

## NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ĐÁP ỨNG BỘ TRỢ LỰC CƠ KHÍ – THỦY LỰC TRONG HỆ THỐNG THOÁT HIỂM CCD (CABIN-CÁP-ĐU TRƯỢT)

PHAN CHÍ CHÍNH, HỒ HỮU THÁI

Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh,  
phanchichinh@iuh.edu.vn

**Tóm tắt:** Bài báo này nghiên cứu và giải quyết kết cấu bộ trợ lực Cơ khí kết hợp Thủy lực trong hệ thống thoát hiểm Cabin - Cáp - Đu trượt (hệ thống CCD) cho các tòa nhà cao tầng ở Trường Đại học Công nghiệp TP. HCM (IUH). Nghiên cứu này đã kết hợp kết quả nghiên cứu về trợ lực bằng Cơ khí phát triển với hiệu ứng tiết lưu trong thủy lực. Các kết quả của nghiên cứu này chứng tỏ khả năng đạt được vận tốc hạ tải tới hạn để đảm bảo an toàn khi thoát hiểm.

**Từ khóa:** hệ thống CCD, hiệu ứng tiết lưu, thủy lực, thoát hiểm cao tầng, trợ lực cơ khí.

### RESEARCH RESPONSIBILITY THE MECHANICAL – HYDRAULIC WEIGHT ASSIST STRUCTURE IN CABIN – CABLE – SLIDING SYSTEM (CCD SYSTEM)

**Abstract:** This study researches and resolves The Mechanical - Hydraulic Weight- Assist structure in Cabin – Cable – Sliding system (CCD system) exist system issues in high buildings in Industrial University of HOCHIMINH City (IUH). We have combined the results of the research on Mechanical Weight- Assist structure transmission with the throttle effect in hydraulics. The results of this study demonstrate the ability to achieve limit critical load to ensure safety when escaping.

**Keyword:** CCD system, throttle effect, hydraulic, escape high building, mechanical weight- assist

#### 1. GIỚI THIỆU

Đã có nhiều giải pháp để cứu hộ cho nhà cao tầng như ống tuột, dây thang, xe thang ... Tuy nhiên, các giải pháp này vẫn còn một số nhược điểm như đệm hơi, yêu cầu phải nhảy từ trên cao xuống gây tâm lý sợ hãi, dây thang và xe thang khó sử dụng trong trường hợp người bị nạn đã không còn bình tĩnh hoặc người tàn tật, già yếu khó di chuyển.

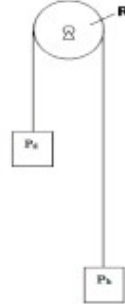
Trong khi đó, công tác cứu hộ còn nhiều hạn chế do “lực bất tòng tâm” như xe thang cứu hộ chỉ cứu hộ được đến tầng 17 (tương đương tòa nhà 53 m) nhưng không phải tòa nhà nào cũng tiếp cận được do xe có tải trọng hơn 50 tấn, khuôn khổ không nhiều hạ tầng đáp ứng được. Tình trạng kẹt đường triển miên tại TP.HCM và Hà Nội cũng khiến cho lực lượng chức năng chậm trễ trong việc đến hiện trường chữa cháy, cứu người. Theo giới quan sát, nếu xảy ra cháy lớn thì phần lớn nguyên nhân (đến 80%) là do ngạt khói; chết do hoảng loạn nhảy từ trên cao xuống; còn lại chết cháy, chết bỏng chỉ chiếm một phần nhỏ.

Bản thân tôi (Hồ Hữu Thái) là sinh viên và học viên cao học của trường từ những năm 2001 đến nay, tiếp xúc nhiều với ngôi trường ĐHCN TP. HCM nhìn thấy những nguy cơ khi có sự cố trên cao. Khi tiến hành tìm hiểu đề tài để chuẩn bị làm luận văn cho mình. Qua tham khảo những nguồn thông tin, tư liệu, tài liệu về thoát hiểm nhà cao tầng trong nước và nước ngoài và liên hệ đến đề tài “Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống Cabin – Cáp – Đu Trượt (Hệ thống CCD) thoát hiểm cho nhà cao tầng trường ĐH Công nghiệp Tp. HCM” do PGS.TS Phan Chí Chính chủ nhiệm, nội dung nghiên cứu này được đề xuất.

## 2. NỘI DUNG KHOA HỌC

### 2.1 Nguyên lý chuyển động của tang đối trọng

Mô hình tối giản của nguyên lý đối trọng xuất phát của ý tưởng “Bộ Trợ Lực” (BTL).



Hình 1: Sơ đồ tối giản nguyên lý đối trọng

$$P_h = P_{ng} + P_{DT} \quad (1)$$

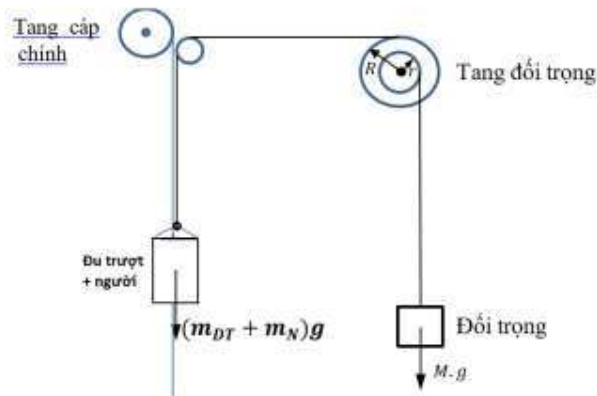
Trong đó:

- $P_h$  - là trọng lượng của đu trượt mang theo người (tối đa là 90 kg)
- $P_{DT}$  - là tự trọng của đu trượt (DT)
- $P_{ng}$  - là trọng lượng của người đứng trên đu trượt

Từ ý tưởng sử dụng hiệu ứng đối trọng có 3 phương án có thể được xét đến như sau:

- Phương án 1: Phương án kết cấu hoàn toàn sử dụng truyền động cơ khí bằng hệ thống bánh răng và tang cáp gọi là “Phương án BTLCK”
- Phương án 2: Phương án dùng tác dụng áp suất thủy lực và hiệu ứng Pascal gọi là “Phương án BTLTL”
- Phương án 3: Phương án kết hợp hệ thống truyền động cơ khí và hệ thống Thủy lực vào bộ trợ lực, gọi là Phương án “Bộ trợ lực Cơ khí – Thủy lực”.

