

KHẢO SÁT ĐỘNG HỌC CƠ CẤU TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR

Investigation of mechanism kinetics through inventor software

Đỗ Hữu Quyết*

SUMMARY

Autodesk Inventor is an intelligent software that can help to computationally design parts of machines based on 3D models. One of the useful functions of this software is to investigate the mechanism kinetics. Inventor allows to quickly and conveniently investigate all types of mechanism used in the technical practice with high degree of accuracy and visualization. This article introduces the main functions of Inventor software for investigating kinetics mechanism and shows the results obtained from investigating kinetics of crank and rocker mechanism.

Key words: Inventor, investigate, kinetics, mechanism.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để khảo sát động học cơ cấu có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau. Các phương pháp truyền thống, cổ điển là vẽ và giải tích. Theo đánh giá của nhiều nhà nghiên cứu, phương pháp vẽ có ưu điểm là đơn giản, trực quan, nhưng độ chính xác thấp; phương pháp giải tích có độ chính xác cao, có nhiều tiện lợi hơn, nhưng tính trực quan thấp và khối lượng tính toán lớn (Юдин В. А., Л. В. Петрокас, 1967; Đặng Thế Huy, Nguyễn Khắc Thường, 1982). Với sự trợ giúp của máy vi tính, có thể khảo sát động học cơ cấu bằng cách lập trình trên ngôn ngữ Pascal hoặc sử dụng phần mềm MATLAB, v.v. Các phương pháp khảo sát bằng lập trình đã đem lại nhiều thuận lợi cho người khảo sát so với các phương pháp truyền thống, đặc biệt là tốc độ tính toán nhanh và tính linh hoạt trong quá trình khảo sát (Đình Gia Tường, Tạ Khánh Lâm, 2000). Tuy nhiên, để khảo sát các cơ cấu bằng phương pháp này, ngoài yêu

cầu phải hiểu rõ bản chất bài toán, người khảo sát còn cần phải có kỹ năng lập trình nhất định.

Những năm gần đây, với sự phát triển rất mạnh mẽ của công nghệ thông tin, nhiều phần mềm thiết kế dựa trên công nghệ 3D đã ra đời, tạo nên một cuộc cách mạng trong việc tính toán thiết kế cơ khí cũng như trong các ngành kỹ thuật khác.

Inventor là một phần mềm thiết kế 3D thông minh, cho phép thực hiện hầu hết các công việc về tính toán thiết kế chi tiết máy, trong đó có khảo sát động học cơ cấu (Phan Đình Huân, Tôn Thất Tài, 2002; Ишмяков А. П., 2007; О. Н. Казначеева, 2007). Với chức năng này, việc khảo sát động học các cơ cấu phẳng cũng như cơ cấu không gian được thực hiện rất trực quan, linh hoạt, chính xác và nhanh chóng, ưu việt hơn hẳn so với các phương pháp đã biết. Trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi xin giới thiệu một số kết quả khảo sát động học cơ cấu thanh phẳng bằng phần mềm Inventor.

* Khoa Cơ Điện, Trường Đại học Nông nghiệp I.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Máy vi tính với phần mềm inventor, mô đun Dynamic Designer Motion Professional.

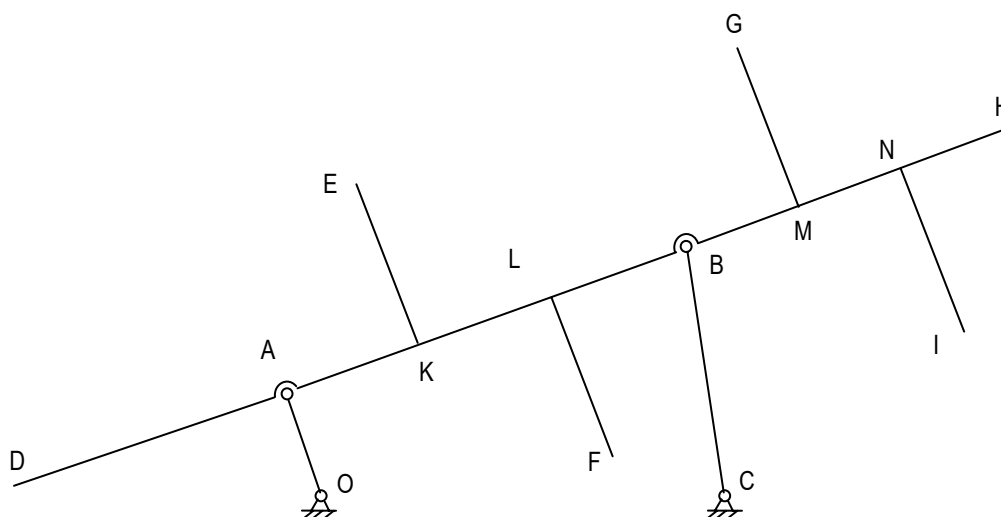
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Khai thác sử dụng phần mềm Inventor để khảo sát động học cơ cấu. Cơ cấu được chọn làm ví dụ khảo sát là cơ cấu 4 khâu bản lề.

2.3. Đặt bài toán

Xét cơ cấu 4 khâu bản lề OABC (hình 1). Biết kích thước của các khâu: $OC=70\text{ mm}$, $OA=20\text{ mm}$, $AB=75\text{ mm}$, $BC=35\text{ mm}$. Thanh AH thẳng, các đoạn $EK=FL=GM=IN=50\text{ mm}$ và cùng vuông góc với thanh DH. Các kích thước $DA=50$, $AK=KL=LB=BM=MN=NH=25\text{ mm}$,

Cần vẽ quỹ đạo, xác định chuyển vị, vận tốc và gia tốc của các điểm D, E, F, B, G, H, I thuộc khâu DH khi tay quay OA quay đều theo chiều kim đồng hồ với vận tốc 60 vòng/phút.



