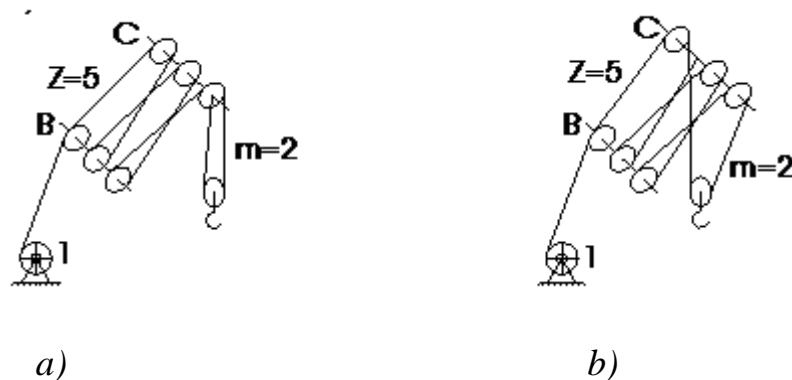


Hình 1.6. Sơ đồ nguyên lý hệ cân đơn giản cân bằng nhờ pa lăng cáp

Sơ đồ cấu tạo của hệ cần có pa lăng điều chỉnh cho ở hình 1.6. Cáp nâng từ tang của tời nâng hàng 1 vòng qua pa lăng điều chỉnh 2 rồi đến pa lăng nâng 3. Khi thay đổi tầm với, khoảng cách  $l_z$  giữa hai khối pu ly di động C ở đầu cần và khối pu ly cố định B ở giá chữ A sẽ thay đổi, làm thay đổi chiều dài treo hàng  $l_m$ . Khi thay đổi tầm với, tổng chiều dài cáp nâng hàng  $L_c$  không đổi.

Bằng cách tính toán hợp lý giữa các thông số bội suất pa lăng nâng  $m$ , bội suất pa lăng điều chỉnh  $z$ , chiều dài cần  $L$ , vị trí tời nâng B (xác định thông qua  $\delta$  và C), tầm với lớn nhất và nhỏ nhất... khi đó độ tăng (giảm) cao độ của hàng được bù trừ xấp xỉ độ giảm (tăng) của  $Lz$  để đảm bảo  $y = const$ .

- Sơ đồ mắc cáp:



Hình 1.7 a. Cáp chạy nâng hạ hàng chạy qua các Puly điều chỉnh;

b. Cáp nâng hạ hàng không chạy qua các Puly điều chỉnh.

Cáp nâng có thể mắc theo các sơ đồ khác nhau, ở sơ đồ hình 1.7 a cáp nâng chạy trên các pu ly của pa lăng điều chỉnh không chỉ khi nâng cần mà cả khi nâng hàng dẫn đến tăng sự mòn cáp. Để tránh hiện tượng này có thể dùng sơ đồ mắc cáp hình 1.8, cáp nâng chạy từ tang đến pa lăng nâng sau đó mới đến pa lăng điều chỉnh.

- *Kết cấu thép cần:*

Phụ thuộc vào chiều dài, sức nâng và hình dạng mà cần có **kết cấu phẳng** hay **không gian, dạng giàn** (Hình 1.8) hay **hình hộp** (Hình 1.9). Tiết diện ngang của cần có dạng hình chữ nhật hay hình tam giác để giảm khối lượng cần nhờ giảm khối lượng hệ thanh giằng.



*Hình 1.8. Kết cấu thép dàn*



*Hình 1.9. Kết cấu thép hộp*

**b. Một số loại cần trục sử dụng hệ cần đơn giản cân bằng nhờ pa lăng cáp**

- Hệ cần đơn giản cân bằng nhờ pa lăng cáp tuy có nhược điểm (so với hệ cần khâu khớp): chiều dài cáp nâng lớn do phải móc vòng qua các puly điều chỉnh, tổn hao hiệu suất cơ cấu nâng; nhưng có kết cấu gọn nhẹ, giảm trọng lượng đối trọng, trọng lượng cần trục, diện tích chắn gió nhỏ, giảm công suất tiêu thụ cho cơ cấu quay, thay đổi tầm với và di chuyển, dễ chế tạo do có kết cấu đơn giản.

- Bởi vậy được sử dụng khá rộng rãi trong ngành máy nâng chuyên, phổ biến ở các loại cần trục: Cần trục chân đế (Hình 1.10), cần trục tháp (Hình 1.11), cần trục nổi (Hình 1.12), và một số cần trục khác như cần trục trên tàu (Hình 1.13), cần trục cột quay, cần trục cột buồm...



*Hình 1.10. Cần trục chân đế*



*Hình 1.11. Cần trục tháp*



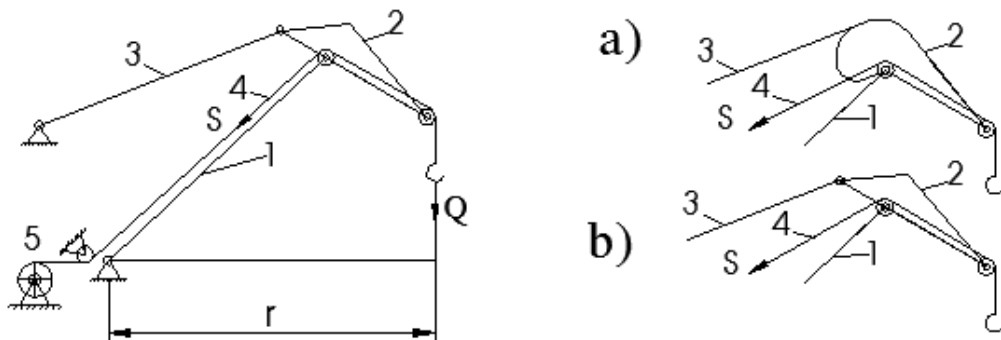
*Hình 1.12. Càn trục nổi*



*Hình 1.13. Càn trục trên tàu*

### 1.3. Hệ cần cân bằng kiểu khâu khớp

#### a. Cấu tạo:



Hình 1.14 Hệ cần kiểu khâu khớp

Hệ cần có vòi (hình 1.14) là cơ cấu bốn khâu bản lề gồm cần 1, vòi 2, giằng 3 và khung đỡ cần. Một đầu giằng cố định vào đuôi vòi, một đầu cố định vào khung trên phần quay.



Hình 1.15 Cần trục chân đế sử dụng hệ cần khâu khớp



Tầm với lớn nhất của cần trục  $R_{\max}$  là giá trị định trước theo điều kiện làm việc. Tầm với nhỏ nhất thường lấy  $R_{\min} = (1/4 \div 1/3)R_{\max}$ . Tầm với của hệ cần  $r = R - d$ , giá trị  $d$  phụ thuộc vào điều kiện kết cấu, thường lấy  $d = 2 \div 3m$ .

Hệ cần có vòi cho phép nâng hàng có kích thước lớn ở chiều cao nâng lớn. Chiều dài vòi có xu hướng làm nhỏ để giảm trọng lượng vòi đặt ở đầu cần và giảm mômen xoắn cần  $M_x = T.e$  do lực ngang  $T$  đặt vào đầu vòi.

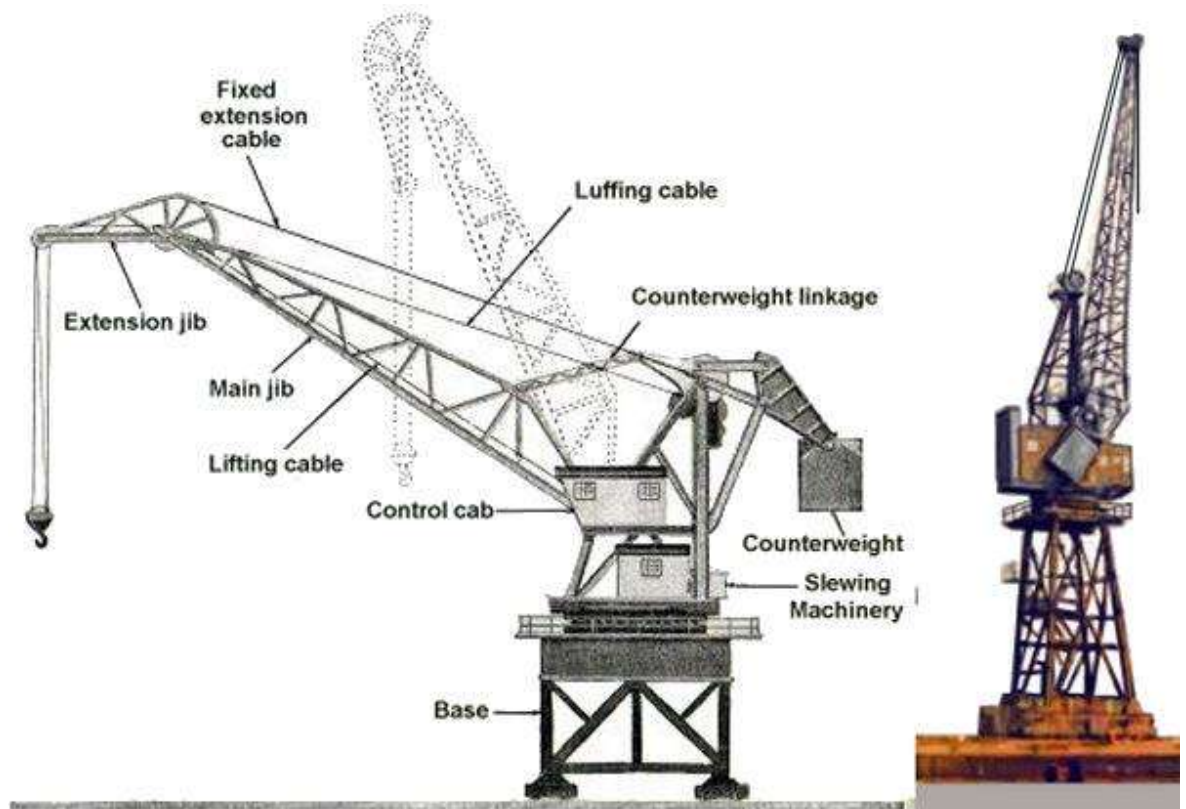
**b. Phân loại:**



*Hình 1.16 Cần trục có hệ cần kiểu khâu khớp sử dụng giằng mềm*

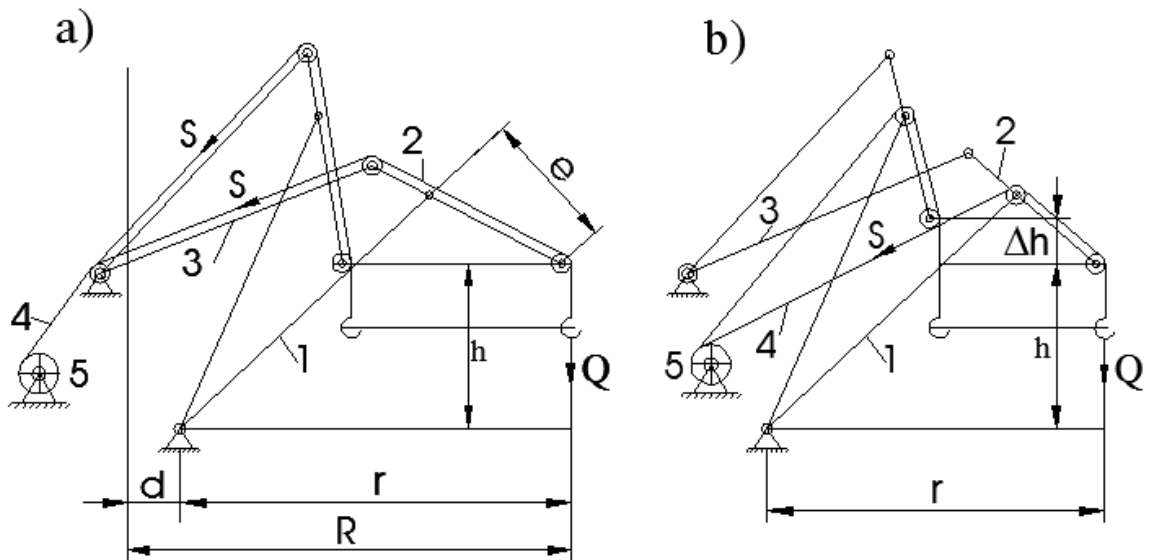
- Giằng hệ cần có hai loại: giằng cứng làm bằng khung thép (Hình 1.15) và giằng mềm là cáp (Hình 1.16).