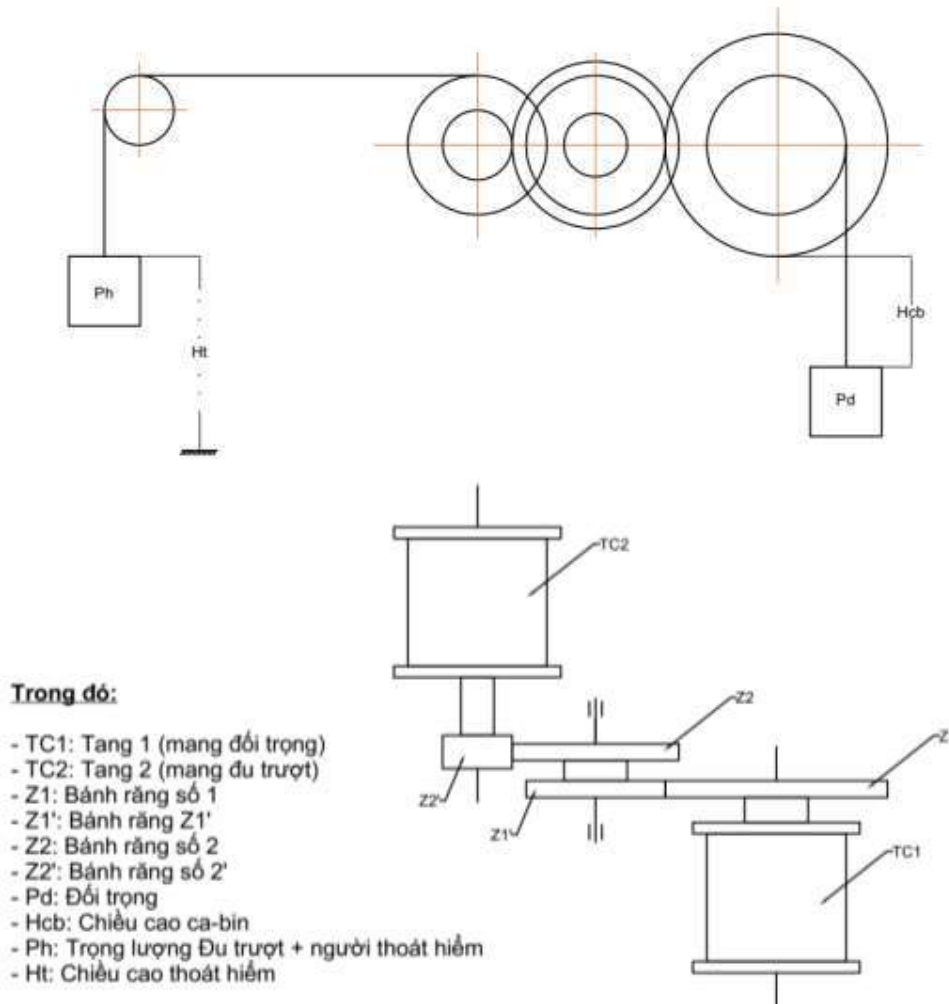
#### Phương án 1: Bộ trợ lực Cơ khí



Hình 2: Sơ đồ nguyên lý Bộ trợ lực Cơ khí

Trên hình 2, khối lượng Đu trượt + người ( $m_{DT}+m_N$ ) có mối liên hệ với Đối trọng ( $M.g$ ) theo tỷ lệ đúng bằng hệ số bán kính  $r$  và  $R$  trên tang đối trọng 2 bậc. Để đối trọng di chuyển 1 khoảng cách nhỏ hơn  $i$  lần so với Đu trượt và người thì khối lượng sẽ tỷ lệ nghịch  $i$  lần. Vì theo nguyên lý bảo toàn cơ năng (công của lực); khi quãng đường chuyển dời của lực giảm đi giả sử là 10 lần thì trọng lực của đối trọng cũng phải tăng 10 lần.

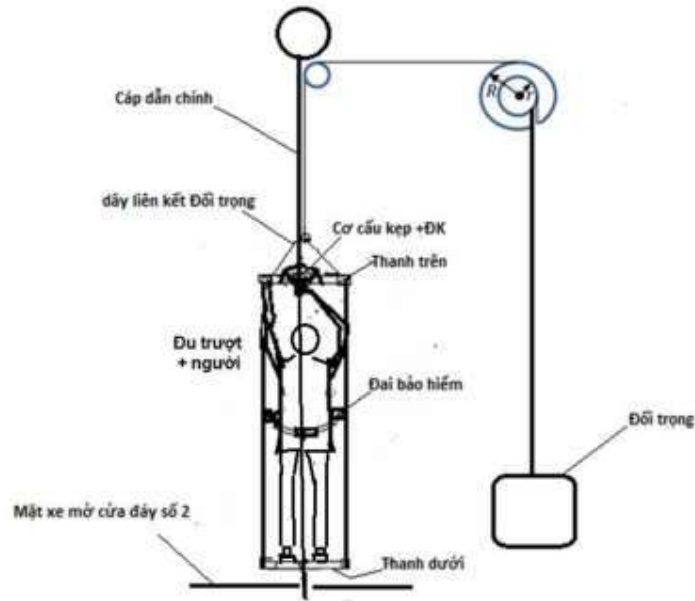
Chẳng hạn khối lượng Đu trượt ( $m_{DT}$ ) + người ( $m_N$ ) là  $P_h^* = m_{DT} + m_N = 45\text{kg}$  (gần tương đương 450 N) thì khối lượng phải gấp 10 lần,  $P_d = 450\text{ kg}$  ( $\sim 4500\text{N}$ ). Trọng lượng Đối trọng ( $P_d$ ) như thế vẫn còn khá lớn và dùng một đối trọng treo như vậy chỉ phù hợp để thử nghiệm nghiên cứu các hiệu ứng mà khó nghiên cứu triển khai sử dụng khi số tầng càng nhiều (càng cao).