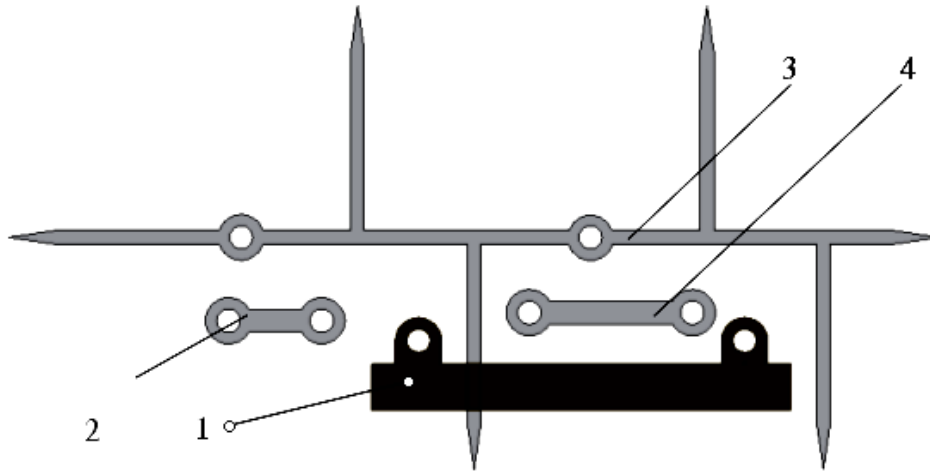
Hình 1. Sơ đồ cơ cấu 4 khâu bản lề

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Vẽ các khâu, lắp ráp cơ cấu và khai báo các thông số

Trong Inventor việc tạo nên các vật thể 3D được thực hiện bằng cách xử lý các hình phẳng nhờ các phép đùn, đột, quay, chuốt, cắt,

v.v. Nhờ tính năng chỉnh sửa linh hoạt, cho phép khai báo kích thước dưới dạng công thức, khả năng cập nhật cao và một số tính năng thông minh nên việc tạo hình các chi tiết có thể thực hiện rất dễ dàng và nhanh chóng. Trên hình 2 là hình khối 3D các khâu của cơ cấu được xây dựng bằng Inventor.

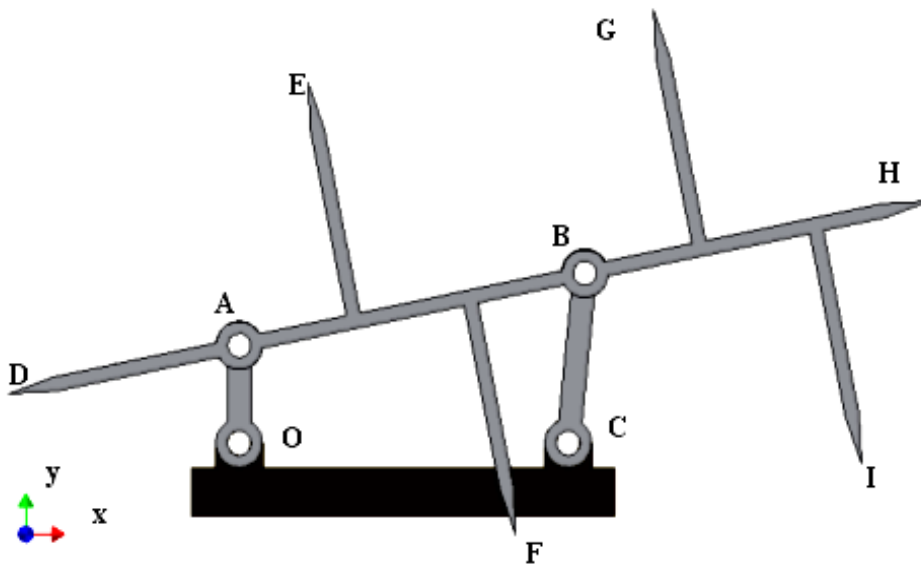


Hình 2. Các khâu của cơ cấu

1- Giá; 2- Tay quay; 3- Thanh truyền; 4- Cần lắc

Việc “lắp ráp” các chi tiết thành cơ cấu cũng được thực hiện rất trực quan nhờ các liên kết thường gặp trong kỹ thuật đều đã được định nghĩa sẵn. Người sử dụng chỉ việc chọn liên kết cần thiết rồi “lắp” các chi tiết lại như người thợ lắp các chi tiết trên bàn nguội. Trên hình 3 là cơ cấu đã lắp ráp xong. Giả định rằng, tại thời điểm ban đầu, khi $t=0$, tay quay OA nằm ở vị trí thẳng đứng từ dưới lên như hình vẽ. Ta có thể khảo sát cơ cấu theo thời

gian hoặc theo vị trí của tay quay. Với tốc độ quay 60 vòng/phút, thời gian 1 vòng quay sẽ là 1 giây và mỗi phần trăm giây (0,01 s) tương ứng với $3^{\circ}36'$ góc quay của tay quay OA. Mặt phẳng làm việc mặc nhận là xOy, trục z vuông góc với mặt phẳng màn hình. Vì ở đây ta chỉ khảo sát chuyển động tương đối của thanh truyền so với giá, nên vị trí của cơ cấu trong hệ quy chiếu mặc nhận không ảnh hưởng đến kết quả khảo sát.

