

# NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ THIẾT KẾ NGƯỢC ĐỀ CHẾ TẠO CÁC CHI TIẾT CÓ BIÊN DẠNG ĐẶC BIỆT

## RESEARCH ON COUNTER - DESIGNING TECHNOLOGY TO MANUFACTURE SPECIAL PROFILE PARTS

Trần Xuân Tuy<sup>1</sup>, Trần Nhật Thu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; tranxuantuy@yahoo.fr

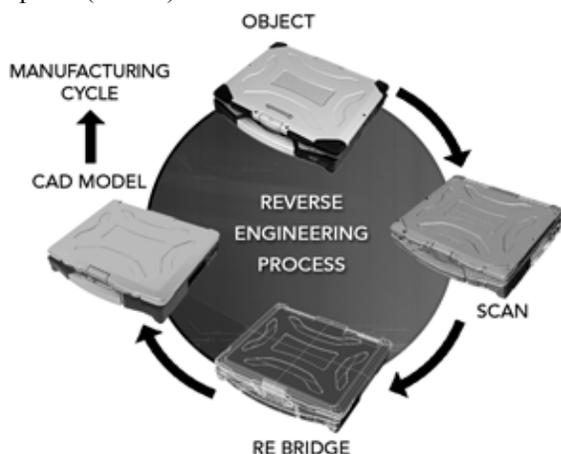
<sup>2</sup>Học viên CH K28, ngành Kỹ thuật Cơ khí, Đại học Đà Nẵng; crystallight.bk@gmail.com

**Tóm tắt** - Thiết kế và chế tạo theo phương pháp truyền thống là xuất phát từ nhu cầu có ý tưởng, từ đó phác thảo bản vẽ, sau đó gia công thử nghiệm và kiểm tra. Đây là quy trình thiết kế thuận. Quy trình thiết kế thuận phù hợp đối với chi tiết hoàn toàn mới. Còn đối với việc thiết kế lại chi tiết đã có sẵn độ phức tạp thì thiết kế thuận tốn nhiều thời gian với độ chính xác không cao. Để khắc phục hạn chế này của thiết kế thuận, công nghệ thiết kế ngược đã mang lại kết quả tốt hơn. Bài báo này trình bày về công nghệ thiết kế ngược, cùng với sự hỗ trợ của các thiết bị số, các công cụ CAD/CAM/CNC, công nghệ thiết kế ngược được thực hiện hoàn chỉnh và cho kết quả với độ chính xác biên dạng cao, đáp ứng nhu cầu thực tế về thiết kế, chế tạo và phát triển sản phẩm tại các nhà máy, doanh nghiệp ở khu vực miền Trung – Tây Nguyên.

**Từ khóa** - Thiết kế ngược; thiết kế ngược chi tiết có biên dạng phức tạp; ứng dụng CAD/CAM trong thiết kế ngược; quy trình thiết kế ngược; phần mềm thiết kế ngược.

### 1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, thiết kế ngược đã ra đời từ những năm 90 và được ứng dụng rộng rãi trong các nhà máy, dây chuyền sản xuất hiện đại. Công nghệ thiết kế ngược ra đời dựa trên nhu cầu sản xuất thực tế: Chúng ta cần thiết kế và chế tạo lại sản phẩm có sẵn, mà chưa hoặc không có mô hình CAD (Computer Aided Design) tương ứng. Thiết kế ngược được ứng dụng khá rộng rãi trong các ngành nghề khác nhau, đặc biệt trong lĩnh vực cơ khí chế tạo. Sản phẩm được tạo ra dựa trên cơ sở khôi phục lại nguyên vẹn hoặc phát triển lên từ thực thể ban đầu. Với sự trợ giúp của các công cụ CAD/CAM/CNC [1], thiết kế ngược là lựa chọn tối ưu cho lĩnh vực thiết kế lại và phát triển sản phẩm (Hình 1).



Hình 1. Quá trình thiết kế ngược [4]

Trong nước, thiết kế ngược đã được ứng dụng những

**Abstract** - Traditional designing and manufacturing derives from needs to ideas based on which drawings are sketched, tried out and looked over. This is called forward designing procedure, which is suitable for completely new details. This procedure when applied for available complicated details wastes a lot of time with low accuracy. To solve this problem, counter-designing technology brings about better results. This article represents counter-designing technology with the support of digital devices and CAD/CAM/CNC tools. The technology is performed completely with a high profile accuracy, meeting the practical needs of designing, manufacturing and developing products at factories and enterprises in the Central Region-Highlands.