Hình 3: Sơ đồ truyền động Bộ trợ lực Cơ khí (BTLCK)

Để người thoát hiểm hạ xuống một lượng  $H_t$  ( $H_t$  là chiều cao của sàn tầng đặt cabin) thì đối trọng có trọng lượng  $P_d$  phải nâng lên một lượng  $H_{cb}$ . Điều kiện kết cấu để lắp đặt là:  $H_{cb} < h_{cb}$ . Trong đó  $h_{cb}$  là kích thước chiều cao của cabin (theo phương thẳng đứng). Tỷ số truyền của hệ thống bánh răng (trên hình 3 là  $(Z_1/Z_1') \times (Z_2/Z_2')$ ) và các quan hệ kích thước đường kính các tang cuốn cáp ( $TC_1, TC_2$ ) để dàng thực hiện biến đổi này và cũng dễ dàng tính được  $H_{cb}$  và  $P_d$ ; chẳng hạn trong sơ đồ hình 2 tỷ số truyền hệ thống bánh răng  $i = 10$ ; đường kính các tang cuốn cáp bằng nhau; chiều cao sàn tầng lắp đặt

cabin là  $H_t = 15\text{m}$ ; ta tính được  $H_{cb} = 1,5\text{ m}$  (quá trình trong thiết kế các thông số  $h_{cb}$ ,  $H_t$  có trước sau đó xác định tỷ số truyền  $i$  hệ thống).

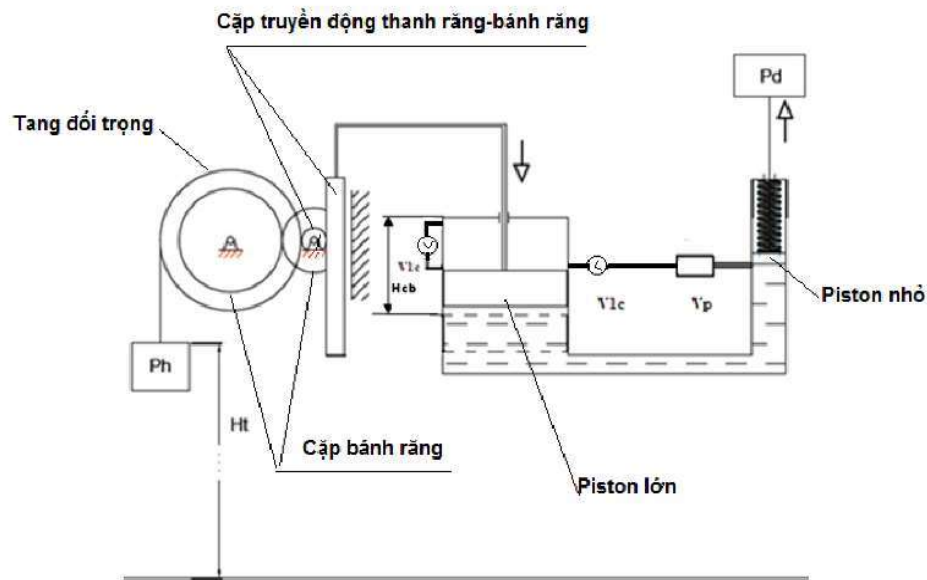


Hình 4: Mô phỏng người thoát hiểm

### Phương án 2: Bộ trợ lực Thủy lực

Tận dụng sự phân bố áp suất trong chất lỏng, ta có thể xây dựng nguyên tắc khuếch đại áp lực bổ sung cho đôi trọng. Áp lực tạo ra thay thế một phần đôi trọng nhờ vào tỷ lệ diện tích chịu áp suất. Tính toán đôi trọng dựa vào tỷ lệ diện tích  $S_1$  và  $S_2$  và áp suất dầu tác dụng lên bề mặt đầu các pít tông theo qui luật áp suất đơn vị như nhau cho nên diện tích bề mặt pít tông càng lớn thì áp lực càng lớn.

Nguyên lý hoạt động như hình 5, khi thoát hiểm người và đu trượt có trọng lượng  $P_h$  hạ xuống mặt đất từ độ cao  $H_t$ , thông qua hệ thống dây được kết nối với Tang đôi trọng. Trên tang đôi trọng có gắn bánh răng và ăn khớp với bánh răng của bộ truyền động Bánh răng-Thanh răng (BRTR). Thông qua bộ truyền này, thanh răng sẽ chuyển động đi xuống, hệ thống cơ khí liên kết thanh răng với pít tông lớn sẽ kéo theo pít tông lớn di chuyển xuống dưới đẩy dầu sang pít tông nhỏ làm di chuyển pít tông nhỏ hướng lên trên và mang theo đôi trọng  $P_d$ . Khi thoát hiểm dưới tác dụng của đôi trọng ( $P_d$ ) sẽ làm cho pít tông nhỏ di chuyển đi xuống dưới và đẩy lượng dầu sang pít tông lớn làm cho pít tông lớn kéo theo thanh răng di chuyển lên phía trên. Hệ thống BRTR và bánh răng được gắn trên tang cuốn đôi trọng làm tang cuốn đôi trọng quay cùng chiều KĐH giúp kéo  $P_h$  (lúc này chỉ còn mang khối lượng Đu trượt) di chuyển lên trên để về vị trí ban đầu cho người thoát hiểm tiếp theo.



Hình 5: Sơ đồ nguyên lý Bộ trợ lực Thủy lực

Theo nguyên lý áp suất bằng nhau ở bề mặt hai pít tông ta tính được các áp lực tác dụng lên mặt đầu của các pít tông:

$$P_R = p.S_R = p.\Pi R^2 \quad (2)$$

$$P_r = p.S_r = p.\Pi r^2 \quad (3)$$

Trong đó:

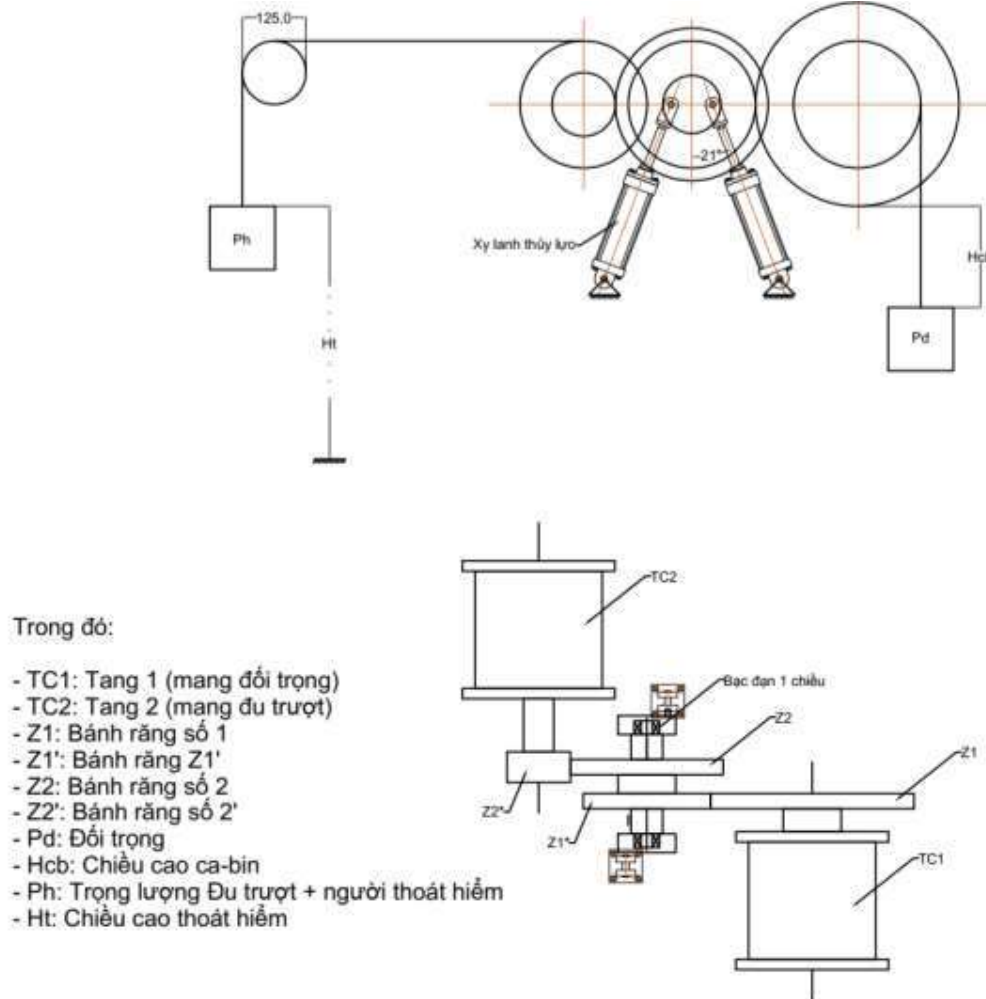
- R : bán kính xy lanh lớn, đơn vị m
- r : bán kính xy lanh nhỏ, đơn vị m
- p : áp suất dầu thủy lực, đơn vị  $N/m^2$
- $S_R$  : là diện tích tiết diện vuông góc xy lanh lớn, đơn vị  $m^2$
- $S_r$  : là diện tích tiết diện vuông góc xy lanh nhỏ, đơn vị  $m^2$
- $P_R(N)$  : là áp lực tác dụng lên bề mặt pít tông lớn (bán kính R), đơn vị  $N/m^2$
- $P_r(N)$  : là áp lực tác dụng lên bề mặt pít tông nhỏ (bán kính r), đơn vị  $N/m^2$

BTLTL có kết cấu các xy lanh có thể gây khó khăn khá lớn về khả năng chế tạo. Ngoài ra tính phức tạp của hệ thống sẽ khó bố trí trong cabin cũng như làm thay đổi kết cấu của hệ thống là khá lớn.

### Phương án 3: Bộ trợ lực Cơ khí - Thủy lực

Như vậy, ta thấy rằng nếu sử dụng 2 giải pháp đơn lẻ sử dụng đơn thuần hiệu ứng Cơ khí và Thủy lực còn có những hạn chế nhất định. Vì thế, giải pháp đề tài này là tận dụng các ưu điểm của hệ thống Cơ khí – Thủy lực kết hợp vào trong Bộ trợ lực sử dụng thoát hiểm CCD. Nguyên lý hoạt động như hình 6, khi người và đu trượt có khối lượng  $P_h$  được gắn vào dây cáp thoát hiểm, thì sợi dây sẽ bị kéo xuống phía dưới mặt đất có độ cao  $H_t$ , sợi dây được kết nối với tang cuốn 2 (TC2) làm tang cuốn TC2 quay ngược chiều kim đồng hồ (KĐH). Bánh răng  $Z2'$  nối cứng đồng trục với TC2 ăn khớp với bánh răng  $Z2$  gắn trên trục trung gian. Trục trung gian sẽ quay cùng chiều KĐH. Chiều

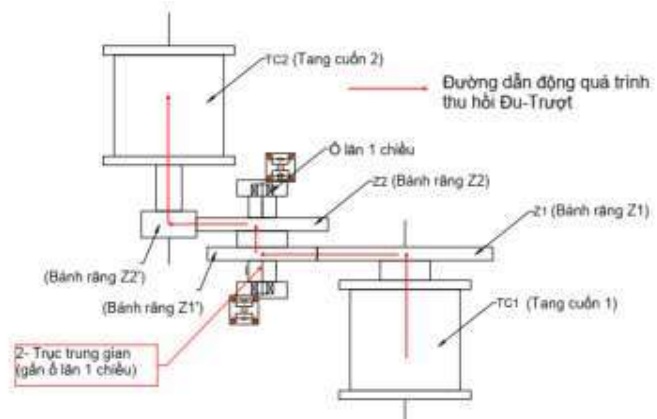
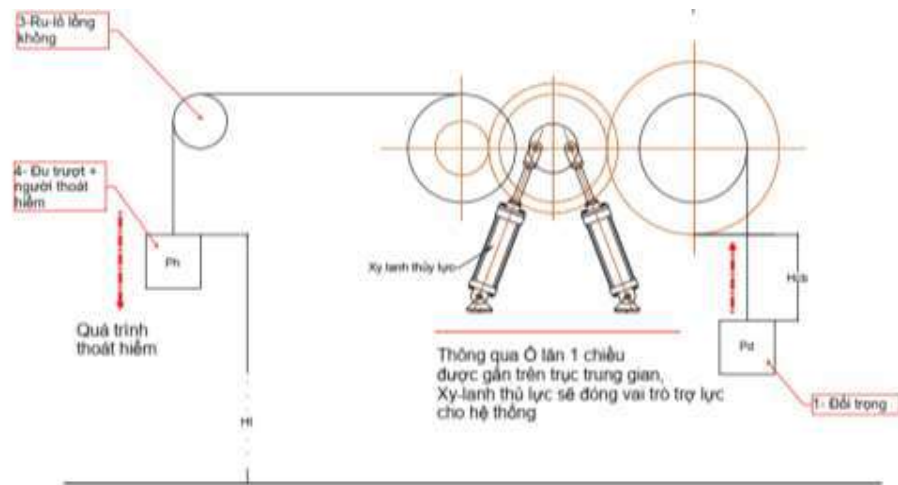
quay này 2 Ổ lăn 1 chiều (giống như cơ cấu con cóc) hoạt động sẽ truyền mô men quay đến Đĩa tay biên lệch tâm gắn ở 2 đầu trục. Đĩa tay biên sẽ kéo theo chuyển động tịnh tiến của xy-lanh thủy lực. Trong lòng 2 xy lanh thủy lực từ điểm chết trên (ĐCT) đến điểm chết dưới (ĐCD), dầu trong xy lanh thủy lực sẽ đẩy ngược chiều với đầu pít tông về khoang trống. Khi pít tông về ĐCD thì dầu được đẩy lên khoang phía ĐCT. Khi pít tông lùi về ĐCT thì dầu ở khoang ĐCT bị ép về khoang ĐCD. Cứ như vậy, trong quá trình này dầu thủy lực trong xy lanh có tác dụng cản trở chuyển động của pít tông làm pít tông chuyển động chậm dần đều dẫn đến làm giảm vận tốc của bánh xe tay biên. Hai xy lanh thủy lực được bố trí lệch pha nhau 1 góc 90 độ nhằm khử điểm chết và hỗ trợ cho nhau trong quá trình thoát hiểm và làm giảm đi nhiều lần vận tốc rơi xuống của vật hoặc người được treo.