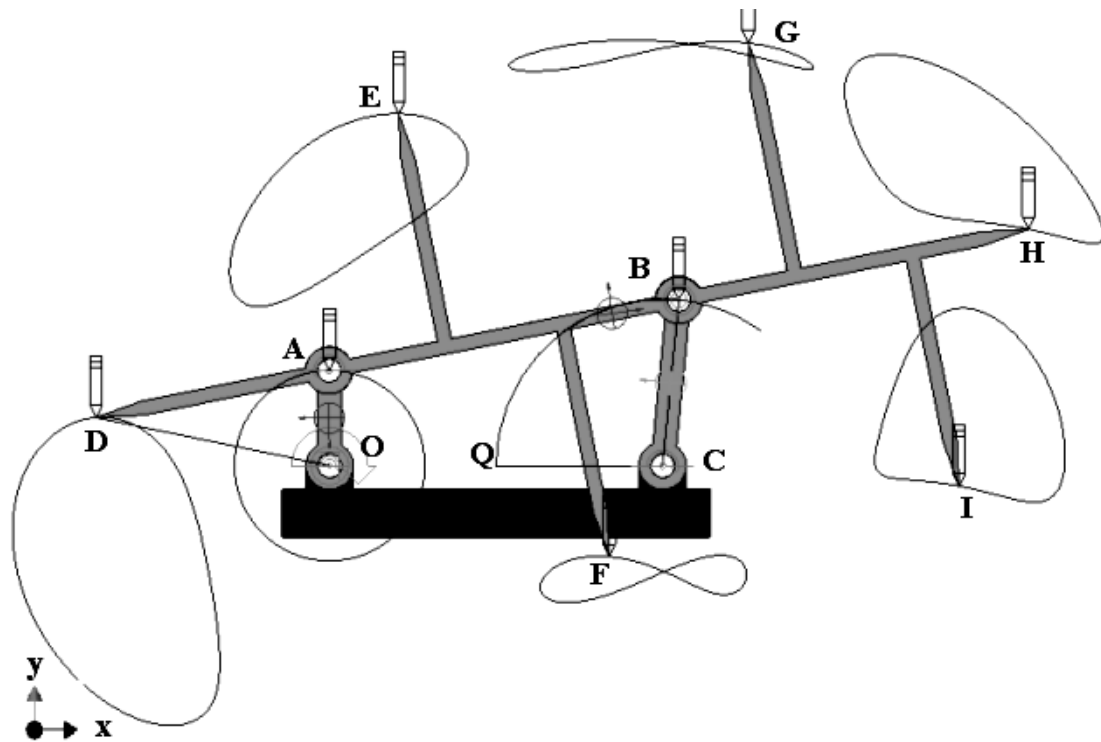


Hình 3. Cơ cấu 4 khâu bản lề

Quỹ đạo chuyển động của các điểm

Sau khi khai báo các thông số về quy luật chuyển động của khâu đầu, ta có thể cho cơ cấu chạy thử và yêu cầu chương trình vẽ quỹ

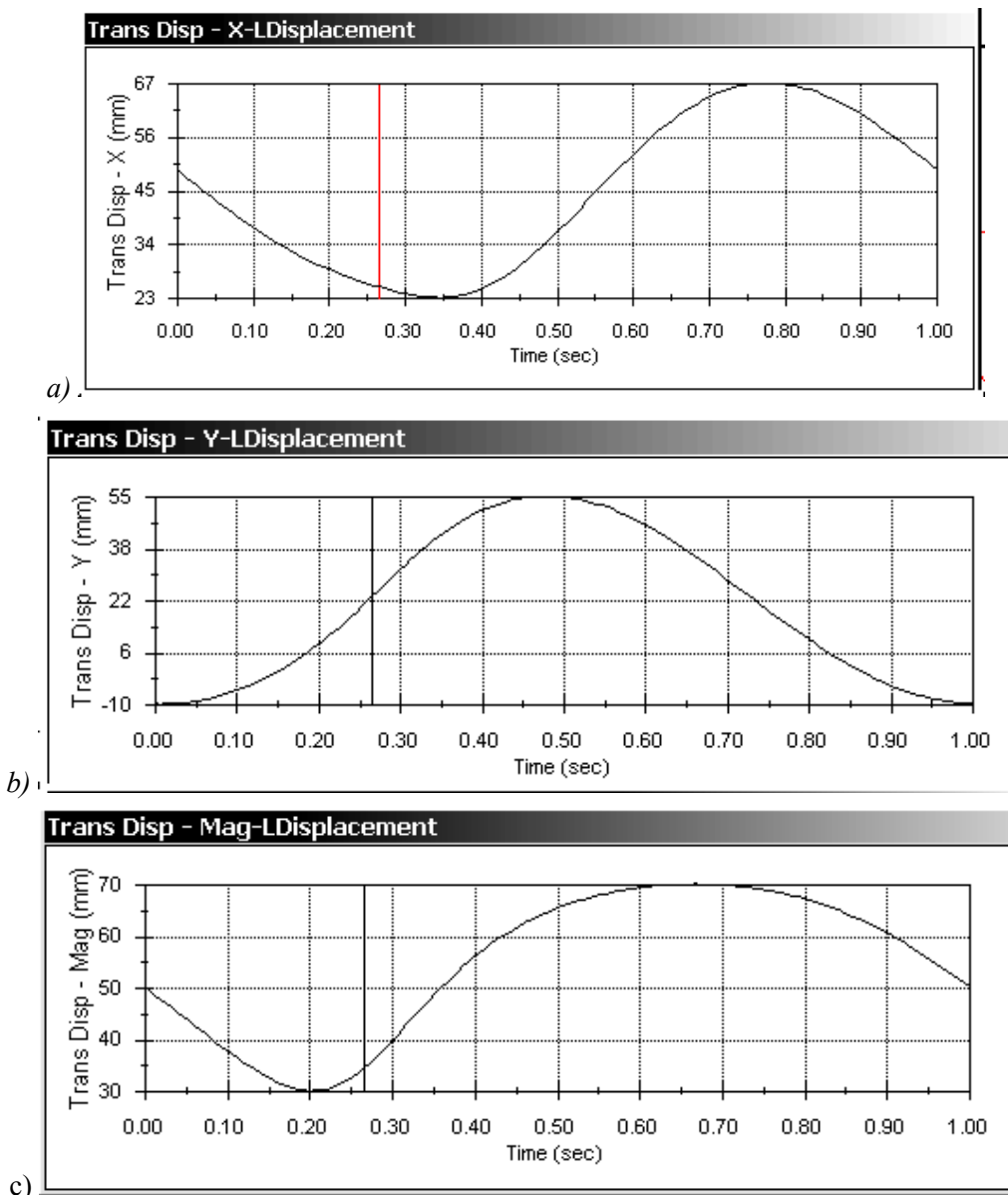
đạo, đồ thị chuyển vị của các điểm cần khảo sát. Với cơ cấu 4 khâu đang được khảo sát, khâu đầu là tay quay OA. Quỹ đạo do các điểm D, E, F, B, G, H, I vẽ nên khi cơ cấu chuyển động được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Quỹ đạo của các điểm trên thanh truyền

