

## CHƯƠNG

**MECHANISM- LẮP RÁP TẠO CHUYỂN ĐỘNG****I. PIN CONECTION**

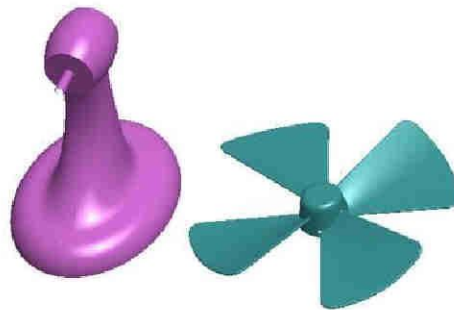
**ĐẶC ĐIỂM:** Kiểu lắp ghép này cho phép chi tiết lắp vào bị hạn chế 5 bậc tự do, chi tiết lắp vào có thể tạo chuyển động xoay quanh một trục.

**VÍ DỤ: Fan assembly**

1. Mở file có tên là **fan.asm** trong thư mục **Mechanism**, ta được hình ảnh như sau

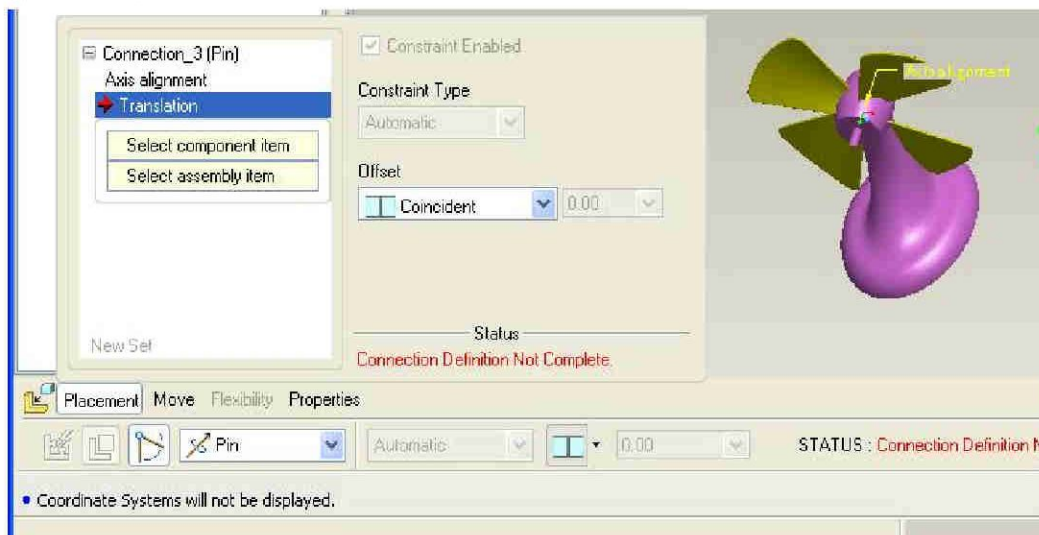


2. Lắp chi tiết **fan\_blades.prt** vào, trên màn hình chi tiết xuất hiện như sau



Trên **Dashboard** hiệu chỉnh như sau:

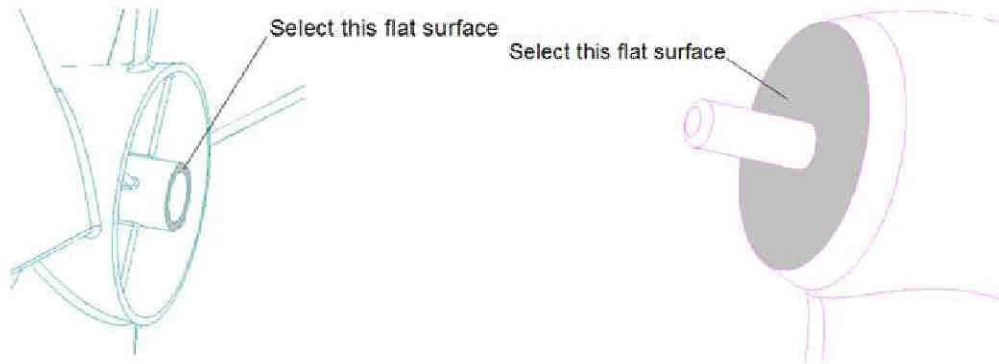
- Ở ô **User Defined** chọn kiểu lắp là **Pin**
- Bấm vào **Placement**, chọn **Axis alignment** chọn hai trục **Fan\_axis** và **Blade Axis** của hai chi tiết, ta sẽ được như hình sau



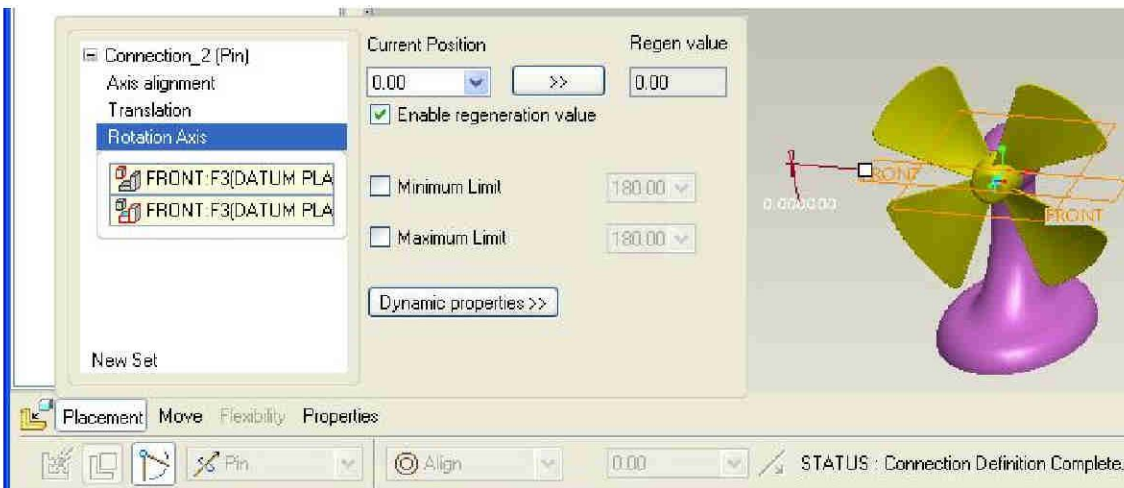
- Bấm đồng thời Ctrl-Alt và chuột phải kéo chi tiết ra như hình sau