**Key words** - Counter designing procedure; complicated profile details; the application of CAD/CAM/CNC tools for counter-designing procedure; Counter designing procedure; counter designing softwares.

năm gần đây. Tuy nhiên, lĩnh vực thiết kế ngược hầu như vẫn còn khá mới mẻ đối với kỹ thuật cơ khí. Công nghệ thiết kế ngược đã được nghiên cứu nhiều ở khu vực phía nam (TP Hồ Chí Minh), phía bắc (Hà Nội). Nhưng ở khu vực Miền Trung – Tây Nguyên thì đến nay chưa thấy có nghiên cứu nào nói về công nghệ này.

Để đáp ứng nhu cầu tại khu vực Miền Trung – Tây Nguyên, bài báo đề cập về công nghệ thiết kế ngược, ứng dụng thiết kế và chế tạo thử nghiệm thành công sản phẩm khuôn vi thuốc nhập ngoại (Panadol) và chai tương ớt Chin-Su, mà những quy trình thiết kế truyền thống không thể đáp ứng yêu cầu về độ chính xác biên dạng. ... Từ đó, có thể ứng dụng rộng rãi cho các chi tiết khác có độ phức tạp tương tự và cao hơn.

### 2. Giải quyết vấn đề

#### 2.1. Quy trình công nghệ thiết kế ngược

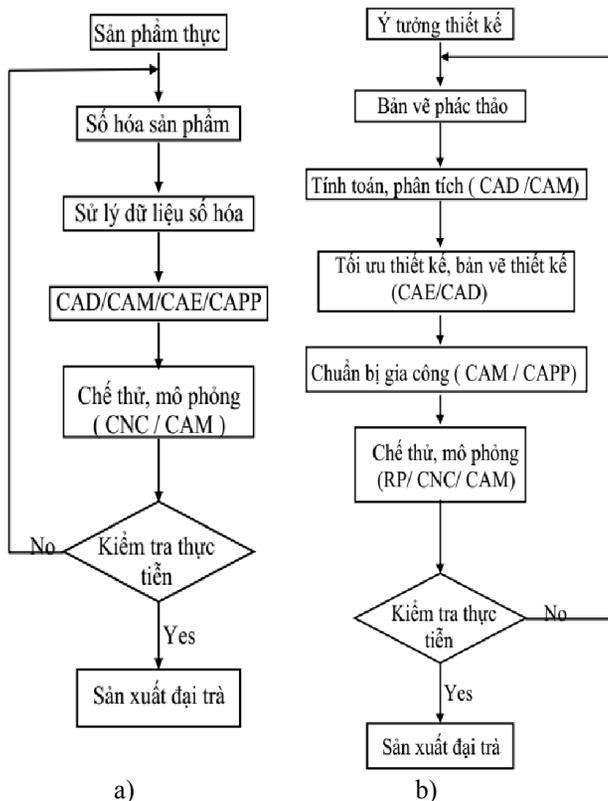
Quy trình công nghệ thiết kế ngược được thể hiện cụ thể trong sơ đồ Hình 2.a.

Đối với sơ đồ này, sự khác biệt so với quy trình thiết kế khác là ở giai đoạn số hóa, xử lý dữ liệu số hóa và xây dựng lại mô hình CAD. Các giai đoạn còn lại tương tự như các quy trình thiết kế thông thường (Hình 2.b)

#### 2.2. Thiết kế và chế tạo thử nghiệm 2 sản phẩm minh họa theo công nghệ thiết kế ngược

##### 2.2.1. Sản phẩm minh họa

Ta lựa chọn sản phẩm vi thuốc Panadol và chai tương ớt Chin-Su làm ví dụ minh họa để tiến hành thiết kế ngược như Hình 3.