Khi tay quay OA quay quanh tâm O, thanh DH có chuyển động song phẳng, còn thanh BC chuyển động lắc quanh tâm C. Để khảo sát chuyển vị dài của một điểm, ta khảo sát véc tơ nối từ điểm đó đến một điểm cố định trên giá. Chẳng hạn để xét chuyển vị của điểm D, ta xét véc tơ DO nối từ điểm D đến tâm quay O của tay quay (hình 4). Theo mặc nhận của chương trình, véc tơ DO có

gốc tại D, ngọn tại O và khi cơ cấu chuyển động, véc tơ DO quay gốc D quanh điểm ngọn cố định O. Kết quả khảo sát véc tơ DO cho ta biết chuyển vị của điểm D. Trên hình 5 chỉ ra các đồ thị thay đổi của hình chiếu véc tơ DO trên các trục tọa độ và chuyển vị toàn phần của điểm D so với tâm quay O theo thời gian.

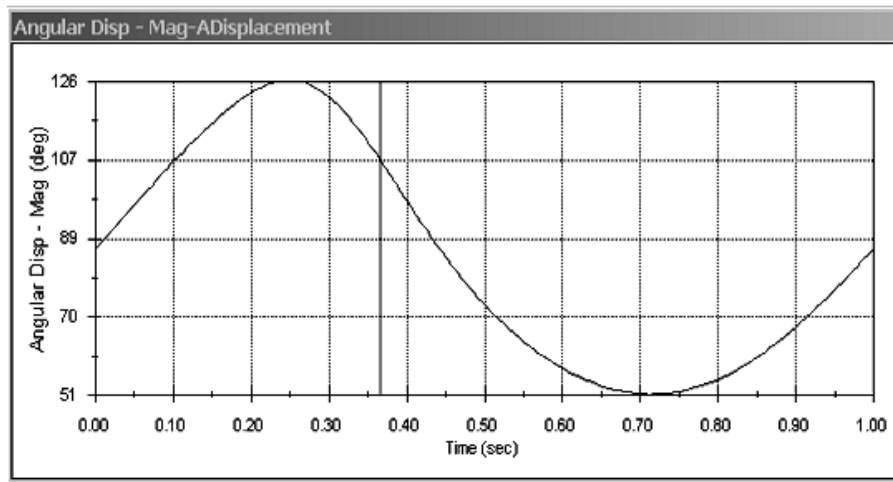


Hình 5. Đồ thị chuyển vị của điểm D so với tâm quay O theo thời gian

- a) Chuyển vị của điểm D theo trục x;
- b) Chuyển vị của điểm D theo trục y;
- c) Chuyển vị của điểm D.

Chuyển vị góc của cần lắc CB có thể được xác định bởi góc giữa CB với một đoạn thẳng bất kỳ trên giá cố định trong mặt phẳng cơ cấu. Để thuận tiện, ở đây ta chọn góc giữa véc tơ CB và chiều âm của trục Ox, thể hiện bởi góc QCB trên hình 4. Vị trí

của cần lắc CB hoàn toàn được xác định nếu biết góc định vị QCB. Đồ thị biến đổi của góc QCB theo thời gian được chỉ ra trên hình 6.