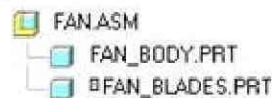
- Phần **Translation** chọn hai mặt như hình sau



- Phần **Rotation Axis** (thiết lập vị trí ban đầu – Chuẩn **Zeros**) chọn hai mặt phẳng **Front** của hai chi tiết; Đánh dấu kiểm tra *enable regeneration value*



3. Bấm nút hoàn thành việc lắp ráp, trên model tree sẽ thấy hai chi tiết

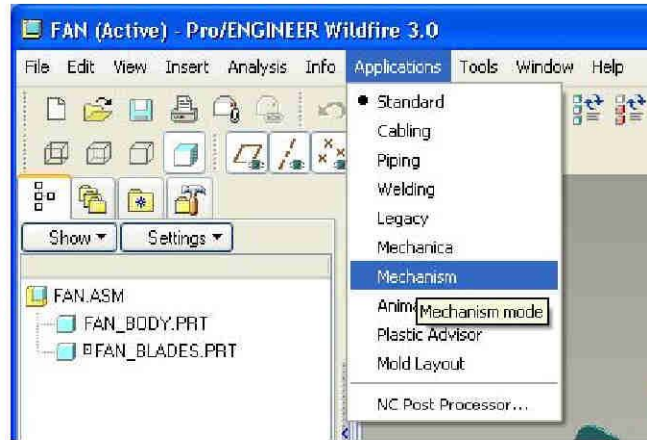


4. **Dragging the blades Around (xoay cánh quạt bằng chuột):**


- Bấm vào nút , xuất hiện hộp thoại Drag, pick chuột vào cánh quạt, ta có thể xoay nó được bằng chuột

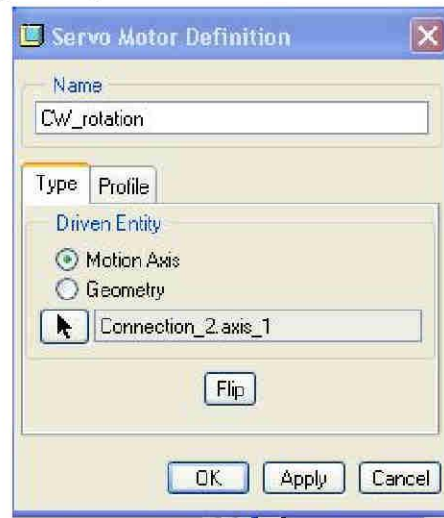
- Bấm vào nút ; Lưu bài học lại

## 5. Chọn Applications -> Mechanism, ta sang phần tạo chuyển động cho cánh quạt

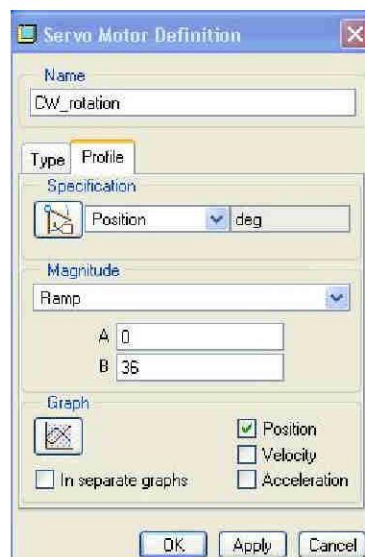


## 6. Tạo mô tơ chuyển động (Servo Motors)

- Bấm vào nút  để tạo một mô tơ chuyển động quay cho cánh quạt
- Bên thẻ **Type** gõ tên và chọn mối ghép pin ở trên để tạo chuyển động cho nó (nhớ bấm **Flip** để cánh quạt quay đúng chiều)



- Bên thẻ **Profile**, ta thiết lập như sau



- Bấm **Ok** kết thúc bước tạo mô tơ

**Ghi chú:**

+ **Position:** Nhập phương trình chuyển động theo vị trí (còn hai kiểu còn lại là vận tốc-velocity; và gia tốc- acceleration)

+ **Ramp:** phương trình chuyển động động học dạng  $q=A+B*t$ : trong đó t là thời gian; như vậy đây là phương trình chuyển động đều

Magnitude	Phương trình
Constant	Hằng số
Cosine	$q = A*\cos(360*x/T + B) + C$ A = Amplitude: Biên độ B = Phase: Pha ban đầu C = Offset: Độ lệch ban đầu T = Period: Chu kỳ
SCCA	Xem bên dưới bảng này
Cycloidal	$q = L*x/T - L*\sin(2*pi*x/T)/2*Pi$
Parabolic	$q = A*x + 1/2*B(x^2)$
Polynomial	$Q = A + B*x + C*x^2 + D*x^3$
Table	Tạo bảng cột 1 là thời điểm, cột 2 là vị trí ứng với thời điểm đó
Used Defined	Tìm hiểu qua bài tập 1

**SCCA:**

for $0 \leq t < A$	$y = H*\sin[(t*pi)/(2*A)]$
for $a \leq t < (A + B)$	$y = H$
for $(A + B) \leq t < (A + B + 2*C)$	$y = H*\cos[(t - A - B)*pi/(2*C)]$
for $(A + B + 2*C) \leq t < (A + 2*B + 2*C)$	$y = -H$
for $(A + 2*B + 2*C) \leq t \leq 2*(A + B + C)$	$y = -H*\cos[(t - A - 2*B - 2*C)*pi/(2*A)]$