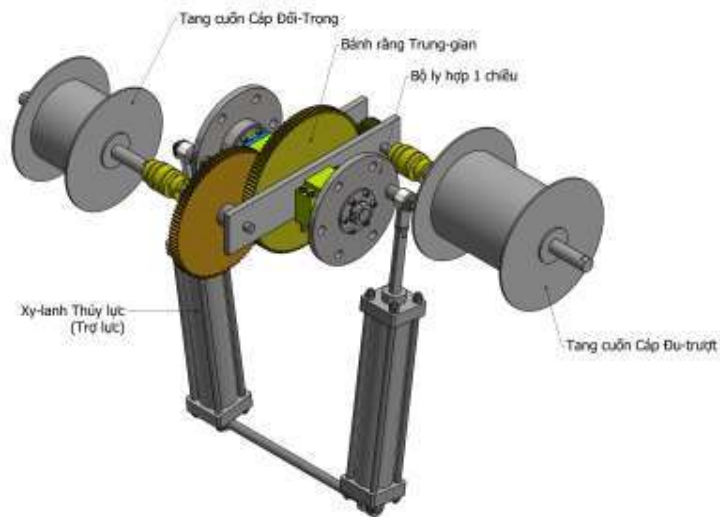
Hình 6: Sơ đồ nguyên lý Bộ Trợ Lực Cơ Khí – Thủy Lực

## 2.2. Xây dựng phương án thiết kế Cơ cấu Trợ lực Cơ khí – Thủy lực

Sử dụng lại sơ đồ động của bộ trợ lực Cơ khí, tại cặp bánh răng trung gian  $Z_1'/Z_2$ , ta tiến hành thay đổi nguyên lý ban đầu. Cặp bánh răng trung gian sẽ tham gia vào quá trình trợ lực chính của hệ thống nhằm giảm tải trợ lực của đối trọng.



Hình 7: Hướng di chuyển quá trình thoát hiểm



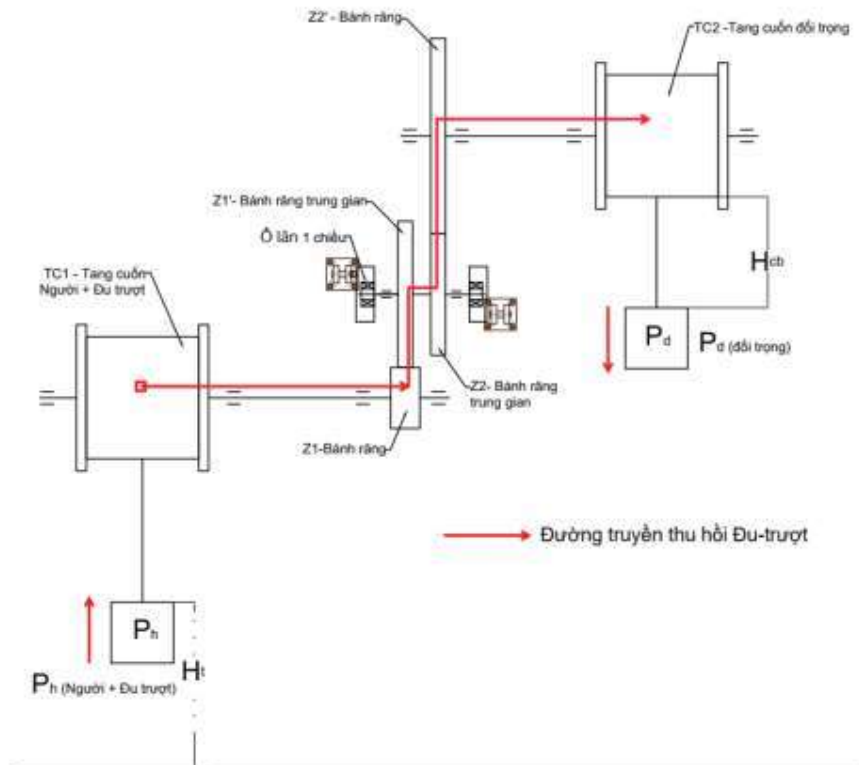
Hình 8: Vị trí đặt của cơ cấu Ly hợp 1 chiều

Tại cặp bánh răng trung gian, lắp thêm 01 cặp Ổ lăn 1 chiều (đóng vai trò như ly hợp 1 chiều), khi hệ thống hoạt động có người thoát hiểm, bánh răng  $Z_2$  sẽ ăn khớp với cặp bánh răng trung gian ( $Z_2/Z_1'$ ) thông qua Ổ lăn 1 chiều hoạt động sẽ truyền động đến cặp pít tông thủy lực có tác dụng như đối trọng. Đồng thời truyền động đến bánh răng  $Z_1$  giúp quay tang cuốn  $TC_1$  mang đối trọng  $P_d$ . Lúc này  $P_d = \text{Const}$  (thông số cố định của hệ thống).