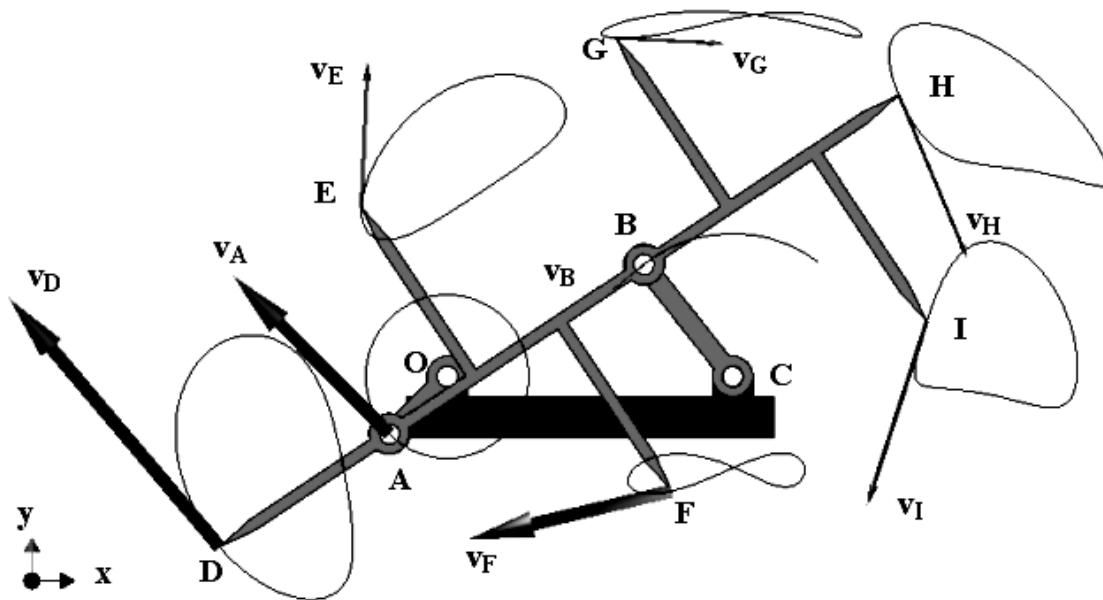


Hình 6. Đồ thị chuyển vị góc của cần lắc BC theo thời gian

3.3. Xác định vận tốc của các điểm thuộc thanh truyền

Để xác định vận tốc của một điểm, cần khai báo các thông số cần thiết và chỉ định trực tiếp điểm cần khảo sát trên mô hình cơ

cấu. Toàn cảnh trường véc tơ vận tốc toàn phần của các điểm cần khảo sát tại một vị trí của tay quay được thể hiện trên hình 7.

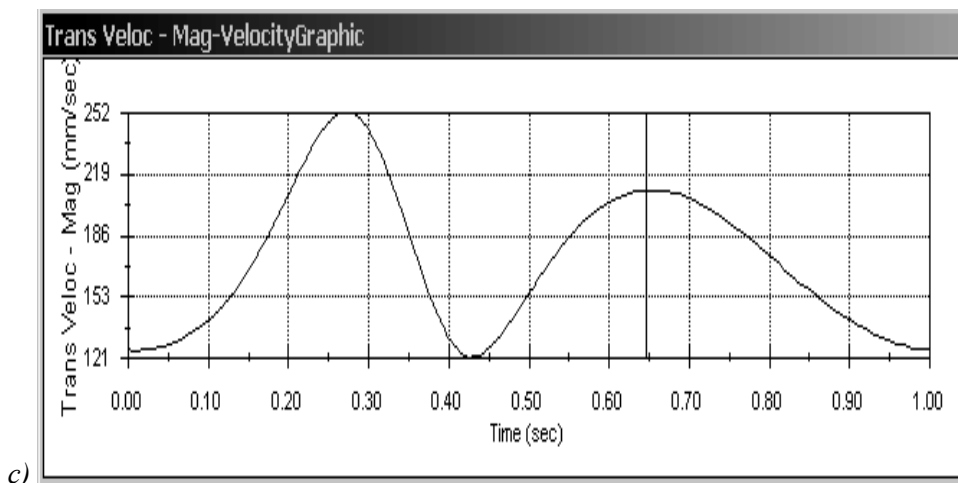
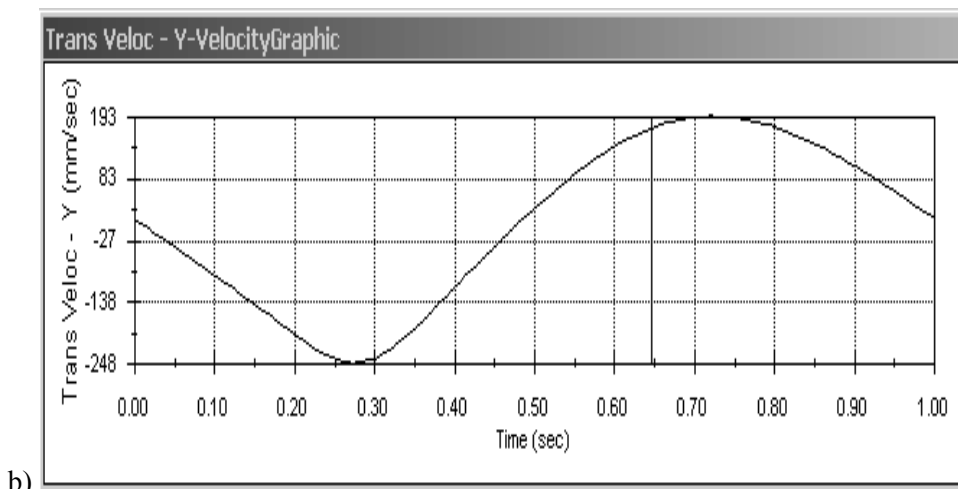
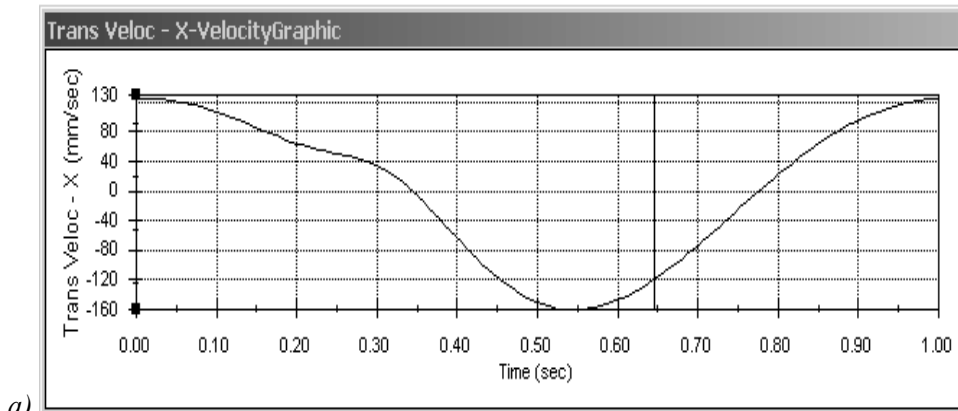