Trong đó:  $A+B+C=1$

A, B, C: Các hệ số

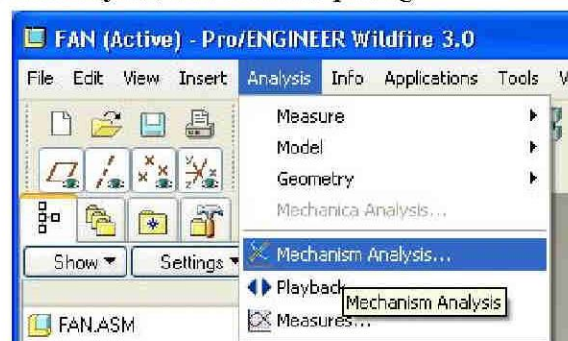
H: Biên độ

T: Chu kỳ

$t = t_a*2/T$ ; với  $t_a$  là thời gian mô phỏng thực

**7. Mô phỏng chuyển động (Analysis)**

- **Analysis -> Mechanism Analysis**, bắt đầu mô phỏng

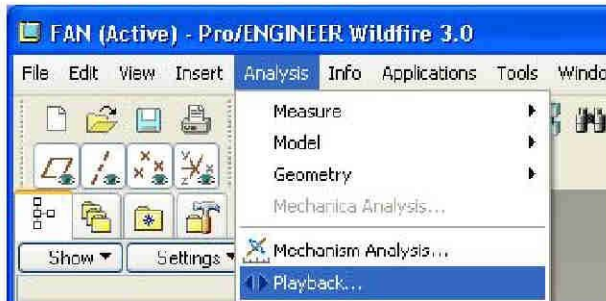




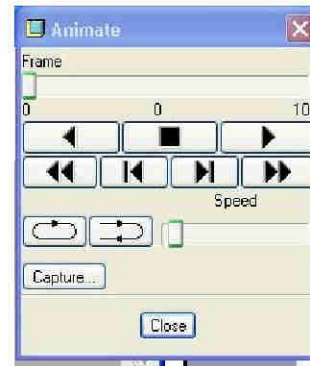
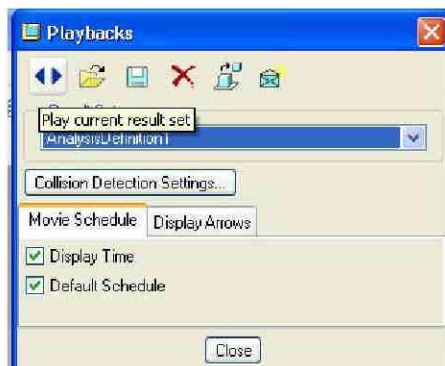
- Chọn kiểu mô phỏng là **Kinematic** (mô phỏng động học), bấm **Run** ở phía dưới ta sẽ thấy cánh quạt quay 1 vòng trong 10 giây. Xong bấm **OK**

## 8. Xuất ra File .mpg

- **Analysis -> Playback**



- Chọn nút trên góc trái  của menu **Playbacks**; xuất hiện menu **Animate**; Bấm vào nút play ta có thể mô phỏng lại



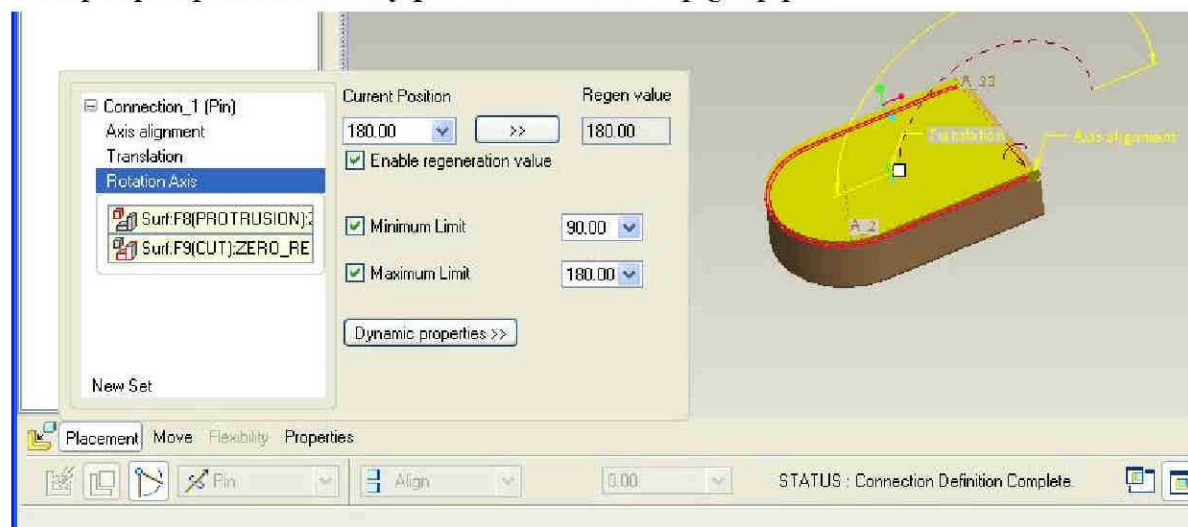
- Bấm vào nút **Capture** ta sẽ xuất ra được file film với đuôi là .mpg và có thể mở được bằng chương trình **Windows Media Player**