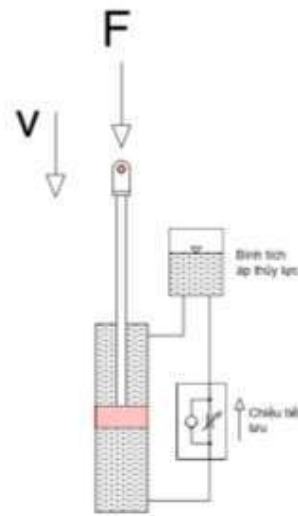
Hình 9: Ổ lăn một chiều

Ứng dụng nguyên lý điều tiết tốc độ của pít tông thủy lực qua van tiết lưu để triệt tiêu gia tốc và vận tốc rơi tự do, chuyển sang tốc độ chậm và điều chỉnh được. Do đó, ta sẽ điều chỉnh van tiết lưu gắn trên pít tông (hình 11) để có lực trượt phù hợp (thông số này được tính toán phân chi tiết). Sau khi quá trình thoát hiểm thành công, hệ thống đối trọng sẽ hoạt động và quá trình thu hồi Đu-trượt như tiến hành qua cặp bánh răng trung gian, ở chiều quay này Ổ lăn ở trạng thái lỏng không (không thông qua cặp xy lanh thủy lực) sẽ truyền động như hình 10.



Hình 10: Sơ đồ truyền động quá trình thu hồi Đu-Trượt (ngược với quá trình thoát hiểm)





Hình 11: Sơ đồ nguyên lý Pít tông thủy lực gắn van tiết lưu 1 chiều

### 2.3. Tính toán an toàn Cơ cấu Trợ lực Cơ khí – Thủy lực

Thông tin đầu vào:

- Tỉ số truyền hệ thống  $i = i_1 \cdot i_2 = 12$  ( $i_1 = 3$ ;  $i_2 = 4$ )
- Chiều cao ca-bin:  $H_{cb} = 2,5m$  (chiều cao thực nghiệm  $H_t = 4,5m$ )
- Khối lượng Đu-trượt:  $P_{DT} = 6,8$  kg
- Khối lượng người thoát hiểm:  $m_{ng} = 90$  kg
- Chiều cao thoát hiểm tầng 10:  $H_t = 38m$

Để đối trọng  $P_d$  có thể thu Đu trượt về, ta có mối quan hệ giữa  $P_d$  và  $P_h$  như sau: (giả sử tang cáp có đường kính  $D_{t1}=D_{t2}=250$  mm)

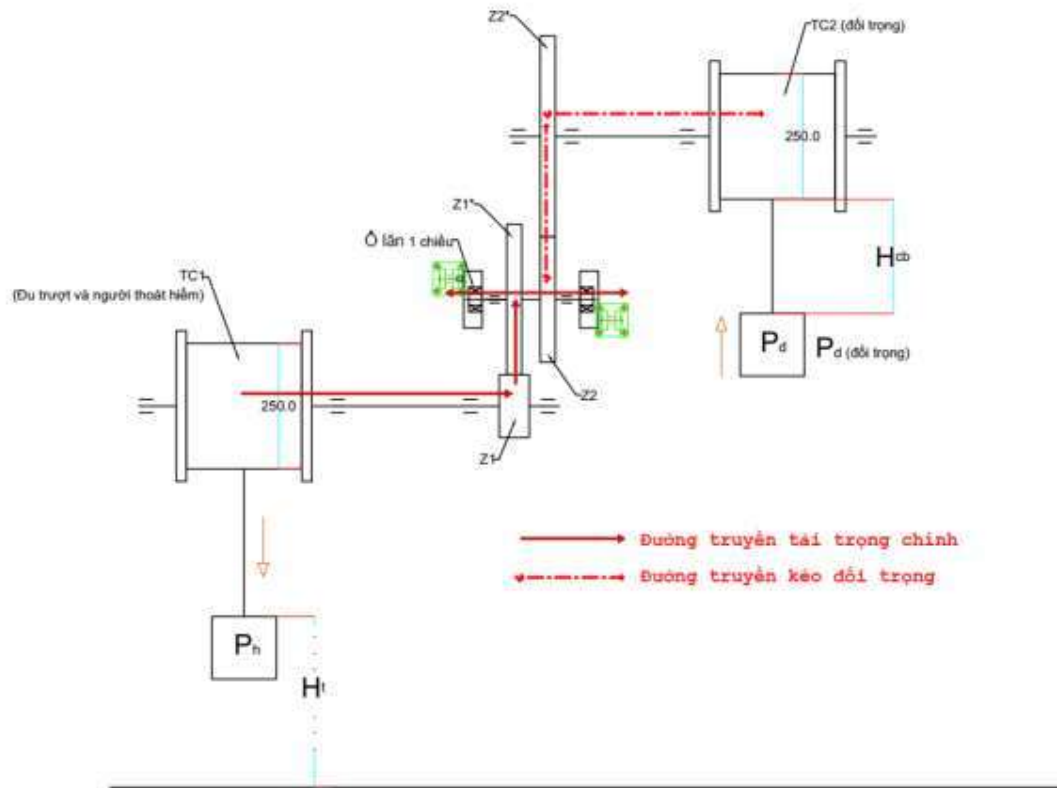
$$P_d \geq P_{DT} \cdot i \quad (4)$$

Trong đó:

$i$ - là tỉ số truyền hệ thống, bỏ qua hệ số ma sát.