Hình 7. Trường véc tơ vận tốc của các điểm tại thời điểm $t=0,65$ s

Đồ thị biến đổi véc tơ vận tốc toàn phần của các điểm cần khảo sát và hình chiếu véc tơ vận tốc trên các trục tọa độ được tự động

hiện trên màn hình sau khi khai báo các thông số cần thiết. Có thể thay đổi các thành phần trong đồ thị tương tự như thao tác trong môi

trường Excel. Trên hình 8 chỉ ra đồ thị biến đổi vận tốc của điểm D theo thời gian.



Hình 8. Đồ thị biến đổi vận tốc của điểm D theo thời gian

- a) Hình chiếu vận tốc của điểm D trên trục x;
- b) Hình chiếu vận tốc của điểm D trên trục y;

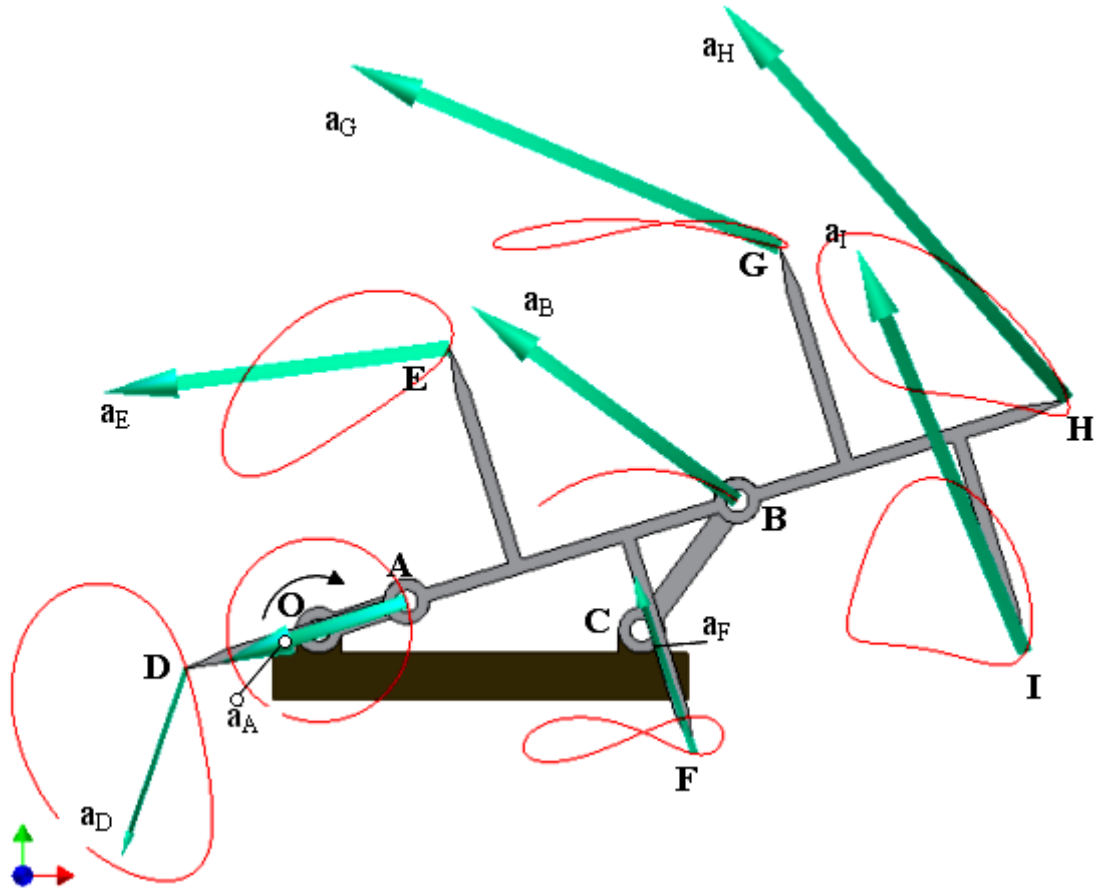
c) Vận tốc toàn phần của điểm D.