## 9. Kiểm tra giao thoa giữa các chi tiết khi chuyển động

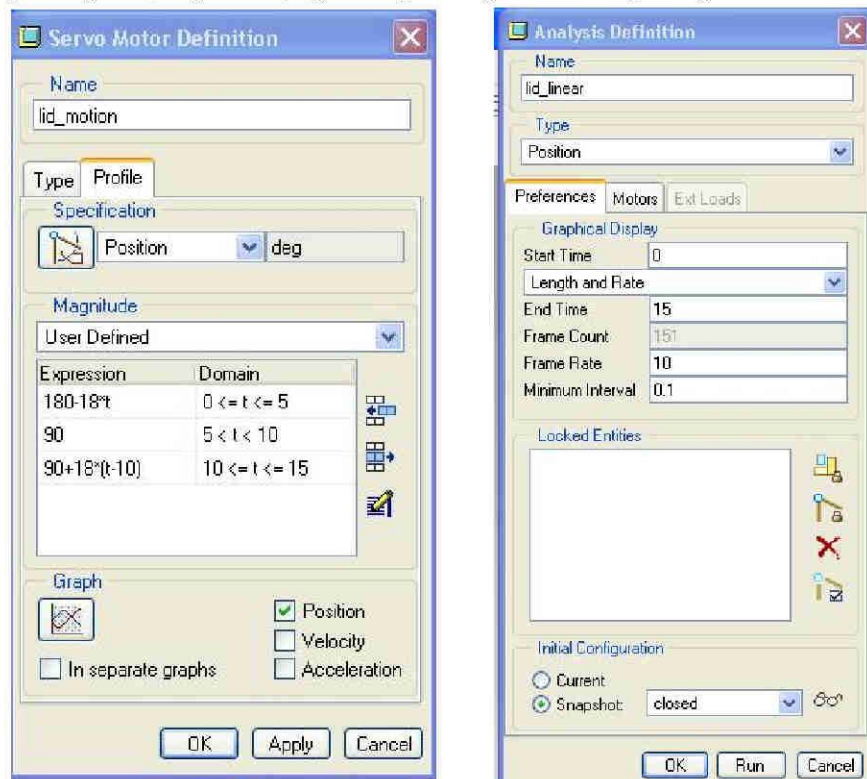
- Phần này có thể kiểm tra bằng cách bấm vào nút **Collision Detection Settings** trong menu **Playbacks**

## BÀI TẬP 1: MỞ BOX.ASM

1. Lắp ráp: lắp file **box\_body.prt** vào theo kiểu lắp ghép pin



2. Bấm vào nút , xuất hiện hộp thoại **Drag**, bấm sang **Snapshots** chụp ảnh vị trí đóng hộp (180°-closed), và vị trí mở hộp (90°- **Opened**)
3. Tạo chuyển động cho nắp hộp mở ra 90° trong 5s, dừng ở vị trí 90° trong 5s; sau đó đóng lại trong vòng 5s (Hãy sử dụng kiểu phương trình mô phỏng là **Used defined**)



4. Xuất file .mpg

## **BÀI TẬP 2: MỞ FRAME\_RATE.ASM**

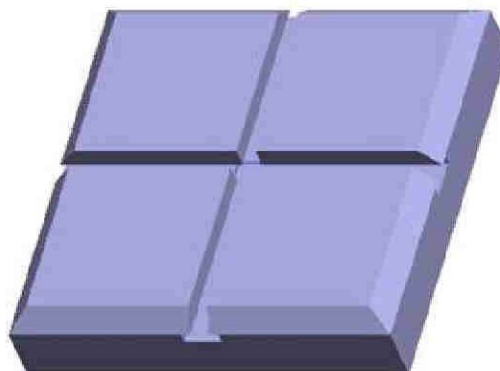
1. Lắp ráp: lắp file **Frame\_two.prt** vào theo kiểu lắp ghép pin
2. Tạo chuyển động tròn cho cây kim 5 vòng trong 10s
3. Xuất file .mpg

## **II. SLIDER CONECTION**

**ĐẶC ĐIỂM:** Kiểu lắp ghép này cho phép chi tiết lắp vào bị hạn chế 5 bậc tự do, chi tiết lắp vào có thể tạo chuyển động tịnh tiến theo một phương