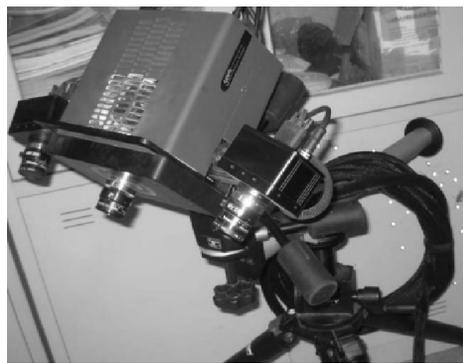


**Hình 2.** Quy trình công nghệ thiết kế ngược và thuận

### 2.2.2. Số hóa sản phẩm và xử lý dữ liệu số hóa



**Hình 3.** Sản phẩm vỉ thuốc và chai tương ớt



**Hình 4.** Máy quét ATOS I

Sử dụng máy quét ánh sáng trắng ATOS I như Hình 4 để số hóa sản phẩm.

**Bước 1:** Chuẩn hệ thống quét (lắp ráp máy quét, bàn quét, hệ thống đường cáp truyền, khởi động máy tính).

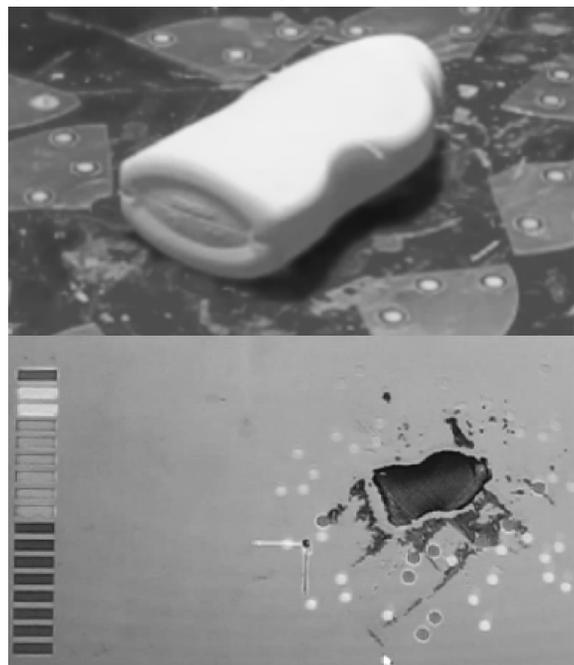
**Bước 2:** Phủ nhẹ lên bề mặt chi tiết một lớp sơn màu trắng (Hình 5), dán lên trên các bề mặt tạo nên chi tiết các điểm tham chiếu (hình tròn), và đặt chi tiết lên bàn quét (bàn quét này có thể xoay tròn và di chuyển được).



**Hình 5.** Quá trình phủ lớp sơn lên bề mặt sản phẩm

**Bước 3:** Tiến hành quét sản phẩm.

Quá trình quét và hiển thị dữ liệu số hóa trên màn hình máy tính được thể hiện trong Hình 6.



**Hình 6.** Quá trình quét và xử lý số hóa

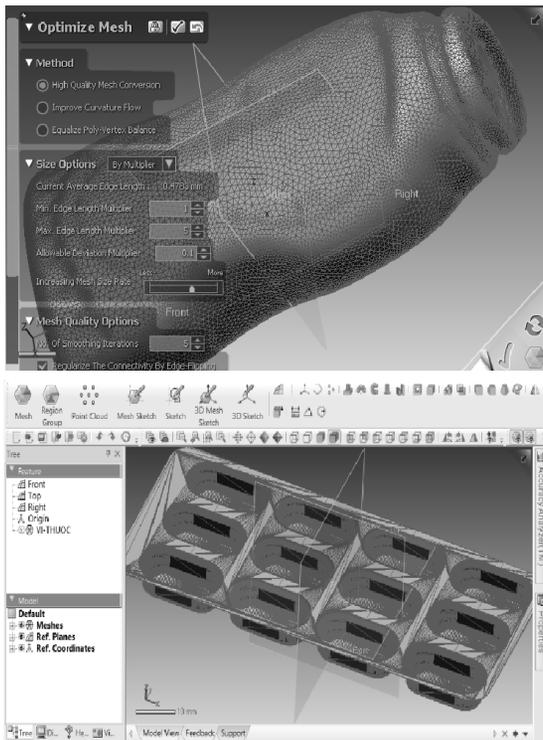
Kết quả sau khi quét sản phẩm ta được tệp tin định dạng \*.stl và được mở bởi một phần mềm CAD chuyên dùng như Hình 7.