- Tính chất động học của hệ cần phụ thuộc vào hình dạng vò. Vò được chia thành hai loại: vò cong (đuôi vò cong) (hình 1.14,a và hình 1.17) và vò thẳng (đuôi thẳng) (hình 1.14,b; 1.15; 1.16) và hình. Khi vò cong, giằng là giằng mềm (cáp thép), trong quá trình TĐTV giằng lặn trên đường cong đuôi vò. Giằng của vò thẳng có thể là giằng cứng (giàn thép) hay mềm.



*Hình 1.17 Cần trục có hệ cần kiểu khâu khớp sử dụng vò cong*

- Cáp nâng hàng có lực căng  $S$  có thể hướng dọc cần hay giằng cứng (hình 1.18a) hoặc nghiêng góc với chúng (hình 1.18b).



Hình 1.18 Các cách bố trí cáp nâng hàng

Trong trường hợp cáp nâng hướng dọc cần hay dọc giằng khi TĐTV cáp nâng không chạy trên pu ly đầu vò, chiều dài treo hàng không đổi, hàng di chuyển theo phương ngang. Khi cáp nâng nghiêng góc so với cần, khi TĐTV cáp sẽ chạy trên pu ly đầu vò, tạo ra độ chênh lệch chiều cao đầu vò  $\Delta h$ , vì thế có thể giảm được chiều dài đầu vò. Để hàng di chuyển ngang thì khối pu ly đầu vò phải chuyển động theo đường cong phù hợp.

## Chương 2

# CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN HỆ CẦN CÂN BẰNG KIỂU KHÂU KHỚP CÓ VÒI THẰNG

### 2.1 Trường hợp cáp nâng song song với cần hoặc giăng

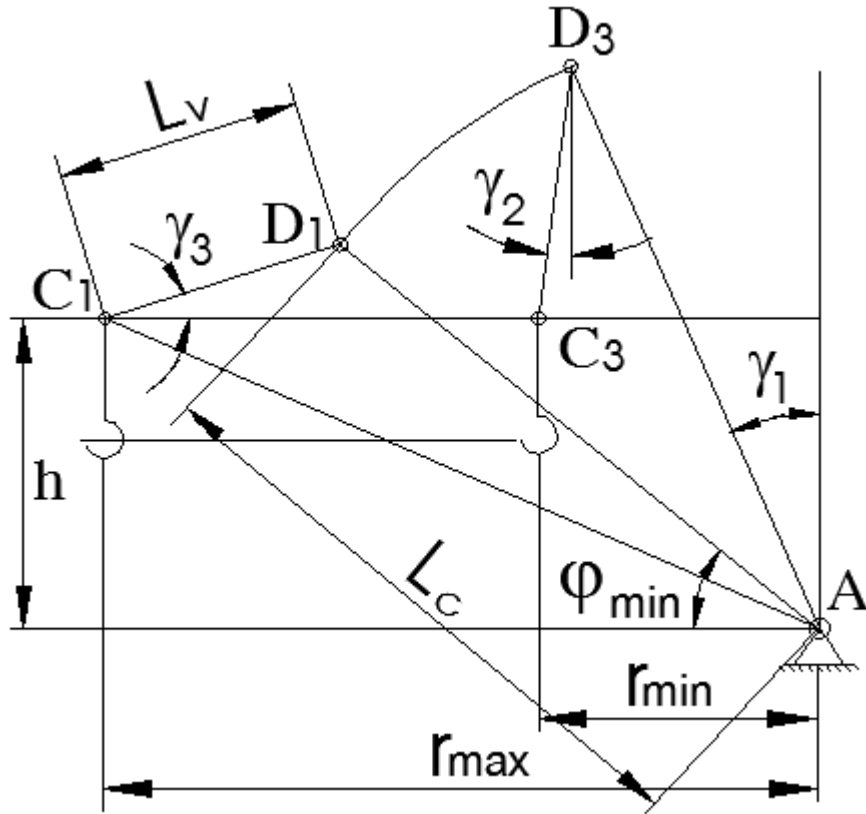
#### 2.1.1 Quỹ đạo chuyển động của đầu vò

Hệ cần có vò thẳng là cơ cấu tay quay thanh truyền, quỹ đạo chuyển động của đầu vò là đường cong bậc sáu, có đoạn rất thoải. Trong đa số các trường hợp, đoạn làm việc của đầu vò là đường cong có hai điểm uốn và ba điểm nằm trên một đường thẳng ngang. Các điểm giao nhau giữa trục cần và giăng  $O$  là tâm quay tức thời của chuyển động quay vò trong chuyển động tuyệt đối, đường thẳng  $OC$  nối giữa điểm  $O$  và đầu vò  $C$  là pháp tuyến của đường cong.

Kích thước của hệ cần được lựa chọn từ điều kiện quỹ đạo chuyển động của hàng đủ thoải.

#### 2.1.2 Xác định chiều dài cần và chiều dài đầu vò

Bước đầu là xác định chiều dài cần  $L_c$  (hình 2.1) và chiều dài đầu vò  $L_v$ , sao cho ở tầm vò lớn nhất  $r_{\max}$  và nhỏ nhất  $r_{\min}$ , đầu vò nằm trên cùng độ cao  $h$ . Các số liệu định trước là: trị số  $r_{\max}$  với điều kiện  $h \geq [h]$  và  $r_{\min} \leq [r_{\min}]$ , ở đây  $[h]$  và  $[r_{\min}]$  là các giá trị giới hạn cho phép. Các vị trí  $C_1$  và  $C_3$  được giới hạn bởi điều kiện vò không nằm ngang là vị trí bắt đầu cong trong quỹ đạo chuyển động và không được thẳng đứng để tránh tuột cáp ra khỏi pully đầu vò.



Hình 2.1 Xác định chiều dài cần và chiều dài đuôi vòi

Kí hiệu  $L_v = k.L_c$ , ta có:

-ở tâm với lớn nhất (vị trí  $C_1$ ):

$$h = L_c \sin \phi_{\min} - L_v \sin \gamma_3 = L_c (\sin \phi_{\min} - k \cdot \sin \gamma_3) \quad (2.1)$$

$$r_{\max} = L_c (\cos \phi_{\min} + k \cos \gamma_3) \quad (2.2)$$

-ở tâm với nhỏ nhất (vị trí  $C_3$ ):

$$h = L_c \cos \gamma_1 - L_v \cos \gamma_2 = L_c (\cos \gamma_1 - k \cdot \cos \gamma_2) \quad (2.3)$$

$$r_{\min} = L_c (\sin \gamma_1 + k \sin \gamma_2) \quad (2.4)$$

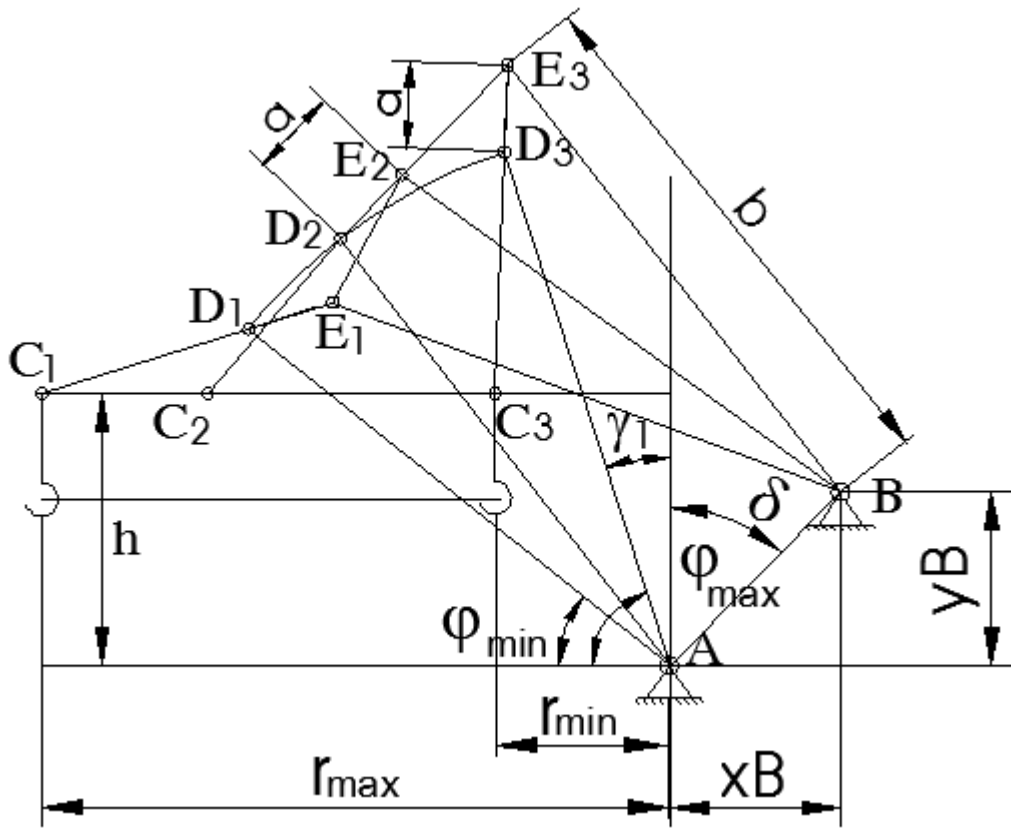
Cho giá trị  $h$  ở hai vị trí bằng nhau ta nhận được:

$$k = \frac{L_v}{L_c} = \frac{\cos \gamma_1 - \sin \phi_{\min}}{\cos \gamma_2 - \sin \gamma_3} \quad (2.5)$$

Tất cả hệ phương trình trên có thể giải bằng phương pháp thế thừa. Định trước giá trị  $\phi_{\min} \approx 30^\circ$ , ta tìm được các giá trị  $k$ ,  $L_c$  và  $L_v$ ; theo biểu thức 2.3

và 2.4 kiểm tra giá trị  $h \geq [h]$  và  $r_{\min} \leq [r_{\min}]$ . Khi tăng góc  $\phi$  sẽ tăng giá trị  $L_c$ ,  $r_{\min}$  và giảm chiều dài vôi  $L_v$ . Trong tính toán có thể lấy  $\gamma_1 = 5 \div 10^\circ$ ,  $\gamma_2 = 5 \div 10^\circ$ ,  $\gamma_3 = 10 \div 25^\circ$ .