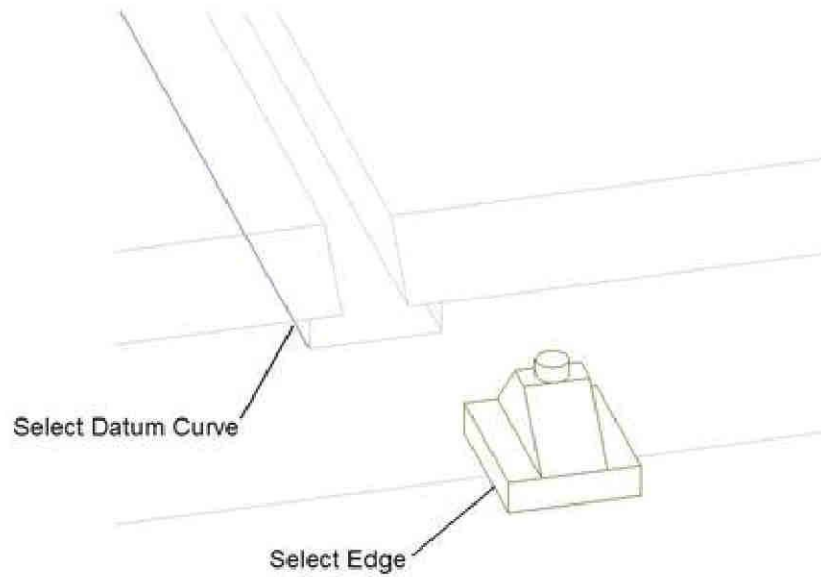
## **VÍ DỤ: CRANK.ASM**

1. Mở file **Crank.asm**, ta có hình như sau

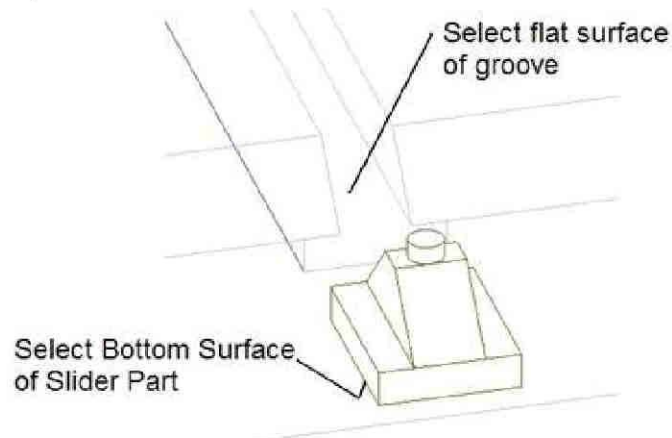


## 2. Lắp Crank\_Slider\_1.prt như sau:

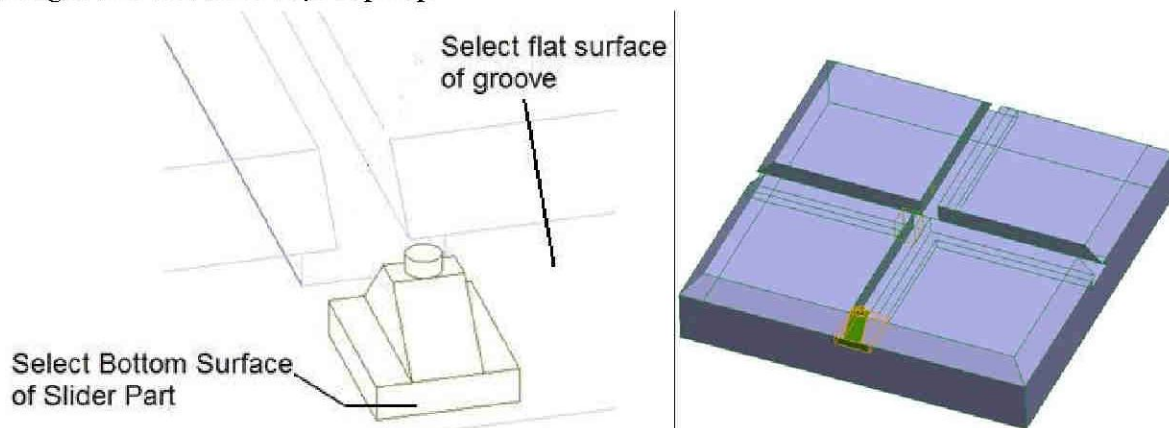
- Chọn kiểu lắp ghép là **Slider**
- **Axis Alignment** chọn hai đối tượng như hình sau:



- **Rotation** chọn hai mặt như hình sau:

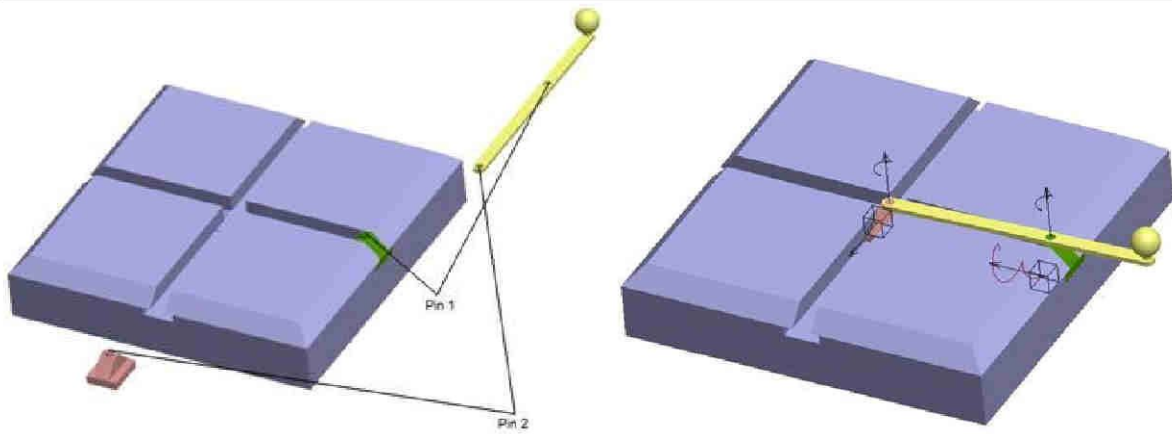


- **Translation Axis** chọn hai mặt ngoài, đánh dấu kiểu trước *Enable Regeneration Value* , xong **Done** kết thúc việc lắp ráp



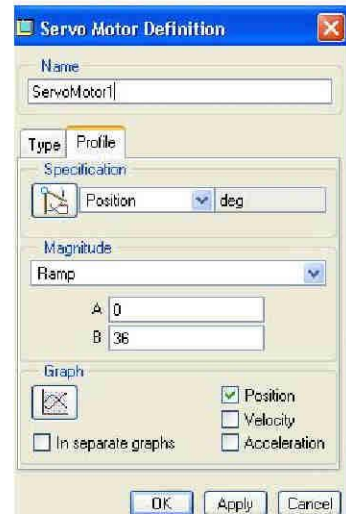
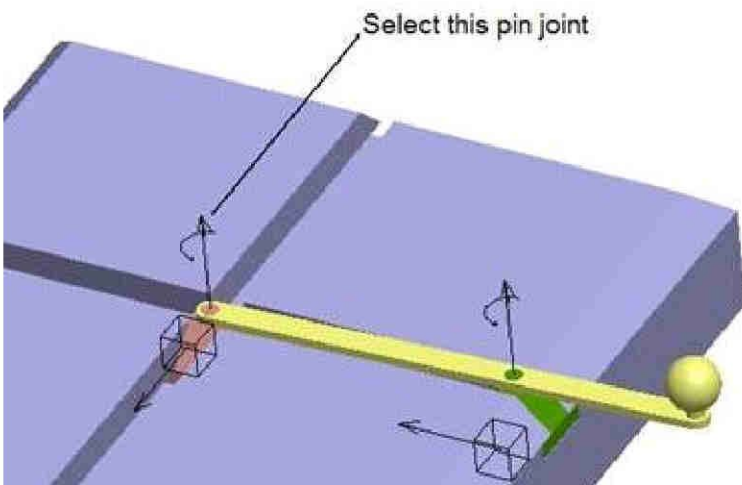
3. Tương tự lắp **Crank\_Slider\_2.prt**, Nhưng không chọn mặt cho phần **Translation Axis**, mà bỏ trống phần này
4. Lắp **Crank\_arm.prt**, bằng hai kiểu lắp pin ( chú ý phần **Rotation Axis** bỏ trống)