3.3.1. Xác định gia tốc của điểm trên khâu

Gia tốc của một điểm bất kỳ trên cơ cấu được thể hiện bằng véc tơ trên mô hình cơ

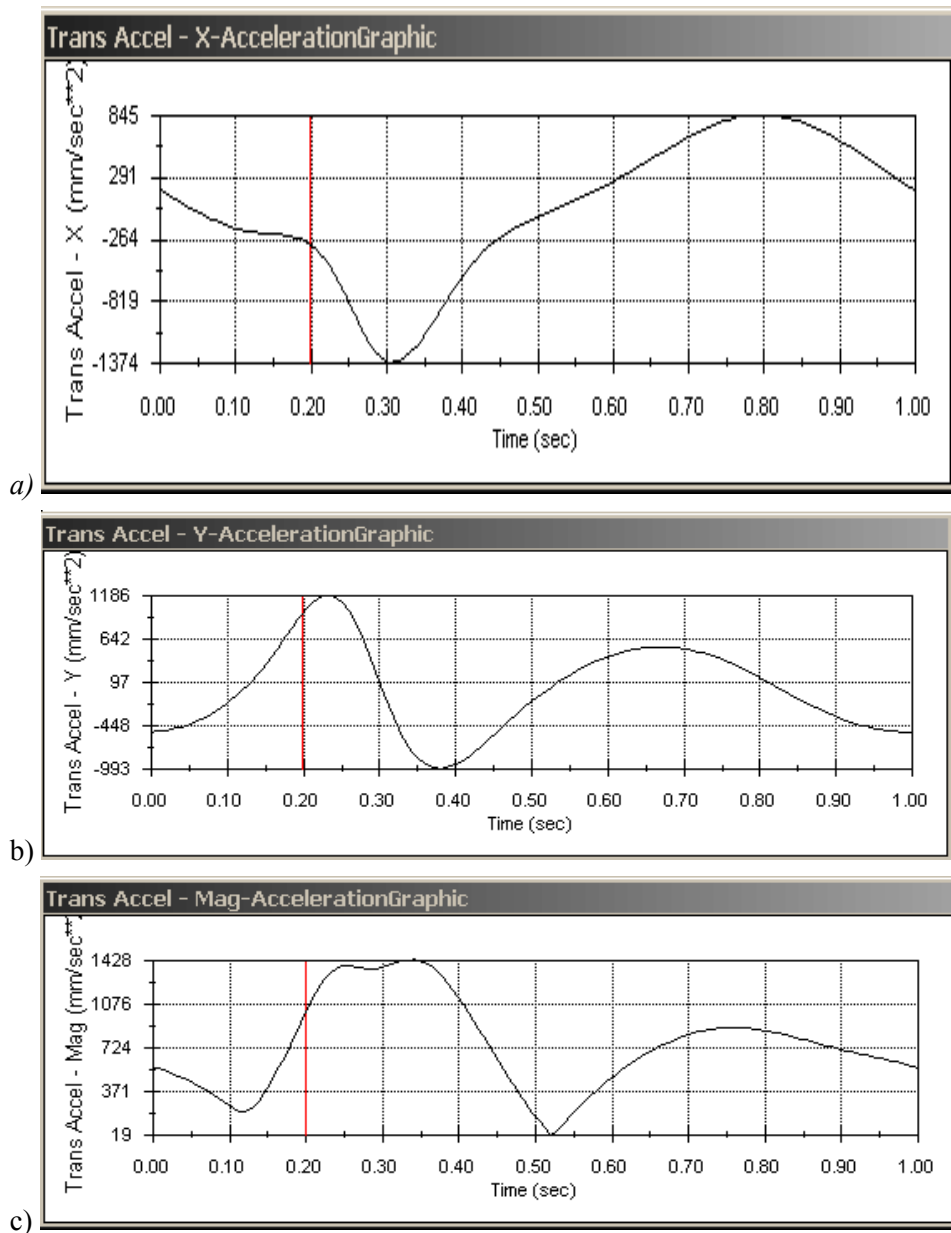
cấu, bằng đồ thị hoặc dưới dạng bảng số liệu tùy theo yêu cầu của người khảo sát.

Trên hình 9 thể hiện trường véc tơ gia tốc của các điểm cần khảo sát theo thời gian.