$P_{DT}$  - khối lượng Đu-trượt (6,8 kg)

Từ (5): khối lượng đối trọng  $P_d \geq P_{DT} \cdot i = 6,8 \cdot 12 = 81,6$  kg. **Ta chọn  $P_d = 85$  kg**



Hình 12: Sơ đồ truyền động khi thoát hiểm

Từ sơ đồ hình 12, ta có lực căng dây ở nhánh cuốn lên tang TC1 là  $S_0$  bằng trọng lượng của vật nâng (Người + Đu trượt)  $P_h$ ,  $S_0 = P_h$ . Lực này tạo ra trên trục tang mô men  $M_t$ : [2]

$$M_t = S_0 \frac{D_t}{2} = P_h \frac{D_t}{2} = \frac{96,8 * 9,81 * 0,25}{2} = 118,7 Nm \quad (5)$$

Trong đó:

$D_t$  – Đường kính tang đo đến tâm dây quấn trên nó ( $D_t = 0,25m$ )

$P_h$  – Trọng lượng Người thoát hiểm + Đu-trượt ( $m_{ng} = 90kg$ ;  $m_{dt} = 6,8 kg$ )

Mô-men do Người + Đu trượt gây ra trên trục tang  $M_t$  phải cân bằng với tổng mô-men  $M_c$  do Đối trọng  $P_d$  và lực cản  $F$  của pít tông thủy lực tạo ra tại trục trung gian tác động lên đĩa quay có bán kính  $r$  (tạm thời chưa tính đến lực cản trong cơ cấu). Thông qua bộ truyền động cặp bánh răng  $Z_1/Z_1'$  với tỷ số truyền  $i_1 = 3$ ,  $\eta$  là hiệu suất chung của cơ cấu nâng (mất mát trong bộ truyền, ở trục tang, do độ cứng của dây và ma sát ở ổ lăn), ta có:

$$M_c = i_1 \cdot M_t \cdot \eta = 3 * 118,7 * 0,9 = 320,5 Nm \quad (6)$$

Trong đó:

$M_c$  là mô-men cân do đối trọng  $P_d$  ( $M_{cdt} = 500 * 0,25 / 2 = 62,5 Nm$ ) và pít tông thủy lực ( $M_{cxl}$ ) gây ra.

$$M_c = M_{cdt} * i_2 + M_{cxl} \quad (\text{với } i_2 = Z_2 / Z_2' = 1/4) \quad (7)$$

$$M_{cđt} = \frac{P_{đt} * 0,25}{2} = \frac{85 * 9,81 * 0,25}{2} = 104,2 Nm \quad (8)$$

Vì vậy, ta tìm được mô men cân do pít tông thủy lực:

$$M_{cxl} = M_c - M_{cđt} * i_2 = M_c - \frac{104,2}{4} = 320,5 - \frac{104,2}{4} = 294,5 Nm \quad (9)$$

Mặt khác, mô men cân do pít tông thủy lực có công thức như sau [2]:

$$M_{cxl} = \varphi * m * F * l \quad (10)$$

Trong đó;

F – lực cân pít tông; l – bán kính đĩa gắn pít tông đến tâm quay (l=100 mm);

m – số lượng pít tông (có 2 pít tông làm việc ở 2 ổ trục trung gian, m=2);

$\varphi$  - hệ số tính đến sự làm việc không đều, phụ thuộc vào số lượng pít tông, m = 2, tra bảng ta có

$\varphi=0,8$  [2].

Lực cân F tác động lên pít tông tạo ra áp suất P trong pít tông sau khi được điều chỉnh bằng van tiết lưu được tính như sau: [3]

$$F = \frac{M_{cxl}}{\varphi * m * l} = \frac{294,5}{0,8 * 2 * 0,1} = 1,840 N \quad (11)$$

$$\text{với } P = \frac{F}{A * \eta} 10^{-4} \quad (12) \quad \text{và} \quad A = \frac{\pi d^2}{4} 10^{-2} \quad (13)$$

Trong đó:

A – diện tích tiết diện pít tông [cm<sup>2</sup>] (d=8cm/ A=50,24 cm<sup>2</sup>)

d – đường kính pít tông [mm] (d=80mm)

P – áp suất [bar]

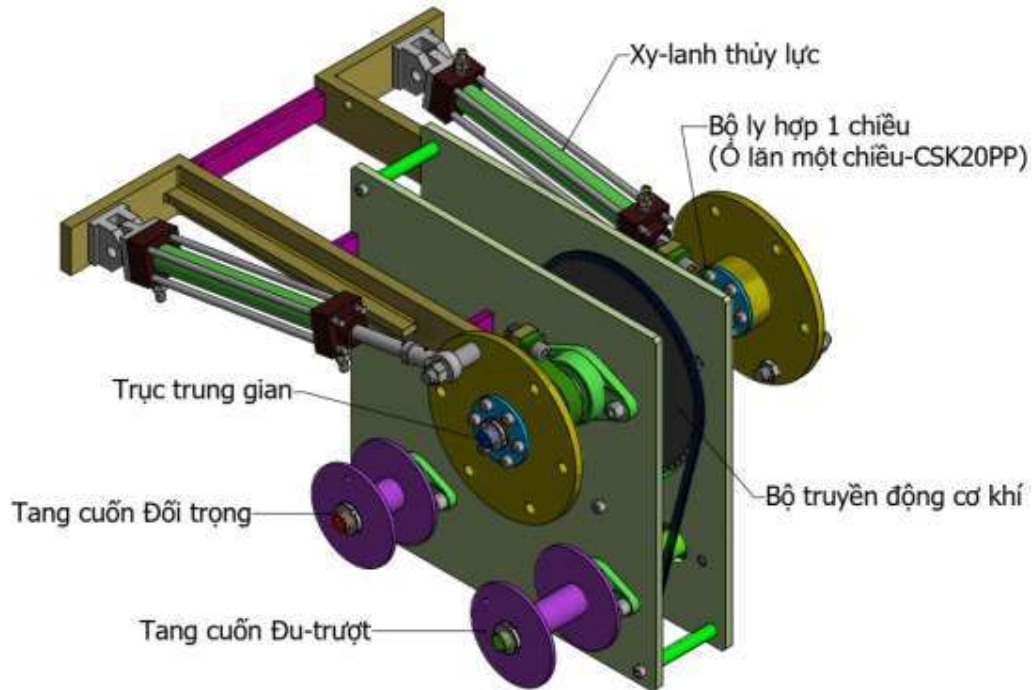
F – lực [kN] (1,84 kN)

$\eta$  - hiệu suất tra bảng 3.5 [3] ( $\eta=0,95$ )

Ta tính được áp suất trong pít tông như sau:

$$P = \frac{F}{A * \eta} 10^4 = \frac{1,840}{50,24 * 0,95} 10^4 = 385,5(bar) = 38,55 MPa \quad (14)$$

Theo Tiêu chuẩn Việt Nam **TCVN 6396-20:2017 (EN 81-20) - Yêu cầu an toàn về cấu tạo và lắp đặt thang máy - thang máy chở người và hàng - Phần 20: Thang máy chở người và thang máy chở người và hàng**, quy định áp suất chất lỏng thủy lực trong pít tông không vượt quá 50 MPa. Vì vậy với đường kính pít tông chọn trước (d=80mm) đáp ứng tiêu chuẩn an toàn.