**5. Servo motor:**

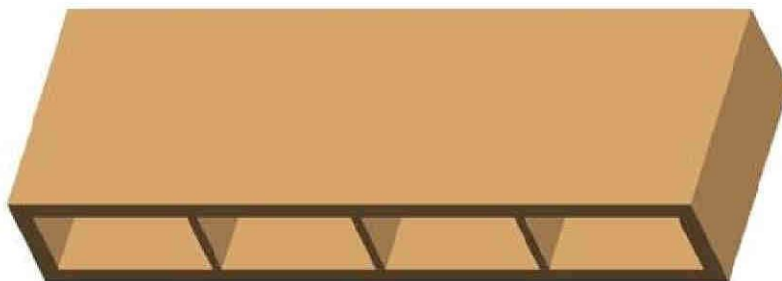
Tạo mô tơ cho kiểu ghép pin 2



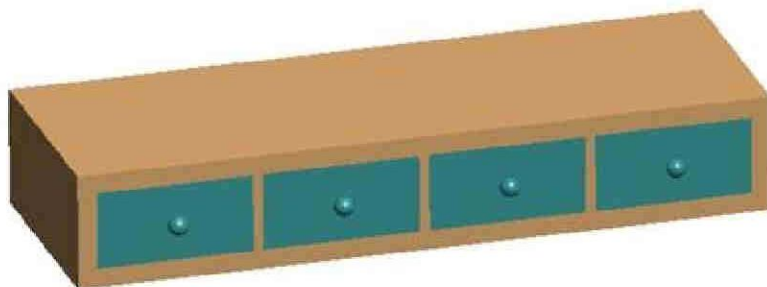
Tiến hành mô phỏng và xuất file .mpg tương tự phần I

**BÀI TẬP:**

1. Mở file Storage\_Drawer.asm



2. Lắp chi tiết Drawer.prt vào bằng 4 kiểu ghép slider



3. Tạo chuyển động mở cho 4 hộc lần lượt từ trái qua phải, xong đóng chúng lại trong 40s

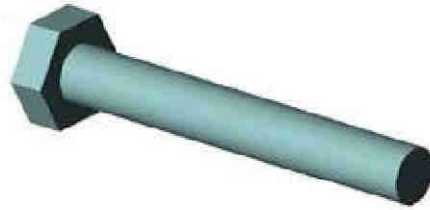


### III. CYLINDER CONECTION

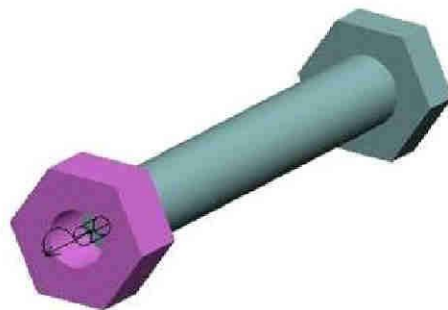
**ĐẶC ĐIỂM:** Kiểu lắp ghép này cho phép chi tiết lắp vào bị hạn chế 4 bậc tự do, chi tiết lắp vào có thể tạo chuyển động tịnh tiến theo một trục, và có thể xoay được theo trục đó

**VÍ DỤ:** Bolt\_nut.asm

1. Mở file Bolt\_nut.asm



2. Lắp chi tiết Hex\_nut.prt vào theo kiểu lắp Cylinder (chọn đường tâm hai chi tiết). Vị trí Zeros là lúc đai ốc bắt đầu vận vào



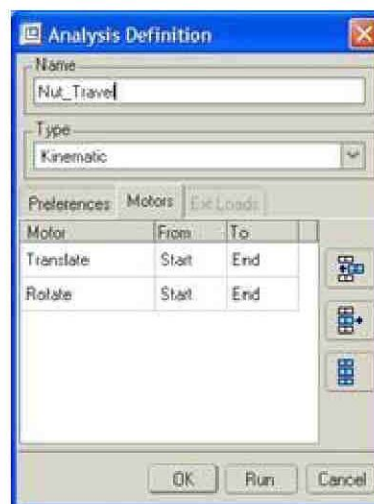
3. Tạo Snapshots tại điểm bắt đầu, đặt tên là Start

4. Motor Servo: ta cần tạo hai chuyển động xoay và tịnh tiến đồng thời để mô phỏng quá trình vận vào của đai ốc

- **Chuyển động tịnh tiến:** thiết lập phương trình chuyển động là **Ramp**, **A = 0**, **B = 0.1** tạo chuyển động tịnh tiến trong 10s đi được 1 inch

- **Chuyển động quay:** thiết lập phương trình chuyển động là **Ramp**, **A = 0**, **B = -720** tạo chuyển động quay trong 10s đi được 7200 vòng

4. **Analysis:** kết hợp hai chuyển động trên ta sẽ mô phỏng được chuyển động quay ren của con đai ốc



**BÀI TẬP: Locking\_arm.asm**

1. Mở file locking\_arm.asm



2. Lắp chi tiết Cyl\_Handle.prt vào theo kiểu lắp Cylinder

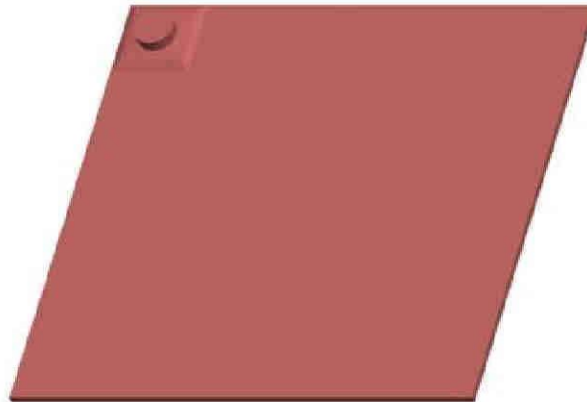
3. Tạo chuyển động xoay  $36^\circ$  trong 5s, tiếp theo tịnh tiến xuống trong 10s; tiếp tục xoay  $36^\circ$  trong 5s, ta sẽ được vị trí bị khóa của cánh tay