### 2.2.3. Thiết kế lại trên cơ sở dữ liệu số hóa

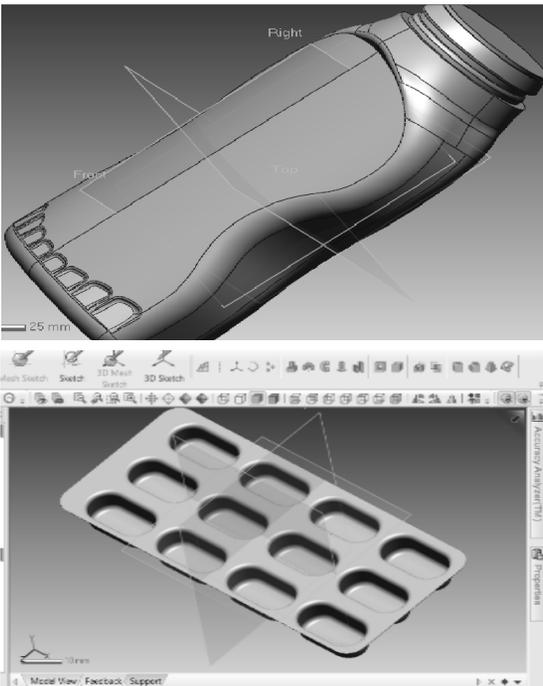
Sử dụng phần mềm thiết kế ngược Rapidform XOR3 [5] để hỗ trợ xây dựng thành dữ liệu CAD bằng các công cụ hỗ trợ tối ưu của phần mềm. Kết quả sau khi thiết kế lại thành tệp tin CAD như Hình 8.

### 2.2.4. Thiết kế khuôn cho sản phẩm

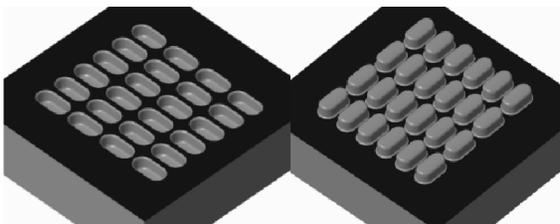
Dữ liệu CAD sau khi được thiết kế lại từ phần mềm hỗ trợ thiết kế ngược Rapidform XOR3 được đưa sang phần mềm Creo 3.0 để thiết kế khuôn cho sản phẩm.



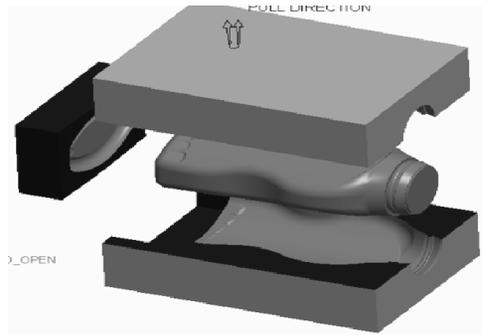
Hình 7. Sản phẩm sau khi Scan và xử lý



Hình 8. Sản phẩm sau khi mô hình CAD



Hình 9. Khuôn vỉ thuốc Panadol sau khi thiết kế với phần mềm Creo 3.0



Hình 10. Khuôn chai tương ốt sau khi thiết kế

Với những tính năng mạnh mẽ của phần mềm Creo 3.0, quá trình thiết kế khuôn được thực hiện dễ dàng với các công cụ có sẵn trong phần mềm. Kết quả sau khi thiết kế khuôn được thể hiện trong Hình 9 và Hình 10.

### 2.2.5. Lập trình gia công và chế tạo thử nghiệm

Để có chiến lược chạy dao gia công tối ưu, chúng ta sử dụng phần mềm hỗ trợ lập trình gia công MasterCam X7 [2]. Tiến hành thiết lập góc tọa độ, phi, lựa chọn dao và các thông số cắt gọt như thực tế gia công cùng với chiến lược chạy dao tối ưu của phần mềm. Bảng 1, 2, 3, 4 là các thông số cắt gọt gia công khuôn chai tương ốt Chin-Su được tra trong phần mềm tính toán chế độ cắt theo kích thước và vật liệu dao SecoCut.