### 2.1.3 Xác định chiều dài đuôi vôi và vị trí điểm B cố định giăng



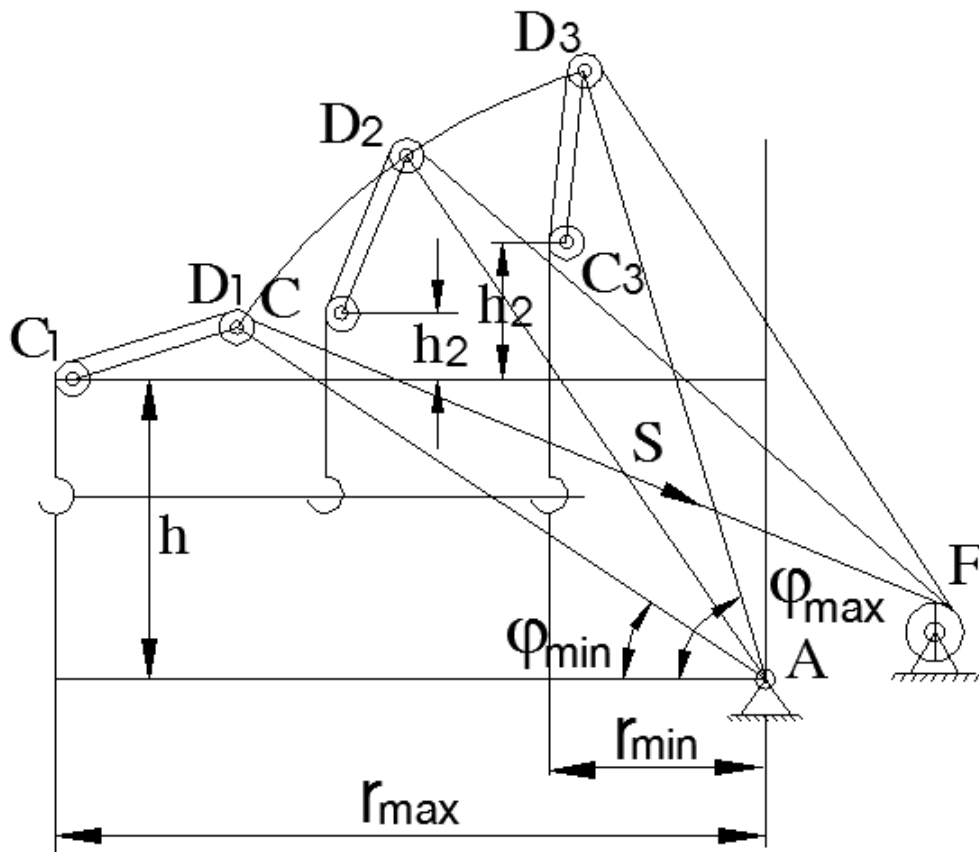
### 2.2 Xác định chiều dài đuôi vôi và vị trí cố định giăng

Bước thứ hai: xác định chiều dài đuôi vôi  $a$  và vị trí điểm B cố định giăng (Hình 2.2). Để giải bài toán này có thể dùng điều kiện: quỹ đạo chuyển động đầu vôi có ba điểm nằm trên đường nằm ngang. Từ đó ta dựng ba vị trí của cần để các điểm  $C_1$ ,  $C_2$  và  $C_3$  nằm trên đường nằm ngang, sau đó định trước chiều dài  $a$  và kéo dài dọc vôi tại ba vị trí, ta tìm được ba điểm  $E_1$ ,  $E_2$  và  $E_3$  tương ứng. Ba điểm này sẽ nằm trên cung tròn có tâm là điểm B kẹp giăng. Đoạn  $C_1C_2$  nên lấy vào khoảng  $C_1C_2 \approx (0,2 \div 0,3)C_1C_3$ ; còn giá trị  $a$  lấy bằng:  $a \approx (0,4 \div 0,6)L_v$ .

Vị trí điểm B phụ thuộc vào giá trị  $a$ , khi lựa chọn cần phải tính đến kích thước khung đỡ của phần quay và vị trí đặt tang nâng hàng để hạn chế góc lệch cáp. Nếu  $a$  tăng thì khoảng cách AB sẽ tăng.

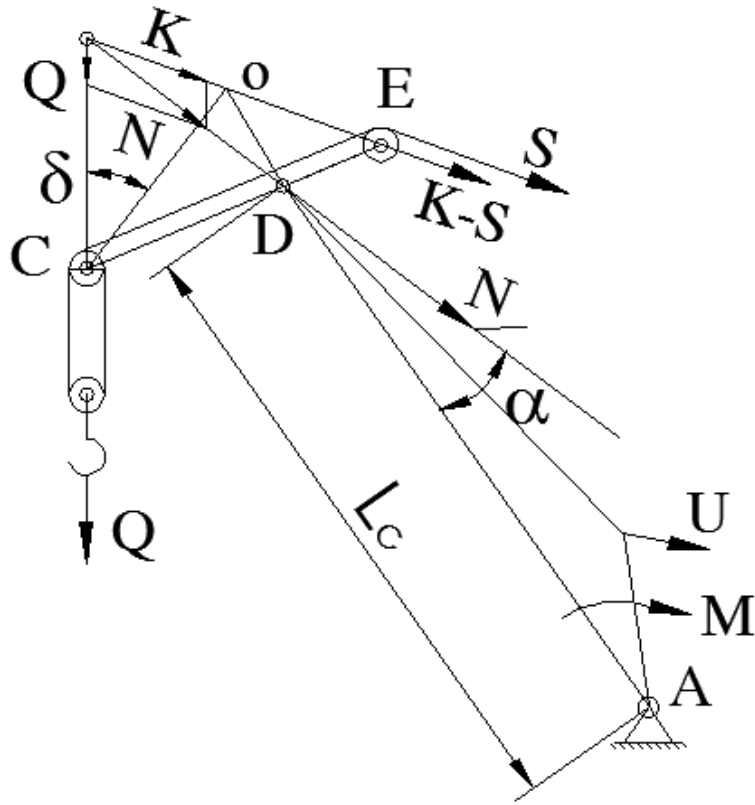
Sau khi lựa chọn kích thước hệ cần, ta xây dựng quỹ đạo chuyển động của đầu vôi để khẳng định kết quả thu được là hợp lý hay không.

## 2.2 Cáp nâng nghiêng góc với cần



Hình 2.3 Hệ cần có vôi thẳng cáp nâng nghiêng góc với cần

Khi cáp nâng nghiêng góc với cần (hình 2.3), để hàng di chuyển theo phương ngang thì đầu vôi (điểm C) phải di chuyển trên đường cong nào đó để bù cho sự chạy cáp nâng trên pully đầu vôi một giá trị  $h$ . Chiều dài cần và vôi được lựa chọn sao cho ở hai vị trí ngoài cùng của cần  $C_1$  và  $C_3$  sự chênh lệch chiều cao đầu vôi  $h_3 = FD_1 - FD_3$ ; bằng cách tương tự ta xác định được sự chênh lệch chiều cao đầu vôi ở vị trí trung gian:  $h_2 = FD_1 - FD_2$ .



Hình 2.4 Sơ đồ lực do tải trọng hàng tác dụng lên cần

Sơ đồ tải trọng do trọng lượng hàng  $Q$  tác dụng lên hệ cần cho ở hình 2.4. Lực kéo  $U$  của cơ cấu TĐTV và trọng lượng đối trọng đặt vào cần. Hợp lực  $N$  của trọng lượng hàng  $Q$  và lực căng trong giằng  $K$  đi qua bản lề  $D$  đầu cần, nghiêng góc  $\alpha$  với trục cần nên gây uốn và nén cần, còn giằng chỉ chịu lực dọc trục  $K$ . Mômen không cân bằng của hàng đối với gối  $A$  được xác định bằng phương pháp đồ họa và có giá trị:  $M_{Ah} = NL_c \sin \alpha$ .

### 2.3 Các bước xác định các thông số cơ bản của hệ cần khâu khớp có vôi thẳng trong trường hợp cáp nâng song song với cần hoặc giằng

- Xác định chiều cần  $L_c$  và chiều dài đầu vôi  $L_v$  và các góc  $\varphi_{\min} = 30 \div 45$ ,

$\gamma_1 = 5 \div 10^0$ ,  $\gamma_2 = 5 \div 10^0$ ,  $\gamma_3 = 10 \div 25^0$  bằng phương pháp thử, xây dựng trên họa đồ, sao cho:

+ Ở tầm với lớn nhất và nhỏ nhất đầu vôi có cùng cao độ;



+  $h \geq [h]$  ,  $r_{\min} \leq [r_{\min}]$  và  $r_{\max} \geq [r_{\max}]$ ;

+ Ở vị trí xa nhất vòi không nằm ngang và ở vị trí gần nhất vòi không thẳng đứng.

- Xác định chiều dài đuôi vòi và vị trí cố định giằng bằng phương pháp họa đồ
- Xây dựng quỹ đạo chuyển động của đầu vòi và kiểm tra điều kiện đảm bảo độ chênh lệch cao độ lớn nhất của hàng khi thay đổi tầm vói:  $\Delta h \leq [\Delta h] = 0.1H$  .

### Chương 3

## XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA HỆ CẦN KIỂU KHÂU KHỚP CÓ VÒI THẲNG

### 3.1 Các thông số đầu vào

- Các thông số đầu vào:

+ Tầm với lớn nhất :  $R_{\max}$  (m);

+ Tầm với nhỏ nhất:  $R_{\min}$  (m);

+ Khoảng cách từ tâm quay tới tâm chốt đuôi cần:  $r$  (m);

+ Chiều cao nâng:  $H$  (m);

+ Khoảng cách từ mặt ray tới tâm chốt đuôi cần:  $h$  (m)

+  $k_1 = C_1 C_2 / C_1 C_3$ ;

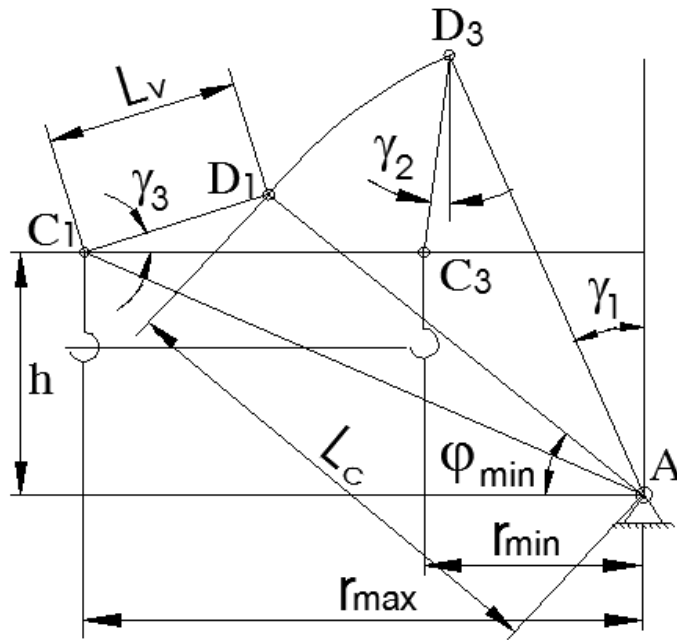
+  $k_2 = a / L_v$ .

- Các thông số cần tìm:

+  $L_c, L_v, H_t, \varphi_{\min}, \varphi_{\max}, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \Delta H, x_B, y_B, a, b, y_{C_{\min}}, y_{C_{\max}}$ .