Hình 9. Gia tốc của các điểm trên thanh DH tại thời điểm $t=0,2$ s

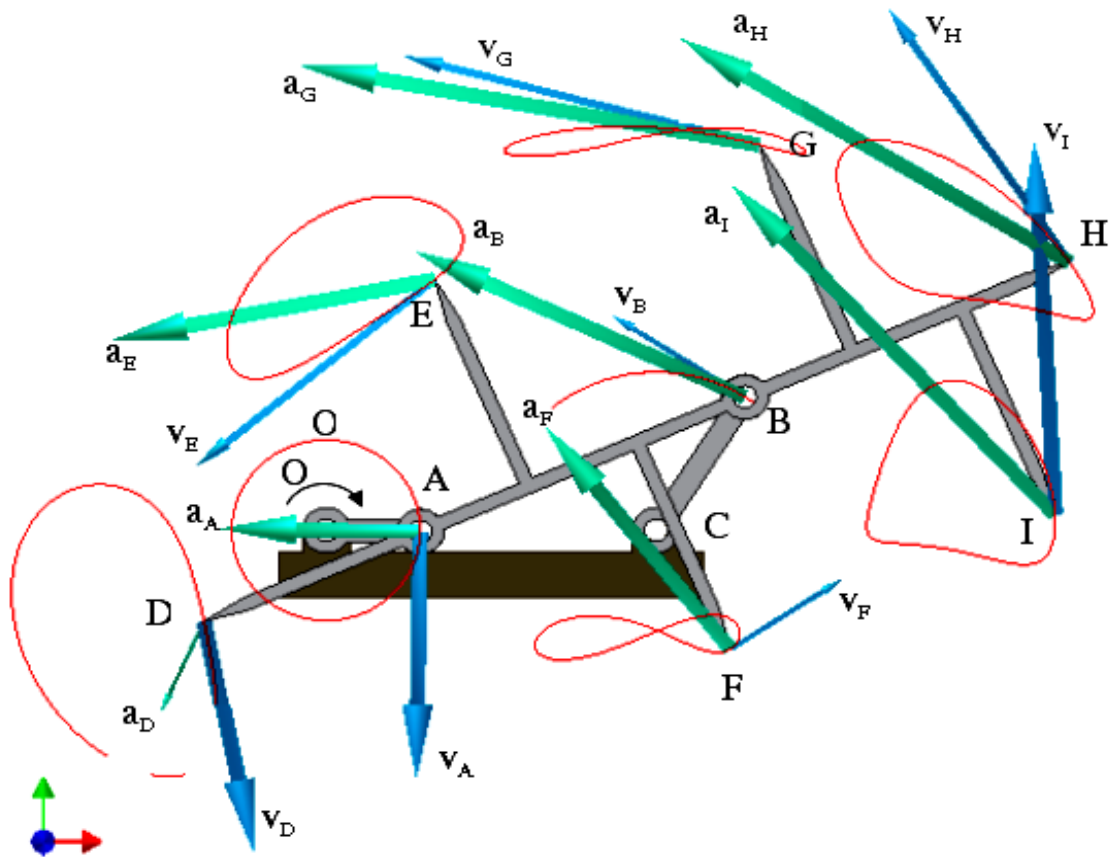
Trên hình 10 chỉ ra các đồ thị phụ thuộc của gia tốc điểm D trên thanh truyền theo thời gian với 2 đồ thị hình chiếu gia tốc trên 2 trục và đồ thị gia tốc toàn phần.



Hình 10. Đồ thị biến đổi gia tốc của điểm D theo thời gian

- a) Hình chiếu gia tốc của điểm D trên trục x;
- b) Hình chiếu gia tốc của điểm D trên trục y;
- c) Gia tốc toàn phần của điểm D.

Toàn cảnh các kết quả về quỹ đạo chuyển động, vận tốc và gia tốc của các điểm khảo sát được thể hiện trên hình 11.



Hình 11. Quỹ đạo chuyển động của các điểm khi cơ cấu chuyển động, trường vận tốc và gia tốc của các điểm trên thanh truyền tại thời điểm $t=0,25$ giây

Để biết vị trí, vận tốc và gia tốc của các điểm cần khảo sát tại từng thời điểm, chỉ cần nhấp chuột vào vị trí tương ứng trên bất kỳ đồ thị nào trong các đồ thị chuyển vị, vận tốc hay gia tốc. Trên đồ thị sẽ hiện lên vạch đo cho biết trị số của đại lượng cần tìm và trên màn hình sẽ nhận được vị trí của cơ cấu ứng với đúng thời điểm đó cùng với các véc tơ tương ứng.

Inventor cho phép xuất kết quả dưới dạng các véc tơ trên mô hình, dưới dạng đồ thị hiện ngay trên màn hình, dạng file văn bản với đuôi “.txt”, file số liệu với đuôi “.csv” để sử dụng trong Excel hoặc file “.avi” để chạy trong chương trình video.

4. KẾT LUẬN

Phần mềm Inventor là một phần mềm ứng dụng có nhiều ưu việt, cho phép khảo sát các cơ cấu phẳng, không gian với các loại liên kết khác nhau một cách nhanh chóng, trực quan và chính xác. Với cơ cấu được lấy làm ví dụ, để đạt được các kết quả như trình bày trong bài báo này phải mất rất nhiều thời gian, nhất là khi sử dụng phương pháp vẽ và giải tích. Trong khi đó, nếu khảo sát bằng phần mềm Inventor thì chỉ mất rất ít thời gian với độ chính xác và tính trực quan cao hơn nhiều. Ngoài ra, việc thay đổi hình dáng, kích thước của các khâu cũng được thực hiện rất nhanh chóng và thuận tiện. Vì vậy, việc ứng dụng phần mềm Inventor trong khảo sát động học

ơ cấu nói riêng và trong thiết kế máy nói chung sẽ đem lại hiệu quả rất cao.

Lời cảm ơn

Tác giả bài báo xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới ông Tôn Thất Tài và VietCAD Company Ltd., nhà phân phối chính thức các sản phẩm của hãng Autodesk Inventor tại Việt Nam, đã cung cấp và cho phép tác giả được sử dụng, khai thác phần mềm Inventor này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Phan Đình Huấn, Tôn Thất Tài, (2002). *Xây dựng mô hình 3 chiều và bản vẽ kỹ thuật bằng Inventor*. Nhà xuất bản “Khoa học và kỹ thuật”, Hà Nội.

Đặng Thế Huy, Nguyễn Khắc Thường (1982). *Nguyên lý máy*, NXB Nông nghiệp, trang 44.

Đình Gia Tường, Tạ Khánh Lâm (2000). *Nguyên lý máy*, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội, trang 43-103.

Ишмяков А. П. (2007). *Autodesk 2008. С днем рождения!*
http://www.cadmaster.ru/articles/pubplace_24610.html

Казначеева О. Н. (2007). *Autodesk в России: успехи, тенденции, перспективы*,
http://www.cadmaster.ru/articles/pubplace_24263.html

Юдин В. А., Л. В. Петрокас (1967). *Теория механизмов и машин*, Изд. “Высшая школа”, Москва. Стр. 89-119.