Bảng 1. Thông số gia công phay mặt đầu

Dao phay mặt đầu FaceMill 50mm	
S (Vg/phút)	1452
F (mm/phút)	613
Plunge Rate (mm/phút)	50
Step down (mm)	2
Step over (mm)	45
Retract Rate (mm/phút)	1000
Depth (mm)	-2

Bảng 2. Thông số gia công biên dạng ngoài

Dao phay ngón EndMill 10mm	
S (Vg/phút)	2500
F (mm/phút)	300
Plunge Rate (mm/phút)	50
Step down (mm)	5
Step over (mm)	3
Retract Rate (mm/phút)	1000
Depth (mm)	-35

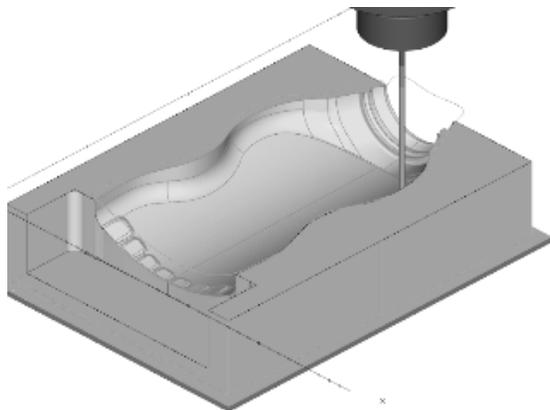
Bảng 3. Thông số gia công thô lòng khuôn

Dao phay ngón EndMill 4mm	
S (Vg/phút)	3500
F (mm/phút)	294
Plunge Rate (mm/phút)	35
Step down (mm)	2.8
Step over (mm)	1.2
Retract Rate (mm/phút)	4000
Depth (mm)	-

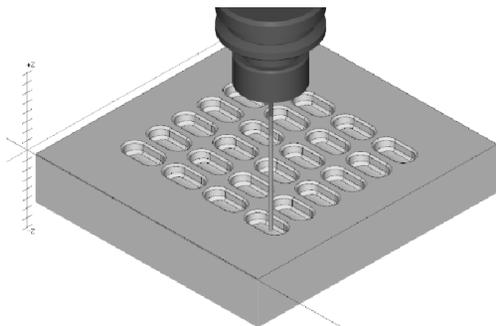
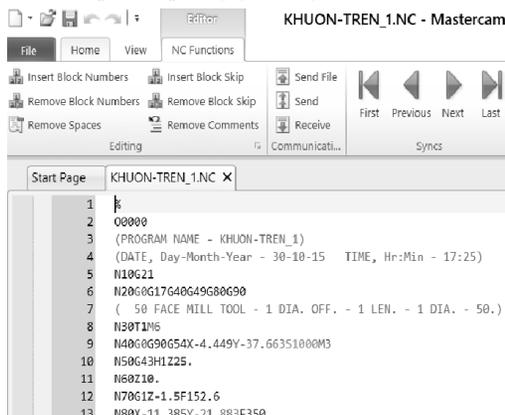
**Bảng 4.** Thông số gia công tinh lòng khuôn

Dao phay cầu BallMill 2mm	
S (Vg/phút)	16500
F (mm/phút)	613
Plunge Rate (mm/phút)	50
Step down (mm)	2
Step over (mm)	45
Retract Rate (mm/phút)	1000
Depth (mm)	-2

Kết quả mô phỏng gia công sau khi lập trình trên phần mềm MasterCam X7 được thể hiện trong Hình 11 và Hình 12.

**Hình 11.** Kết quả mô phỏng gia công khuôn

Sau khi gá đặt phôi, khai báo dao, thiết lập hệ trục tọa độ, ... (Hình 15), ta tiến hành cho máy chạy với mã lệnh xuất từ phần mềm MasterCam X7.

**Hình 12.** Kết quả mô phỏng gia công khuôn vi thuốc Panadol**Hình 13.** Xuất mã lệnh G để đưa vào máy CNC

Sau khi thấy kết quả mô phỏng an toàn, chính xác, ta tiến hành xuất mã lệnh G (Hình 13), kết hợp với chỉnh

sửa mã G [3] nếu cần thiết, để đưa vào máy CNC Emco Concept Mill 155 để tiến hành gia công thử nghiệm.

Máy CNC Emco Concept Mill 155 là máy gia công điều khiển số 3 trục, với hành trình X, Y, Z thể hiện trong Hình 14 [6].