### 3.2 Sơ bộ giải quyết bài toán bằng phương pháp hình học giải tích

#### a. Xác định chiều dài cần và chiều dài đuôi vôi



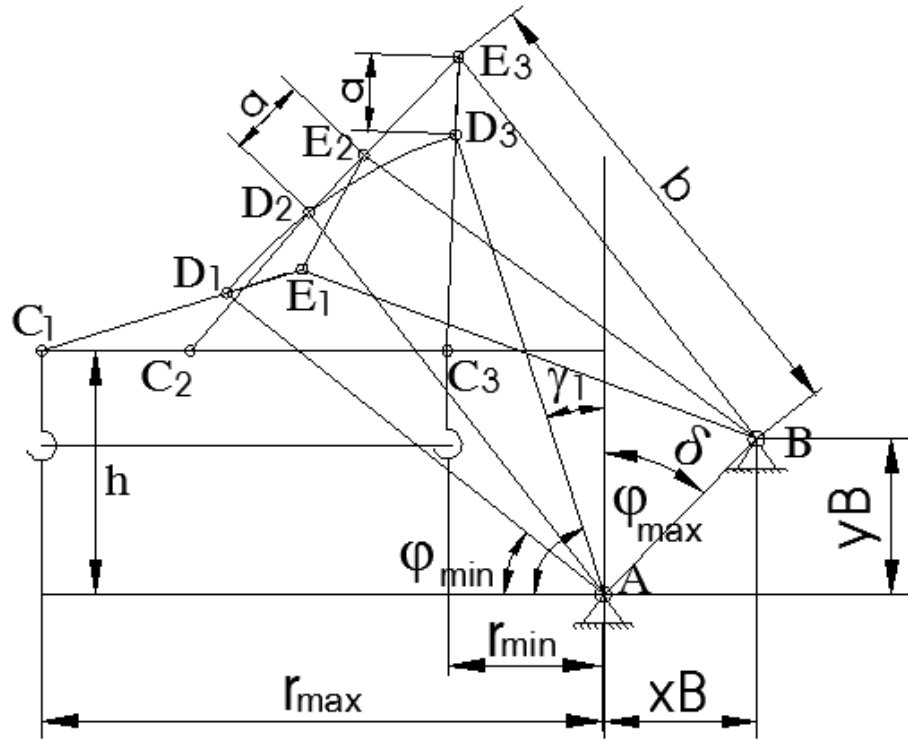
Hình 3.1 Xác định chiều dài cần và chiều dài đuôi vòi

\* Cho  $\varphi_{\min}$  thay đổi từ  $30^\circ \div 45^\circ$ ;  $\gamma_1$  thay đổi từ  $10^\circ \div 15^\circ$ ;  $\gamma_2$  thay đổi từ  $5^\circ \div 10^\circ$ ;  $\gamma_3$  thay đổi từ  $10^\circ \div 25^\circ$ , thử lần lượt các giá trị  $L_c$ ,  $L_v$  sao cho:

- Ở tầm với lớn nhất và nhỏ nhất đầu vòi có cùng cao độ, trong đó chiều cao  $h$  ở tầm với lớn nhất và nhỏ nhất xác định theo công thức 2.1 và 2.2;
- $h \geq [h]$ ,  $r_{\min} \leq [r_{\min}]$  và  $r_{\max} \geq [r_{\max}]$ ;
- Ở vị trí xa nhất vòi không nằm ngang và ở vị trí gần nhất vòi không thẳng đứng.

\* Kết quả sau tính toán xác định được:  $L_c$ ,  $L_v$ ,  $H_t$ ,  $\varphi_{\min}$ ,  $\varphi_{\max}$ ,  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$ , và các tầm với  $R_{\max}$ ,  $R_{\min}$  thực.

**b. Xác định chiều dài đuôi vòi và vị trí cố định giằng B:**



### 3.2 Xác định chiều dài đuôi vôi và vị trí cố định giằng

\* Xác định vị trí C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> và D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>:

- Gọi A(0,0) là tọa độ chốt đuôi cần.

- Khi đó: C<sub>1</sub>(-R<sub>max</sub>, H<sub>1</sub>); C<sub>3</sub>(-R<sub>min</sub>, H<sub>2</sub>);

Mặt khác: C<sub>2</sub>C<sub>3</sub> = K<sub>1</sub>.C<sub>1</sub>.C<sub>3</sub> → C<sub>2</sub>(-[R<sub>min</sub> + K<sub>1</sub>(R<sub>max</sub> - R<sub>min</sub>)], H<sub>1</sub>)

- Xác định tọa độ điểm D<sub>2</sub>

$$\text{PT (C}_2\text{)} : (x + R_{\min} + k_1(R_{\max} - R_{\min}))^2 + (y - H_1)^2 = L_v^2 \quad (1)$$

$$\text{PT đường tròn (A ; L}_c\text{)} : x^2 + y^2 = L_c^2 \quad (2)$$

Tọa độ giao điểm D<sub>2</sub> là nghiệm hệ 
$$\begin{cases} (1) \\ (2) \\ y > H_1 \\ x < 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} [R_{\min} + K_1(R_{\max} - R_{\min})]^2 + 2x(R_{\min} + K_1(R_{\max} - R_{\min})) - 2yH_1 + H_1^2 = L_v^2 - L_c^2 \\ x^2 + y^2 = L_c^2 \\ y > H_1 \\ x < 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} a^2 + 2ax - 2yH_1 + H_1^2 = L_v^2 - L_c^2 \\ x^2 + y^2 = L_c^2 \\ y > H_1 \\ x < 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} y = \frac{a^2 + 2ax + H_1^2 - L_v^2 + L_c^2}{2H_1} \\ x^2 + \left( \frac{a^2 + 2ax + H_1^2 - L_v^2 + L_c^2}{2H_1} \right)^2 = L_c^2 \\ y > H_1 \\ x < 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} y = \frac{a^2 + 2ax + H_1^2 - L_v^2 + L_c^2}{2H_1} \\ x^2 + \left( \frac{a}{H_1} \right)^2 x^2 + 2 \frac{a}{H_1} \left( \frac{a^2 + H_1^2 - L_v^2 + L_c^2}{2H_1} \right) x + \left( \frac{a^2 + H_1^2 - L_v^2 + L_c^2}{2H_1} \right)^2 - L_c^2 = 0 \\ y > H_1 \\ x < 0 \end{cases}$$

Giải hệ xác định được  $D_2(x_{D_2}, y_{D_2})$

$$\text{- Khi đó có: } \begin{cases} D_1(-L_c \cos \varphi_1, L_c \sin \varphi_1) ; C_1(-R_{\max}, H_1) \\ D_2(x_{D_2}, y_{D_2}) ; C_2(-[R_{\min} + K_1(R_{\max} - R_{\min})], H_1) \\ D_3(-L_c \cos \varphi_3; L_c \sin \varphi_1) ; C_3(-R_{\min}, H_2) \end{cases}$$

**\* Xác định  $E_1, E_2, E_3$ :**

$$\text{- } E_1, E_2, E_3 \text{ được xác định theo điều kiện: } \begin{cases} k_2 \overrightarrow{C_1 D_1} = \overrightarrow{D_1 E_1} \\ k_2 \overrightarrow{C_2 D_2} = \overrightarrow{D_2 E_2} \\ k_2 \overrightarrow{C_3 D_3} = \overrightarrow{D_3 E_3} \end{cases}$$

Tìm  $E_1, E_2, E_3$

$$\text{Có } \overrightarrow{C_1 D_1} = (L_c \cos \varphi_1 + R_{\max}; L_c \sin \varphi_1 - H_1)$$

$$\overrightarrow{D_1E_1} = (x_{E_1} + L_c \cos \varphi_1; y_{E_1} - L_c \sin \varphi_1)$$

Từ  $k_2 \overrightarrow{C_1D_1} = \overrightarrow{D_1E_1}$  có :

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x_{E_1} = k_2(-L_c \cos \varphi_1 + R_{\max}) - L_c \cos \varphi_1 \\ y_{E_1} = L_c \sin \varphi_1 + k_2(L_c \sin \varphi_1 - H_1) \end{cases}$$

$$* \overrightarrow{C_2D_2} = (x_{D_2} + R_{\min} + k_1(R_{\max} - R_{\min}); (y_{D_2} - H_1))$$

$$\overrightarrow{D_2E_2} = (x_{E_2} - x_{D_2}; y_{E_2} - y_{D_2})$$

Từ  $k_2 \overrightarrow{C_2D_2} = \overrightarrow{D_2E_2}$  có  $\begin{cases} x_{E_2} - x_{D_2} = k_2(x_{D_2} + R_{\min} + k_1(R_{\max} - R_{\min})) \\ y_{E_2} - y_{D_2} = k_2(y_{D_2} - H_1) \end{cases}$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x_{E_2} = x_{D_2} + k_2(x_{D_2} + R_{\min} + k_1(R_{\max} - R_{\min})) \\ y_{E_2} = y_{D_2} + k_2(y_{D_2} - H_1) \end{cases}$$

$$* \overrightarrow{C_3D_3} = (-L_c \cos \varphi_3 + R_{\min}; L_c \sin \varphi_3 - H_1)$$

$$\overrightarrow{D_3E_3} = (x_{E_3} + L_c \cos \varphi_3 + R_{\min}; y_{E_3} - L_c \sin \varphi_3)$$

Từ  $\overrightarrow{D_3E_3} = k_2 \overrightarrow{C_3D_3}$  có :  $\begin{cases} x_{E_3} + L_c \cos \varphi_3 = k_2(-L_c \cos \varphi_3 + R_{\min}) \\ y_{E_3} - L_c \sin \varphi_3 = k_2(L_c \sin \varphi_3 - H_1) \end{cases}$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x_{E_3} = -L_c \cos \varphi_3 + k_2(-L_c \cos \varphi_3 + R_{\min}) \\ y_{E_3} = L_c \sin \varphi_3 + k_2(L_c \sin \varphi_3 - H_1) \end{cases}$$

**\* Xác định điểm chột giằng cần B:**

- Điểm B là tâm đường tròn ngoại tiếp tam giác  $\Delta E_1E_2E_3$

$$- \text{Có : } \begin{cases} BE_1^2 = BE_2^2 \\ BE_1^2 = BE_3^2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} (x_B - x_{E_1})^2 + (y_B - y_{E_1})^2 = (x_B - x_{E_2})^2 + (y_B - y_{E_2})^2 \\ (x_B - x_{E_1})^2 + (y_B - y_{E_1})^2 = (x_B - x_{E_3})^2 + (y_B - y_{E_3})^2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} -2x_B x_{E_1} - 2y_B y_{E_1} + x_{E_1}^2 + y_{E_1}^2 = -2x_B x_{E_2} - 2y_B y_{E_2} + x_{E_2}^2 + y_{E_2}^2 \\ -2x_B x_{E_1} - 2y_B y_{E_1} + x_{E_1}^2 + y_{E_1}^2 = -2x_B x_{E_3} - 2y_B y_{E_3} + x_{E_3}^2 + y_{E_3}^2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} (-2x_{E_1} + 2x_{E_2})x_B + (-2y_{E_1} + 2y_{E_2})y_B = x_{E_2}^2 + y_{E_2}^2 - x_{E_1}^2 - y_{E_1}^2 \\ (-2x_{E_1} + 2x_{E_3})x_B + (-2y_{E_1} + 2y_{E_3})y_B = x_{E_3}^2 + y_{E_3}^2 - x_{E_1}^2 - y_{E_1}^2 \end{cases}$$

Giải hệ ta được:  $B(x_B, y_B)$

**c. Xây dựng phương trình quỹ đạo đầu vôi  $C_i$ :**

\* Xác định góc  $\varphi_i$ , các thông số kích thước,  $A(0,0)$ ;  $B(x_B, y_B)$ ;  $L_c, L_v, a, b$ .