Hình 13: Bộ Trợ lực Cơ khí - Thủy lực chế tạo thực nghiệm

### 3. KẾT LUẬN

Bộ trợ lực Cơ khí – Thủy lực sử dụng kết hợp ứng dụng Ma sát trong cơ khí và hiệu ứng Thủy lực vào trong cơ cấu. Giúp tăng khả năng chịu tải trọng khi thoát hiểm đồng thời giảm thiểu tối đa khối lượng của Đối trọng được lắp đặt trong Ca-bin xuống còn 85kg, tính thực tiễn cao.

Số người thoát hiểm: 1 người lớn và 1 trẻ em (từ 45 kg đến 90 kg).

Vận tốc trượt thoát hiểm đáp ứng của Bộ trợ lực Cơ khí – Thủy lực là ~0.3 m/s. Vận tốc này sẽ được điều chỉnh thông qua van tiết lưu 1 chiều.

Kết quả nghiên cứu đã đúc rút ra các công thức và giá trị của các thông tin kỹ thuật bộ thoát hiểm Cơ khí – thủy lực như sau:

- a) Mô men do Đu trượt và người tác dụng lên tang cuốn khi thoát hiểm là:

$$M_t = S_0 \frac{D_t}{2} = P_h \frac{D_t}{2} = \frac{96,8 * 9,81 * 0,25}{2} = 118,7 Nm$$

- b) Mô men cản do đối trọng và lực cản của 2 xy-lanh thủy lực gây ra:

$$M_c = i_1 \cdot M_t \cdot \eta = 3 * 118,7 * 0,9 = 320$$

- c) Mô men cản do pít tông thủy lực tạo ra:

$$M_{cxl} = M_c - M_{cđt} * i_2 = M_c - \frac{104,2}{4} = 320,5 - \frac{104,2}{4} = 294,5 Nm$$

- d) Lực cản F tác động lên pít tông thủy lực:

$$F = \frac{M_{cxl}}{\varphi * m * l} = \frac{294,5}{0,8 * 2 * 0,1} = 1,840N$$

- e) Áp suất dầu trong pít tông trong giới hạn đảm bảo an toàn theo **TCVN 6396-20:2017 (EN 81-20)** là:

$$P = \frac{F}{A * \eta} 10^4 = \frac{1,840}{50,24 * 0,95} 10^4 = 385,5(bar) = 38,55MPa$$

#### 4. KIẾN NGHỊ

Số liệu thực nghiệm trong đề tài này tại tầng 3 dựa trên cơ sở thực nghiệm có sẵn. Cần tiếp tục thực nghiệm ở tầng cao hơn.

Kết hợp cơ cấu sinh ra năng lượng trong quá trình thoát hiểm để thu hồi đu trượt thay cho đối trọng hiện tại để thu hồi đu trượt.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Huại để thu hồi đu trượt. ứng trong quá trình thoát hiểm để thu hồi đu trượt thay cho đối
- [2] Huại đVn Hoàng (chủ biên), ‘Kỹ thuật Nâng Chuyển’, NXB ĐHQG TP. HCM 2004.
- [3] Nguy đVn Hoàng (chủ biên), ‘Kỹ thuật Nâng Chuyển’, NXB ĐHQG TP. HCM 2004. ợt thay cho đối trọng
- [4] TCVN 6396-20:2017 (EN 81-20) - Yêu ct Nâng Chuyển’, NXB ĐHQG TP. HCM 2004. ợt thay hang máy chở người và hàng - Phần 20: Thang máy chở người và thang máy chở người và hàng. (Còn hiệu lực, ngày kiểm tra 20-9-2019).
- [5] TrVN 6396-20:2017 (EN 81-20) - Yêu ct Nâng Chuyển’, NXB ĐHQG TP. HCM 2004. ợt thay hang m
- [6] X.M. Targ, ‘Giáo trình gi20) yếu cơ học lý thuyết, NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, Việt Nam.
- [7] Đ.M. Targ, ‘Giáo trình gi20) yếu cơ học lý thuyết, NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội, Việt Nam. g - Phần 20: Thang máy chở người và thang máy chở người và hàng. Chính chủ nhiệm, mã đĐ.M. Targ, 4, năm 2016.
- [8] <http://vnexpress.net/gl/xa-hoi/2012/03/hoc-du-day-thoat-hiem...>
- [9] <http://highriseescapesystems.com, 22/01/2019>.
- [10] <https://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/11327-controlled-descent-devices, 22/1/2019>.
- [11] <http://karam.in/dubai/products/fall-protection/rope-access-rescue/automatic-controlled-descent-device/, 22/1/2019>.
- [12] <https://www.fallprotect.com/fall-protection-solutions/rescue-and-descent/controlled-descent-devices/,22/1/2019>.
- [13] <https://www.millerfallprotection.com/en/products/descentrescue%20and%20confined%20space/miller-descent-device>
- [14] <http://www.ensa-northamerica.com/automatic-controlled-descent-device/, 22/1/2019>.
- [15] <http://frenchcreekproduction.com/rescue-recovery/controlled-descent-devices.htm, 22/1/2019>.
- [16] <https://www.safelincs.co.uk/ikar-rope-lifeline-controlled-descent-device/, 22/1/2019>.
- [17] <http://carletonrescue.com/product-category/fallpro/automatic-descent-devices/, 22/1/2019>.
- [18] <https://pksafety.com/dbi-sala-rollgliss-r550-rescue-and-descent-device/, 22/1/2019>.

[19] <https://www.hydraulicspneumatics.com/other-technologies/book-2-chapter-5-counterbalance-valve-circuits>, 22/1/2019.

[20] <http://www.martindoor.com/blog/25-2010/130-martin-to-employ-new-controlled-descent-device-strategy>, 22/1/2019.

[21] <https://roperscuetraining.com/lowering.php>, 22/1/2019.

[22] <https://lienhoantruyenhinh.vtv.vn/chuong-trinh-chuyen-de-khoa-giao/day-thoat-hiem-giam-toc-thuy-luc-2239.html>

*Ngày nhận bài: 06/11/2019*

*Ngày chấp nhận đăng: 17/03/2020*