**IV. PLANAR CONECTION**

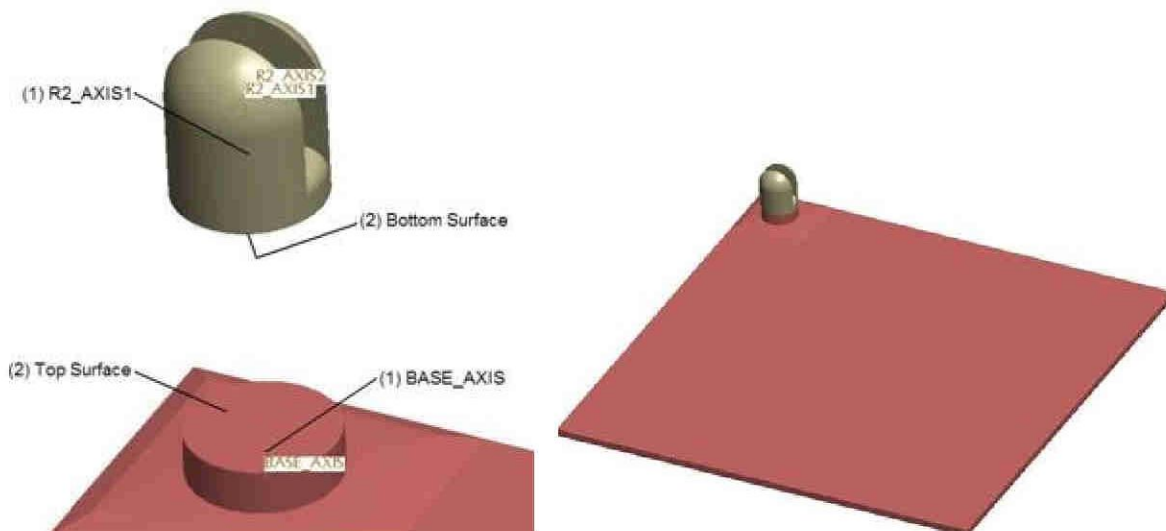
**ĐẶC ĐIỂM:** Kiểu lắp ghép này cho phép chi tiết lắp vào bị hạn chế 3 bậc tự do, chi tiết lắp vào có thể tạo chuyển động tịnh tiến theo hai hướng trên một mặt phẳng và có thể xoay được theo trục động luôn vuông góc với mặt phẳng đó

**VÍ DỤ: Planar\_robot.asm**

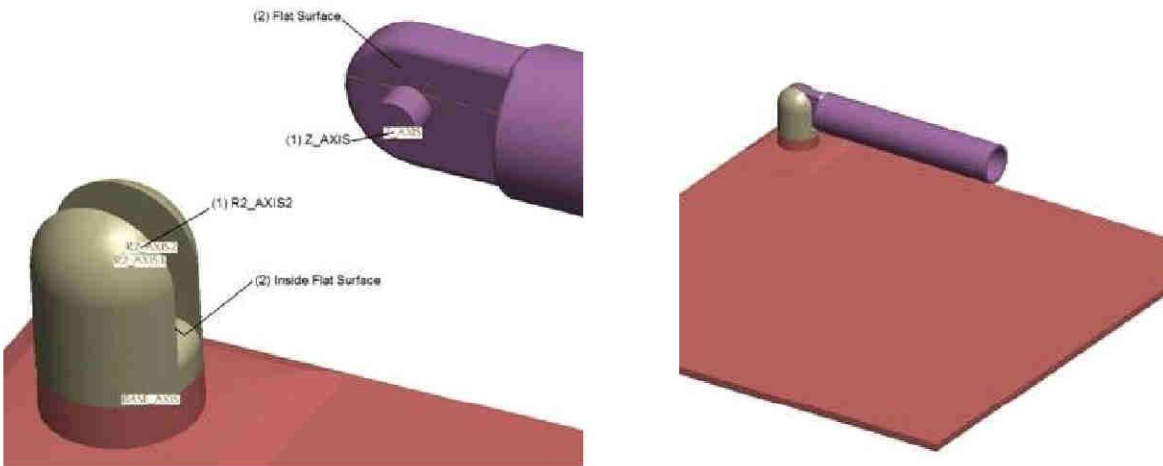
1. Mở file Planar\_robot.asm



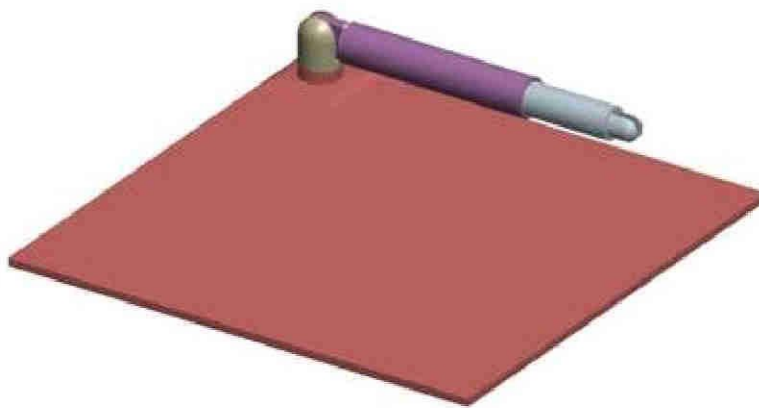
2. Lắp chi tiết PRobot\_2.prt vào theo kiểu lắp Pin



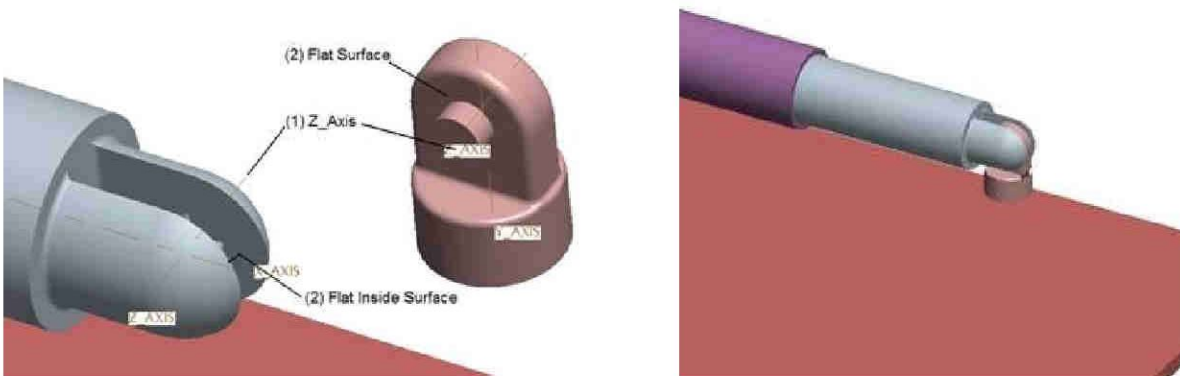
3. Lắp chi tiết **PRobot\_3.prt** vào theo kiểu lắp **Pin**