\*  $D_i = (-L_c \cos \varphi_i, L_c \sin \varphi_i) \Rightarrow (D_i, a) = (x + L_c \cos \varphi_i)^2 + (y - L_c \sin \varphi_i)^2 = a^2$

\* Lập phương trình đường tròn  $(B, b)$

$$(x - x_B)^2 + (y - y_B)^2 = b^2$$

\* Tìm điểm  $E_i$  trên  $(B, b)$  sao cho:

$$\begin{cases} E_i D_i = a \Rightarrow E_i = (D_i, a) \cap (B, b) \\ y_{E_i} > y_{D_i} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} (x + L_c \sin \varphi_i)^2 + (y - L_c \sin \varphi_i)^2 = a^2 \\ (x - x_B)^2 + (y - y_B)^2 = b^2 \\ y > L_c \sin \varphi_i \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x^2 + 2xL_c \cos \varphi_i + (L_c \cos \varphi_i)^2 + y^2 - 2yL_c \sin \varphi_i + (L_c \sin \varphi_i)^2 = a^2 \\ x^2 - 2xx_B + x_B^2 + y^2 - 2yy_B + y_B^2 = b^2 \\ y > L_c \sin \varphi_i \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 2(L_c \cos \varphi_i + x_B)x + 2(y_B - L_c \sin \varphi_i)y + (L_c \cos \varphi_i)^2 + (L_c \sin \varphi_i)^2 - x_B^2 - y_B^2 = a^2 - b^2 \\ x^2 - 2xx_B + x_B^2 + y^2 - 2yy_B + y_B^2 = b^2 \\ y > L_c \sin \varphi_i \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} y = \frac{a^2 - b^2 - 2(L_c \cos \varphi_i + x_B)x - (L_c \cos \varphi_i)^2 - (L_c \sin \varphi_i)^2}{2(y_B - L_c \sin \varphi_i)} \\ x^2 = 2xx_B + x_B^2 - 2 \\ y > L_c \sin \varphi_i \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y = \frac{-2(L_c \cos \varphi_i + x_B)}{2(y_B - L_c \sin \varphi_i)}x + \left( \frac{a^2 - b^2 - (L_c \cos \varphi_i)^2 - (L_c \sin \varphi_i)^2}{2(y_B - L_c \sin \varphi_i)} \right) \\ x^2 - 2xx_B + x_B^2 + \left[ \frac{-2(L_c \cos \varphi_i + x_B)}{2(y_B - L_c \sin \varphi_i)}x + \left( \frac{a^2 - b^2 - (L_c \cos \varphi_i)^2 - (L_c \sin \varphi_i)^2}{2(y_B - L_c \sin \varphi_i)} \right) \right]^2 \\ - 2 \left[ \frac{-2(L_c \cos \varphi_i + x_B)}{2(y_B - L_c \sin \varphi_i)}x + \left( \frac{a^2 - b^2 - (L_c \cos \varphi_i)^2 - (L_c \sin \varphi_i)^2}{2(y_B - L_c \sin \varphi_i)} \right) \right] y_B + y_B^2 = b^2 \\ y > L_c \sin \varphi_i \end{cases}$$

Giải hệ ta được:  $E_i(x, y)$  là tọa độ điểm đuôi vôi.

\* Xác định tọa độ đầu vôi  $C_i(x_C, y_C)$ :

- Có:  $+D_i = (-L_c \cos \varphi_i, L_c \sin \varphi_i)$  ;  $C_i(x_C, y_C)$

$$+ K_2 \overrightarrow{C_i D_i} = \overrightarrow{D_i E_i}$$

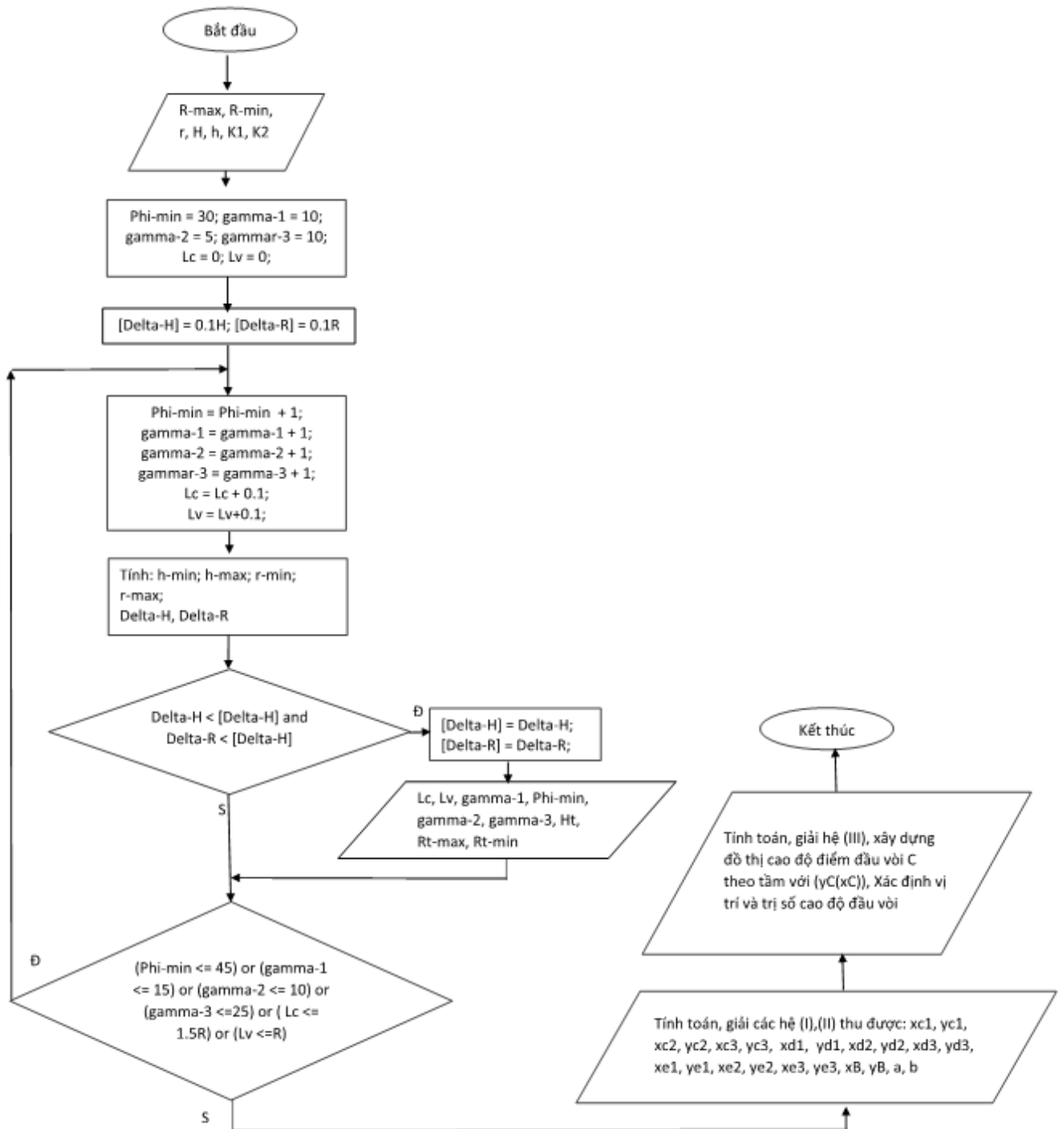
$$\Rightarrow \begin{cases} (-L_i \cos \varphi_i - x_C) = K_3(X_E + L_C \cos \varphi_i) \\ (L_i \sin \varphi_i - y_C) = K_3(X_E - L_C \sin \varphi_i) \\ K_3 = 1 / K_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_C = -K_3(x + L_C \cos \varphi_i) - L_i \cos \varphi_i \\ y_C = -K_3(x - L_C \sin \varphi_i) - L_i \sin \varphi_i \end{cases}$$





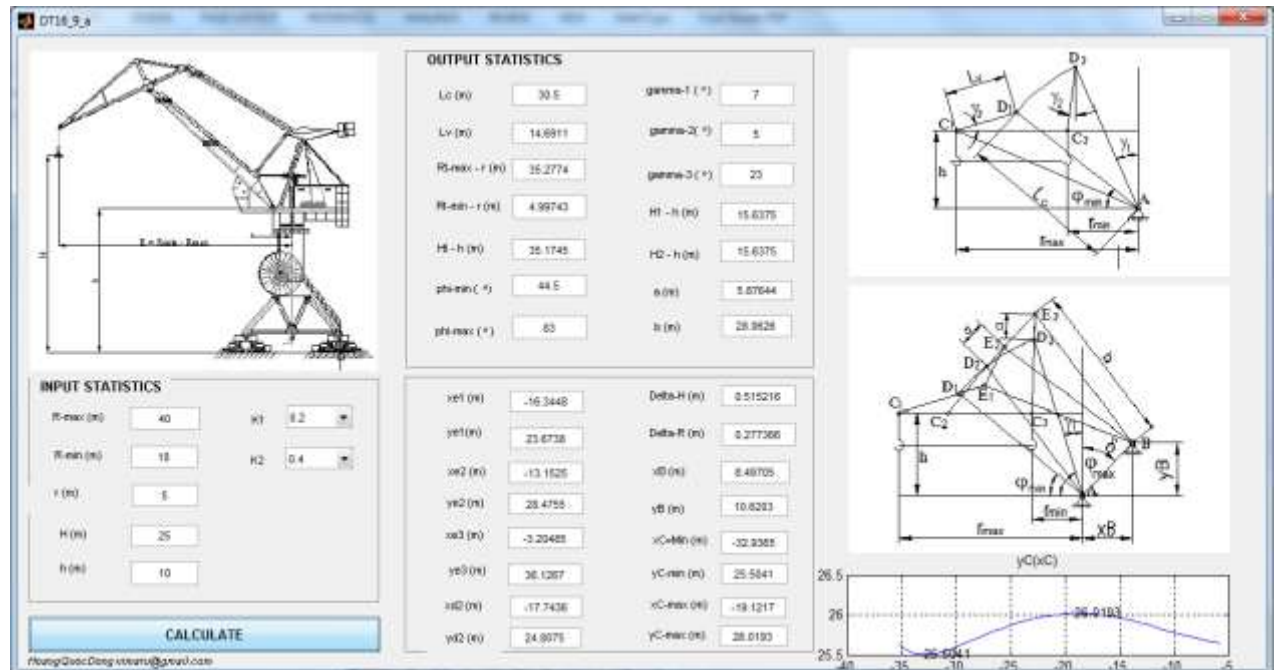
### 3.3 Lưu đồ thuật toán



3.3 Lưu đồ thuật toán

### 3.4 Giao diện chương trình, ví dụ áp dụng, đối chiếu kết quả với cách tính toán thông thường

#### 3.4.1 Giao diện chương trình



Hình 3.4 Giao diện của chương trình

\* Chương trình có giao diện chính (Hình 3.4), bao gồm:

- INPUT STATISTICS: Các thông số đầu vào:

+ R-max: Tầm với lớn nhất của cần trục;

+ R-min: Tầm với nhỏ nhất của cần trục;

+ r: Khoảng cách từ tâm quay tới vị trí chốt đuôi cần;

+ H: Chiều cao nâng; h: Chiều cao từ mặt ray cần trục đến chốt đuôi cần;

+  $k_1 = C_1 C_2 / C_1 C_3$ : hệ số phụ thuộc vào vị trí lấy điểm C2.