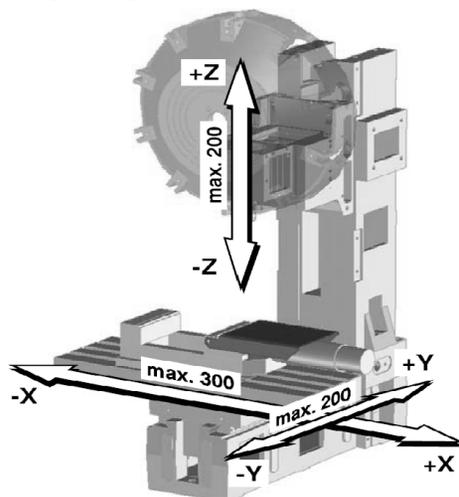
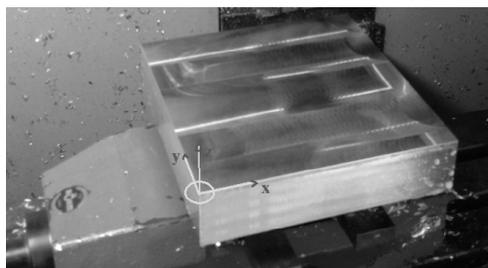
### 3. Kết quả nghiên cứu và bình luận

#### 3.1. Kết quả

Sau khi gia công thử nghiệm, kết quả chi tiết hoàn thiện thể hiện trong Hình 16. Ta tiến hành kiểm tra biên dạng của chi tiết so với thiết kế: Hoàn toàn đạt yêu cầu.

#### 3.2. Bình luận

Thiết kế ngược đối với lĩnh vực thiết kế lại hoặc phát triển sản phẩm đã có có ưu điểm hơn hẳn so với các phương pháp thiết kế truyền thống. Chúng ta có thể áp dụng thiết kế ngược để thiết kế, chế tạo các chi tiết trong tự và có độ phức tạp cao hơn.

**Hình 14.** Hành trình lớn nhất của các trục X, Y, Z trong máy CNC EMCO CONCEPT MILL 155 [6]**Hình 15.** Điểm gốc tọa độ gia công**Hình 16.** Kết quả gia công thử nghiệm

#### 4. Kết luận

Chúng ta đã ứng dụng công nghệ thiết kế ngược để giải quyết vấn đề và có được kết quả đạt yêu cầu về độ chính xác biên dạng.

Phương pháp sử dụng linh động các công cụ CAD/CAM/CNC để hỗ trợ thiết kế và chế tạo các chi tiết theo quy trình công nghệ thiết kế ngược đạt kết quả nhanh và chính xác.

Có thể dùng thiết kế ngược đối với tất cả các chi tiết tương tự và có độ phức tạp cao hơn để đáp ứng nhu cầu cấp thiết về thiết kế và chế tạo các sản phẩm tương tự, phức tạp hơn ở khu vực Miền Trung – Tây Nguyên.

Ở bài báo này, chúng ta chỉ dừng lại ở việc đánh giá độ chính xác về biên dạng. Công nghệ này cần được nghiên cứu, ứng dụng để thiết kế và chế tạo chi tiết đạt độ chính xác về hình dáng hình học của chi tiết. Cần tiếp

cần công nghệ in 3D khi nghiên cứu về công nghệ thiết kế ngược.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lư Quang Huy (2006), *Cơ sở CAD/CAM trong thiết kế và chế tạo*, NXB Hà Nội.
- [2] Trần Vinh Hưng, Trần Ngọc Hiền (2006), *Mastercam - phần mềm thiết kế công nghệ cad/cam điều khiển các máy cnc*, NXB KH&KT.
- [3] Trần Thế San, Nguyễn Ngọc Phương (2006), *Sổ tay lập trình CNC*, NXB Đà Nẵng.
- [4] Eldad Eilam (2005), *Reversing: Secrets of Reverse Engineering*, Published simultaneously in Canada.
- [5] Rapidform (2007), *Rapidform tutorials*, INUS Technology, Inc in 601-20 Yeoksamdong Gangnamgu Seoul 135-080 Korea.
- [6] Emco Maier (2003), *PC-controlled milling machine for training*, Gesellschaft m. b. H. Abteilung Technische Dokumentation A-5400 Hallein, Austria.

(BBT nhận bài: 18/11/2015, phân biện xong: 04/12/2015)