+  $k_2 = a / L_v$ : Tỷ lệ giữa chiều dài đuôi với và chiều dài với.

- OUTPUT STATISTICS: Các thông số đầu ra.

#### 3.4.2. Ví dụ áp dụng, và so sánh kết quả chương trình với tính toán truyền thống:

### 3.4.2.1. Yêu cầu:

\* Cho một hệ cần khâu khớp có các thông số chính:

+  $R_{\text{max}} = 35$  (m);

+  $R_{\text{min}} = 10$  (m) ;

+  $r = 5$  (m) ;

+  $H = 22$  (m) ;

+  $h = 12$  (m) ;

+  $k_1 = 0,2$ ;

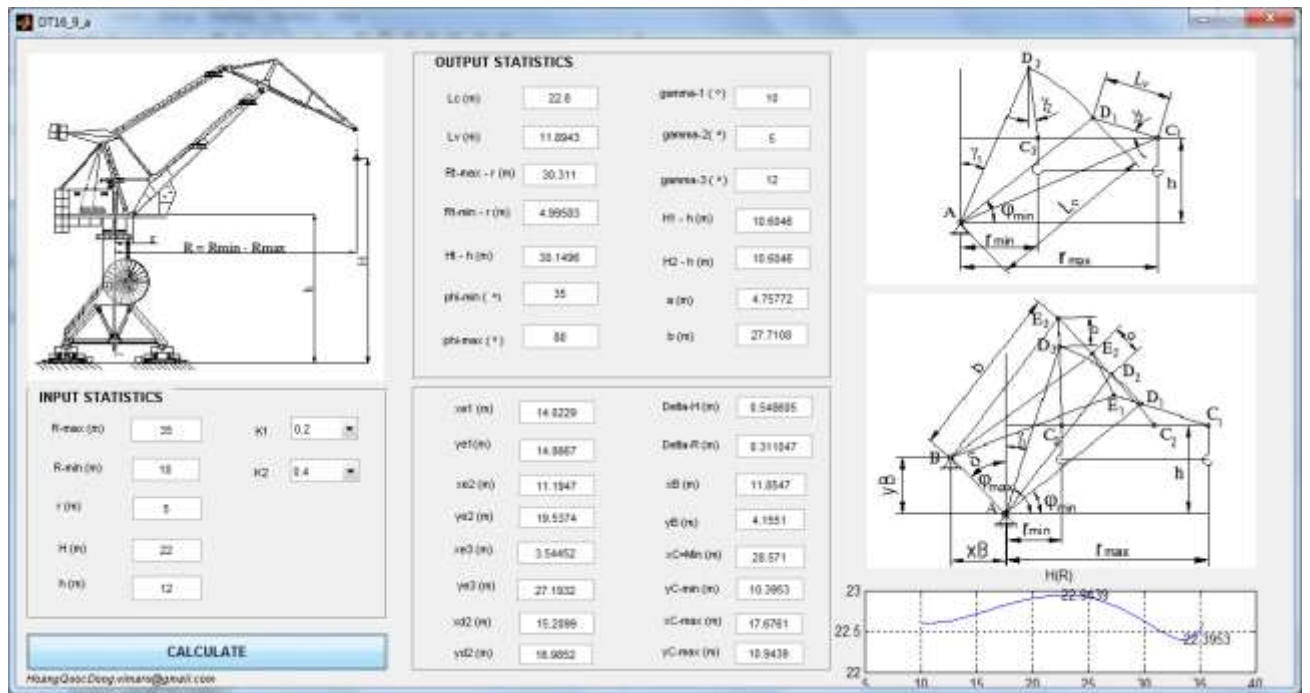
+  $k_2 = 0,4$ .

\* Xác định các thông số cơ bản của hệ cần.

### 3.4.2.2. Tính toán bằng chương trình:

The screenshot shows a software application window titled "DT18\_3\_4". On the left, there is a schematic diagram of a crane with various dimensions labeled. The main area of the window is divided into several input and output fields. The "INPUT STATISTICS" section includes fields for  $R_{\text{max}}$  (35),  $R_{\text{min}}$  (10),  $r$  (5),  $H$  (22),  $h$  (12),  $k_1$  (0.2), and  $k_2$  (0.4). The "OUTPUT STATISTICS" section contains fields for  $L_c$ ,  $L_v$ ,  $R_{\text{max}} - r$ ,  $R_{\text{min}} - r$ ,  $H - h$ ,  $\phi_{\text{min}}$ ,  $\phi_{\text{max}}$ ,  $\gamma_{\text{max-1}}$ ,  $\gamma_{\text{max-2}}$ ,  $\gamma_{\text{max-3}}$ ,  $H_1 - h$ ,  $H_2 - h$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $x_{el}$ ,  $y_{el}$ ,  $x_{e2}$ ,  $y_{e2}$ ,  $x_{e3}$ ,  $y_{e3}$ ,  $x_{e2}$ ,  $y_{e2}$ ,  $x_{e3}$ ,  $y_{e3}$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta R$ ,  $x_B$ ,  $y_B$ ,  $x_{C-\text{min}}$ ,  $y_{C-\text{min}}$ ,  $x_{C-\text{max}}$ , and  $y_{C-\text{max}}$ . A "CALCULATE" button is located at the bottom left of the input section. A small text at the bottom left of the window reads "HuongGiaoDong.ninh@gmail.com".

Hình 3.5 Nhập các thông số đầu vào



Hình 3.6 Kết quả tính toán

### 3.4.2.3. Tính toán sơ bộ các thông số kích thước hệ cân bằng phương pháp họa đồ để kiểm nghiệm độ chính xác của chương trình tính toán

\* **Bước 1:** Xác định chiều cần  $L_c$  và chiều dài đầu vòi  $L_v$  và các góc  $\varphi_{\min} = 30 \div 45$ ,  $\gamma_1 = 5 \div 10^0$ ,  $\gamma_2 = 5 \div 10^0$ ,  $\gamma_3 = 10 \div 25^0$  bằng phương pháp thử, xây dựng trên họa đồ, sao cho:

+ Ở tầm với lớn nhất và nhỏ nhất đầu vòi có cùng cao độ;

+  $h \geq [h]$ ,  $r_{\min} \leq [r_{\min}]$  và  $r_{\max} \geq [r_{\max}]$ ;

+ Ở vị trí xa nhất vòi không nằm ngang và ở vị trí gần nhất vòi không thẳng đứng.

- Do việc sử dụng phương pháp thử để chọn các thông số mất nhiều thời gian, mặt khác để thuận tiện cho việc kiểm nghiệm, nên dựa trên kết quả của chương trình, ta chọn:

+  $L_c = 22.8$ ;

+  $L_v = 11,894$ ;

+  $\varphi_{\min} = 35^0$ ;

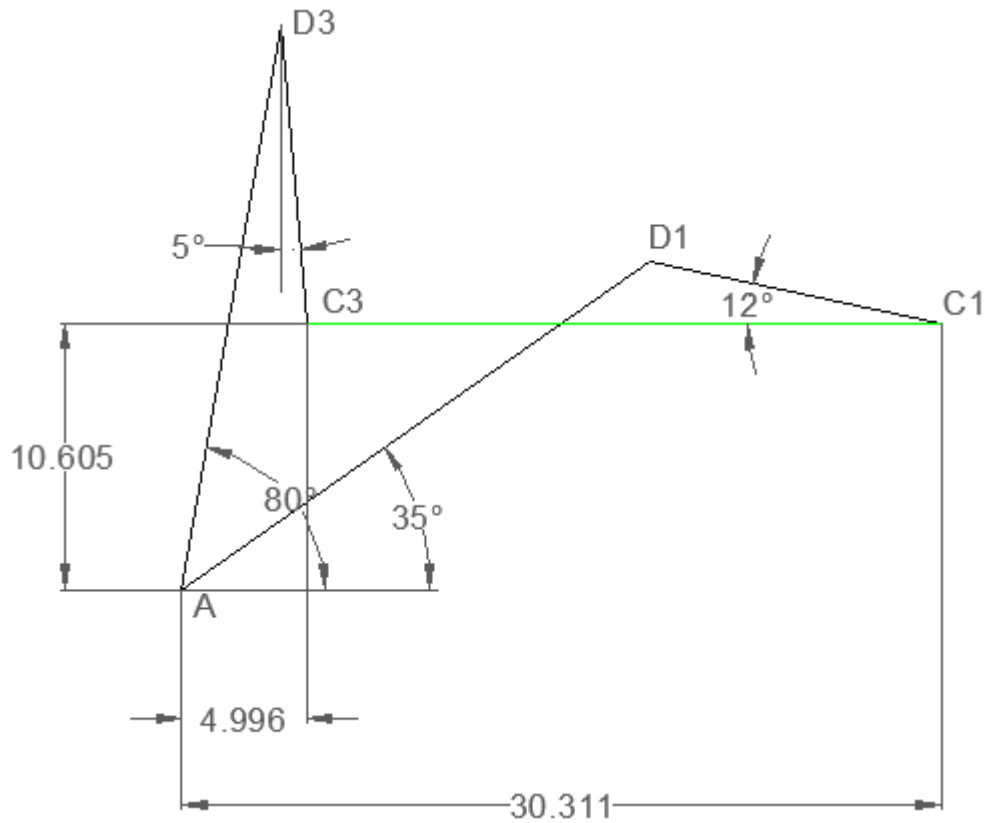
+  $\varphi_{\max} = 80^0$ ;

$$+ \gamma_1 = 10^\circ;$$

$$+ \gamma_2 = 5^\circ;$$

$$+ \gamma_3 = 12^\circ$$

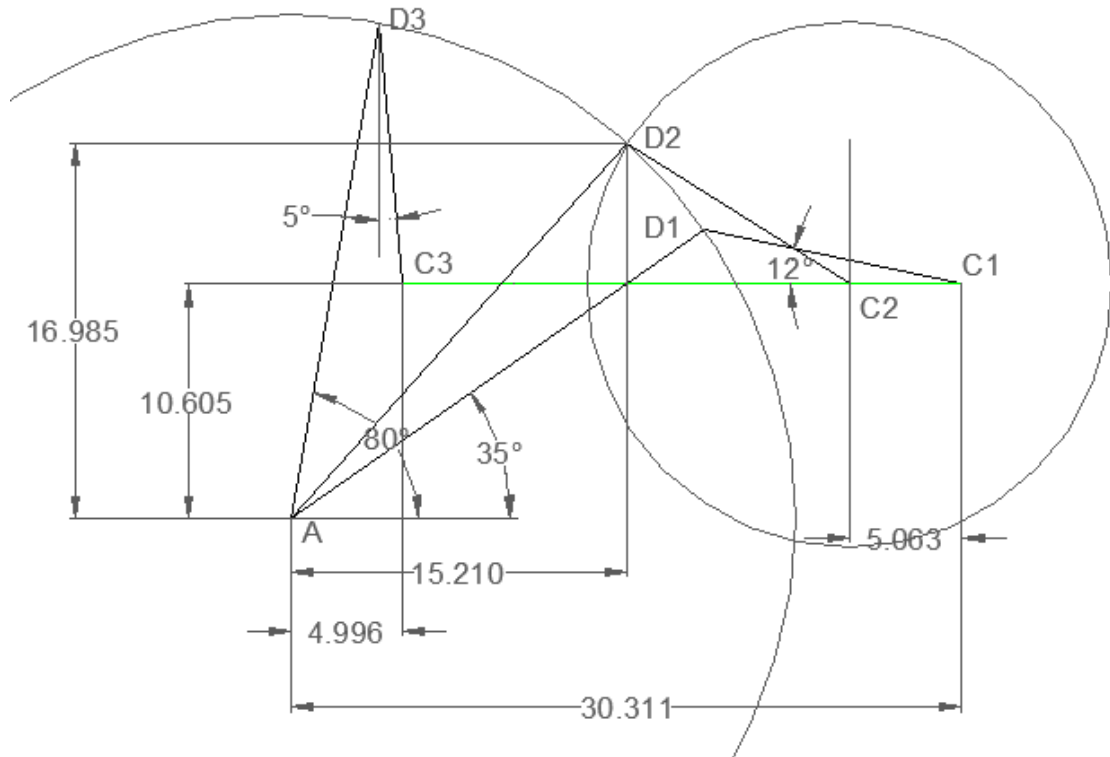
- Xây dựng họa đồ hệ cần, ta thấy các số liệu thu được về tầm với lớn nhất, nhỏ nhất, chiều cao thực trùng khớp với kết quả tính toán bằng chương trình.



Hình 3.7 Xác định  $L_c$ ,  $L_v$ , và các góc.

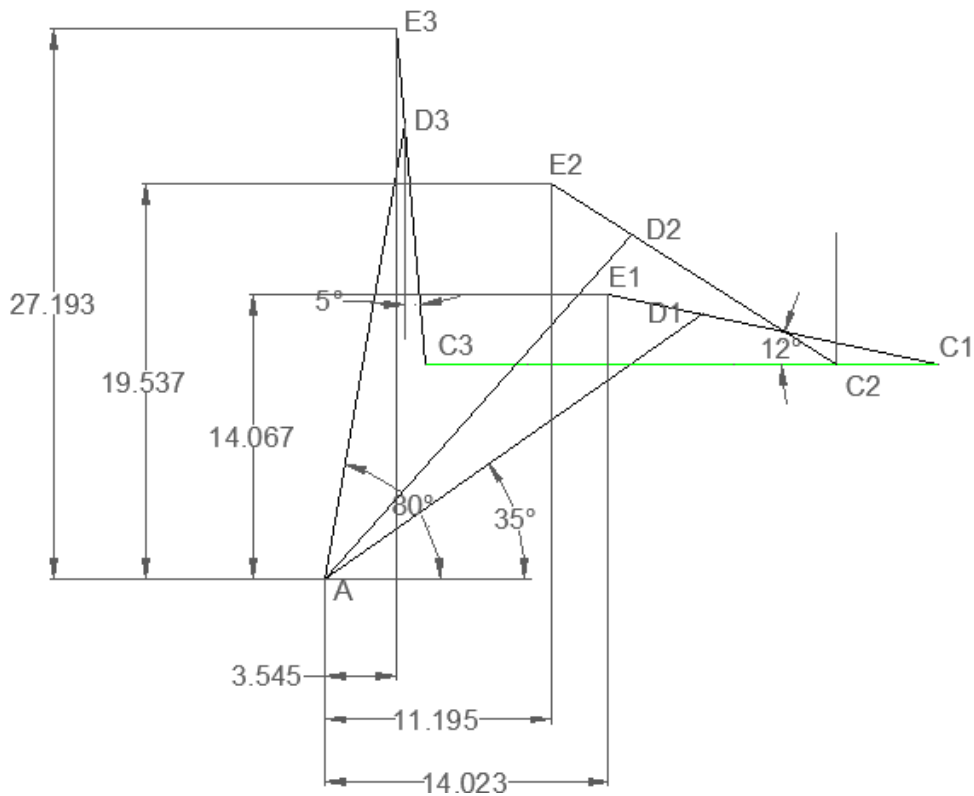
\* **Bước 2:** Xác định chiều dài đuôi voi và vị trí cố định giằng bằng phương pháp họa đồ:

- Xác định vị trí C2, D2, với  $K_1 = 0.2$ :



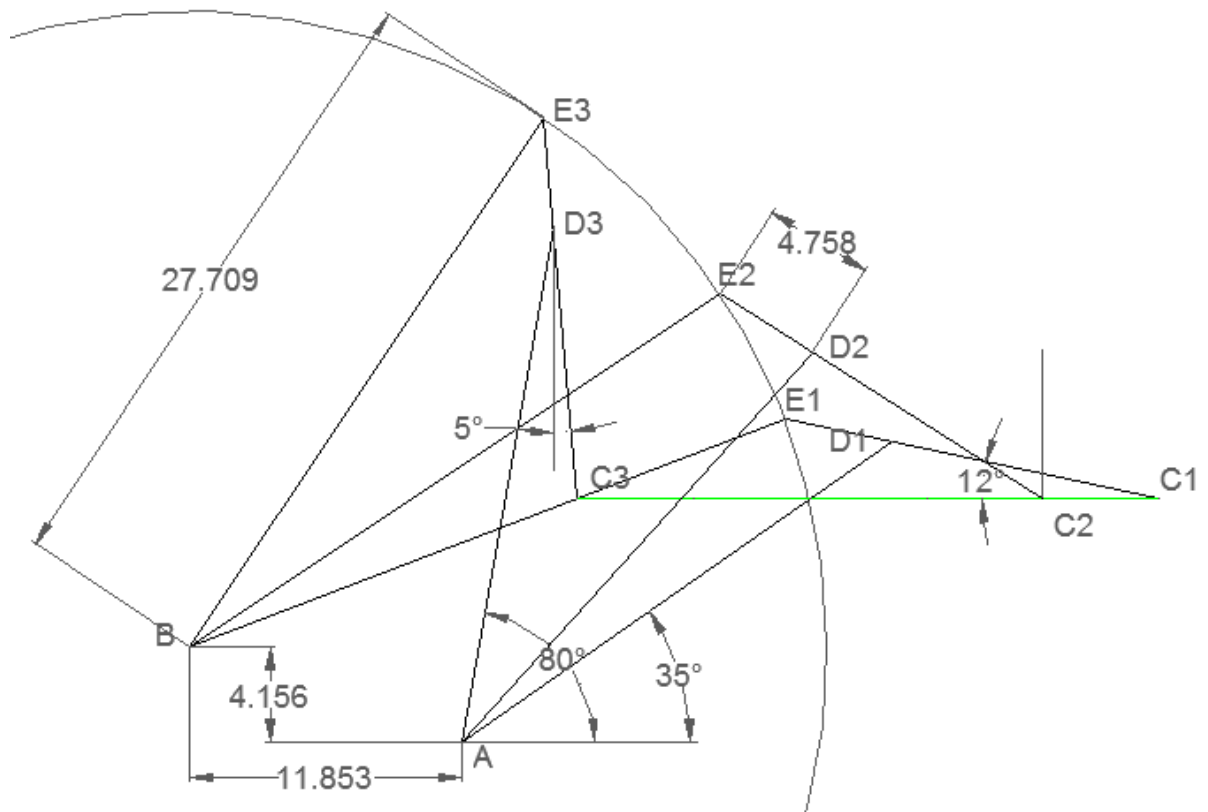
Hình 3.8 Xây dựng họa đồ xác định  $C_2, D_2$ .

- Xác định vị trí  $E_1, E_2, E_3$ , với  $K_2 = 0.4$ :



Hình 3.9 Xây dựng họa đồ xác định  $E_1, E_2, E_3$ .

- Xác định vị trí B:

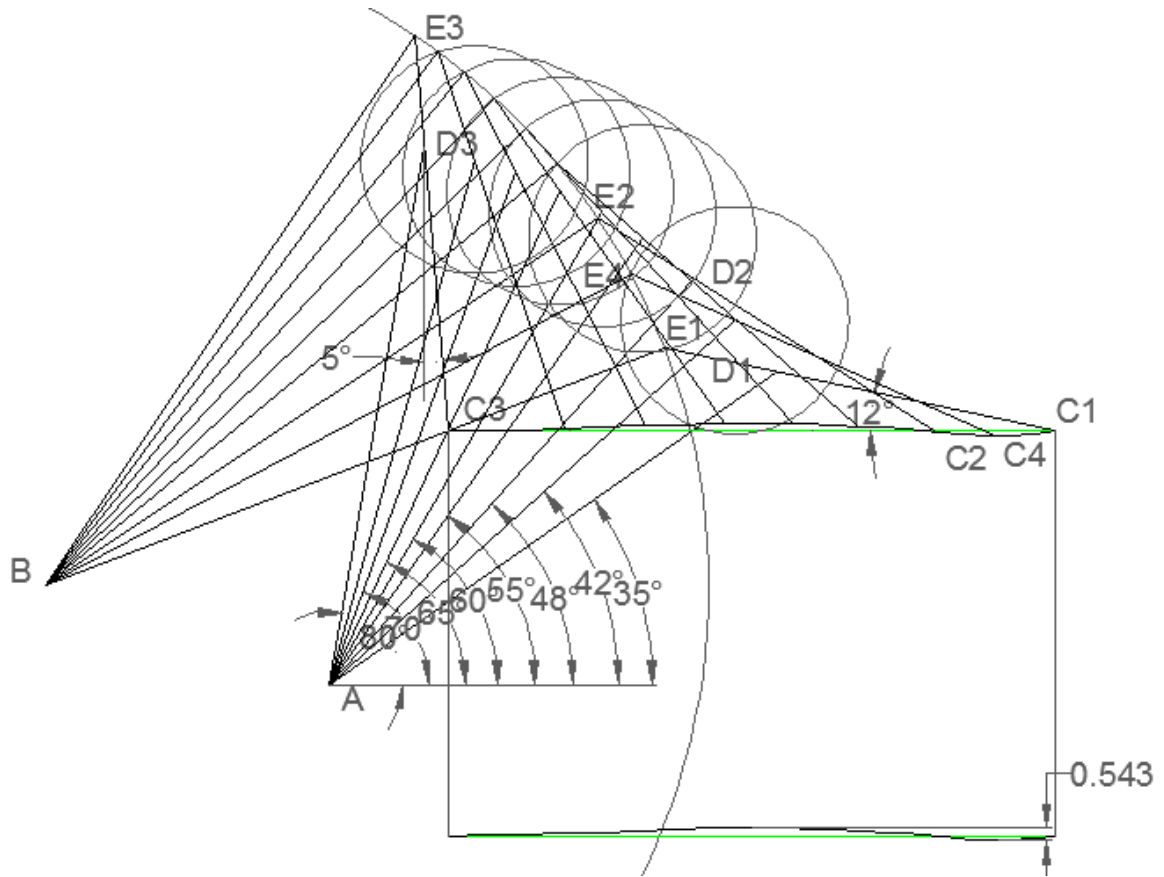


Hình 3.10 Xây dựng họa đồ xác định B.

- Xây dựng quỹ đạo chuyển động của đầu vôi và kiểm tra điều kiện đảm bảo độ chênh lệch cao độ lớn nhất của hàng khi thay đổi tâm với:  $\Delta h \geq [\Delta h] = 0.1H$ . Ta thấy:

$$\Delta h = 0.543(m) < [\Delta h] = 0.1H = 2,2(m) \text{ (thỏa mãn)}$$





Hình 3.11 Xây dựng họa đồ quỹ đạo chuyển động của điểm đầu vòì C.

3.4.2.4. So sánh kết quả tính toán bằng chương trình và tính toán bằng phương pháp truyền thống:

- Nhận xét:

+ Sự chênh lệch kết quả các thông số kích thước của hệ cần tính toán bằng họa đồ (3.4.2.3) và tính toán bằng chương trình (ví dụ 3.4.2.2) không vượt quá 3% . Sai số này phải kể đến sai số do làm tròn trong tính toán (tính toán bằng chương trình), nhỏ hơn nhiều so với sai số khi dựng hình trong Autocad (lỗi do truy bắt điểm không chính xác) ( khi xác định các kích thước bằng họa đồ).

+ Khi tính toán cho hệ cần bằng họa đồ, dùng phương pháp thử để đảm bảo các điều kiện trong “Bước 1” mục 3.4.2.2 thì công việc tính toán mất nhiều thời gian, nhưng tính chính xác khó đảm bảo.

### 3.5. Đối chiếu thông số tính toán được bằng chương trình với thông số của cần trục đang được sử dụng trong thực tiễn

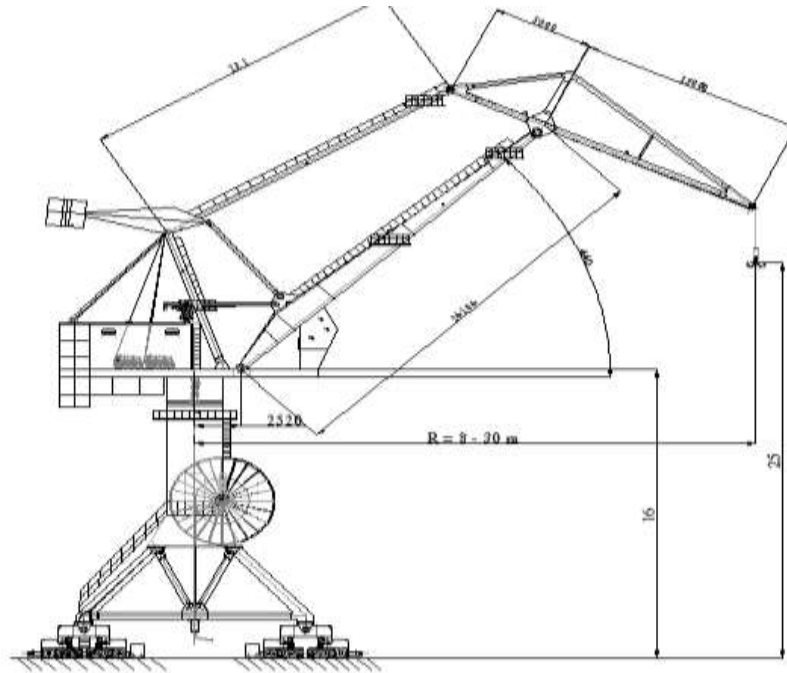
*\*Cần trục chân đế Tukan 40T (Hình 3.12) cảng Hoàng Diệu có các thông số kỹ thuật:*

- Sức nâng:  $Q = 40T$ ;
- Tầm với lớn nhất: 30 m;
- Tầm với nhỏ nhất: 8 m;
- $r = 2.5$  m;
- Chiều cao nâng hàng: 25 m;
- Khoảng cách từ mặt ray đến chốt đuôi cần: 16 m.



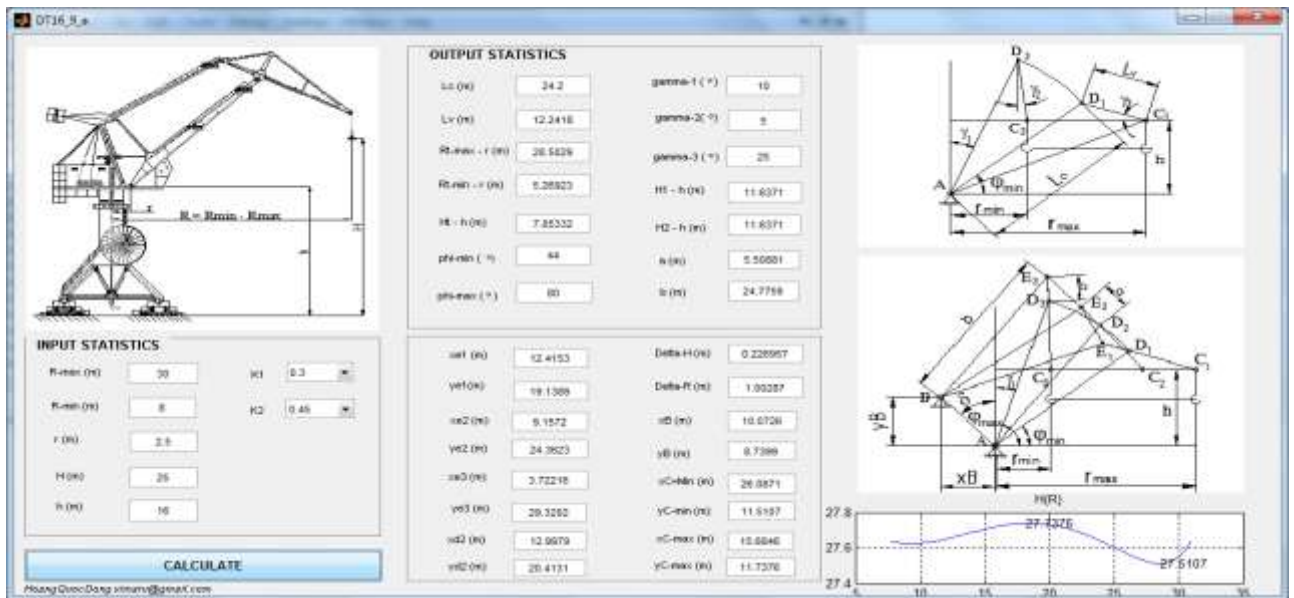
*Hình 3.12 Cần trục chân đế Tukan tại cảng Hoàng Diệu*

*\* Các thông số cơ bản của hệ cần lấy theo hồ sơ cần trục, cho trong hình 3.13:*



Hình 3.13 Các thông số cần trục Tukan

\* Tính toán hệ cân bằng chương trình, với thông số đầu vào là các thông số kỹ thuật của cần trục Tukan:



Hình 3.14 Các thông số tính toán bằng chương trình

\* Nhận xét: Sự chênh lệch kết quả khi tính toán bằng hai phương pháp là không đáng kể.

## KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

- Đề tài đã trình bày được cơ sở lý thuyết tính toán và chuyển bài toán hóa đồ sang bài toán hình học giải tích, từ đó xây dựng chương trình tự động tính toán các thông số cơ bản của hệ cần cân bằng kiểu bốn khâu bản lề.
- Chương trình không những cho phép rút ngắn thời gian tính toán thiết kế mà còn cho kết quả chính xác hơn phương pháp truyền thống.
- Chương trình có giao diện thân thiện, kết quả khá chi tiết, trực quan, đặc biệt là xây dựng được quỹ đạo chuyển động của hàng (biểu thị được mối quan hệ giữa cao độ của hàng theo tâm với), nên có thể sử dụng như một giáo cụ kèm theo các bài giảng điện tử để tăng tính trực quan trong công tác giảng dạy. Mặt khác, điều này cũng có ý nghĩa lớn trong vận hành khai thác, hoặc khi tính toán về mặt động học, động lực học và điều khiển cần trục.
- Chương trình chủ yếu tính toán các thông số cơ bản của hệ cần mà chưa xét tới các yếu tố khác như kết cấu thép, giá đỡ chữ A, cơ cấu..., bởi vậy hướng phát triển tiếp theo của đề tài là xây dựng một chương trình tự động tính toán thiết kế cho cơ cấu và hệ cần này một cách hoàn chỉnh.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### TIẾNG VIỆT

1. Trương Quốc Thành, Phạm Quang Dũng (1999), Máy và thiết bị nâng, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật
2. Huỳnh Văn Hoàng, Đào Trọng Thường (1975), *Tính toán máy trục*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật.
3. Th.s Phạm Đức (1997), *Tính toán máy nâng chuyển*, Trường Đại Học Hàng Hải.
4. PGS.TS. Trần Văn Chiên (2012), *Bài giảng Máy trục*, Trường Đại Học Hàng Hải.
5. PGS.TS. Đào Ngọc Biên (2008), *Thiết kế môn học Chi tiết máy*, Nhà xuất bản Hải Phòng, Hải phòng.
6. PGS.TS. Đào Ngọc Biên (2011), *Bài tập cơ sở thiết kế máy và chi tiết máy*, Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội.
7. *Bài giảng Máy nâng chuyển*, Đại học Bách Khoa Đà Nẵng, Đại Học Thái Nguyên
8. Trịnh Chất, Trịnh Đồng Tính (2005), *Tự Động hóa thiết kế cơ khí*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
9. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển (2008), *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí*, tập 1 và 2, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
10. Vũ Cao Đàm (2003), *Phương pháp luận nghiên cứu khoa học*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
11. Bùi Quốc Bình, Hoàng Xuân Bình (2006), *Trang bị điện- Điện tử cầu trục và Cầu trục*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
12. Guide (2000), *Thủ thuật tạo đối tượng trong Visual Basic*, Nhà xuất bản thống kê
13. Đỗ Xuân Lôi (2006), *Cấu trúc dữ liệu và giải thuật*, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia Hà Nội.
14. Lê Hữu Đạt (2000), *Các kỹ xảo lập trình với Microsoft Visual basic & Borland Delphi*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
15. Đặng Quang Thanh (2006), *Tin học đại cương*, Trường Đại Học Hàng Hải
16. Bùi Quốc Khánh, Hoàng Xuân Bình (2001), *Trang bị điện, điện tử Cầu trục & Cầu Trục*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật
17. An Hiệp, Trần Vĩnh Hưng (2004), *Autodesk Inventor - Phần Mềm Thiết Kế Công Nghiệp*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, Hà Nội.
18. Nguyễn Hữu Lộc (2007), *Mô hình hóa sản phẩm cơ khí với Autodesk Inventor*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, Tp. Hồ Chí Minh.

19. Nguyễn Hữu Lộc (2006), *Thiết Kế Sản Phẩm Với Autodesk Inventor*, Nhà xuất bản Tổng Hợp TP. Hồ Chí Minh, Tp. Hồ Chí Minh.
20. Ngô Văn Quyết (2006), *Tự động hóa tính toán thiết kế chi tiết máy*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, Hà Nội.
21. Thái Duy Quý (2007) *Lập trình giao diện*.

#### **TIẾNG ANH**

22. J.S. Park University of Incheon (2015) *MATLAB GUI (Graphical User Interface) Tutorial for Beginners*
23. The MathWorks (2014) *MATLAB® Creating Graphical User Interfaces*

#### **WEBSITE**

24. <http://www.etd-crane.com/>
25. <http://vi.wikipedia.org/wiki/Matlab>
26. <http://www.caulacbovb.com/forum/viewforum.php?f=19> Viet.html, truy cập 9/2012.
27. <http://laptrinh-vn.blogspot.com/2009/10/thu-thuat-nho-trong-vb-p10.html>
28. [http://www.cranessoftware.com/company/press\\_releases.php?id=101](http://www.cranessoftware.com/company/press_releases.php?id=101)
29. [www.mathworks.com/sales\\_and\\_services](http://www.mathworks.com/sales_and_services)
30. [www.mathworks.com/matlabcentral](http://www.mathworks.com/matlabcentral)
31. [www.mathworks.com/support/contact\\_us](http://www.mathworks.com/support/contact_us)