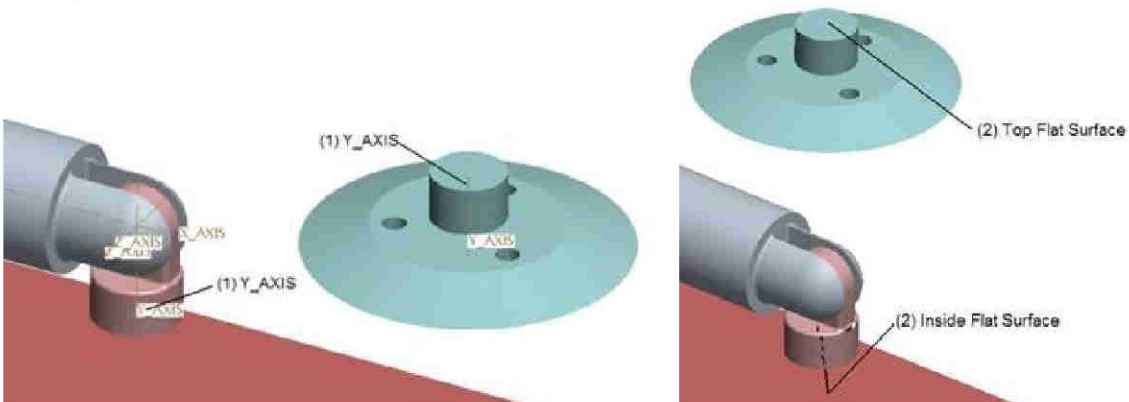
4. Lắp chi tiết **PRobot\_4.prt** vào theo kiểu lắp **Slider**



5. Lắp chi tiết **PRobot\_5.prt** vào theo kiểu lắp **Pin**

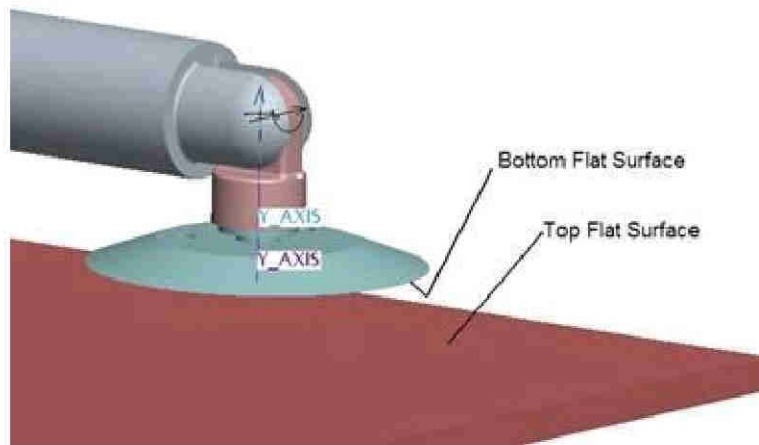


6. Lắp chi tiết **PRobot\_6.prt** vào theo kiểu lắp **Pin**





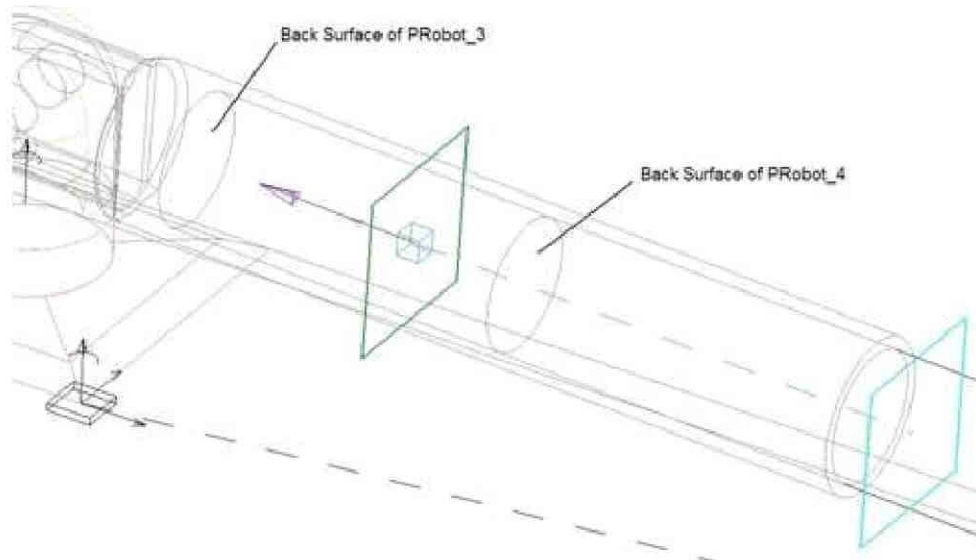
Thêm 1 kiểu lắp cho chi tiết này, đó là kiểu ghép **Planar**



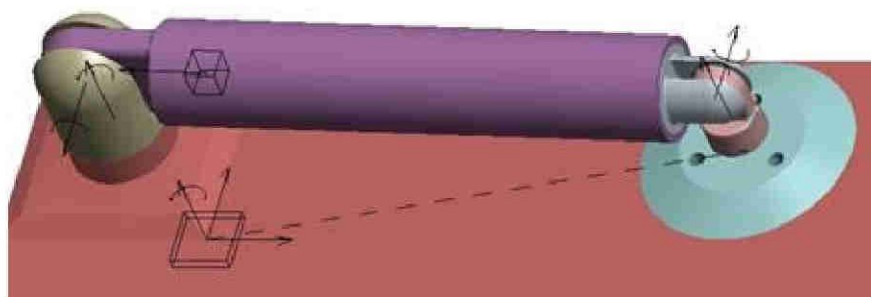
Sau khi lắp xong ta sẽ được hình sau (hướng nhìn **Front**)



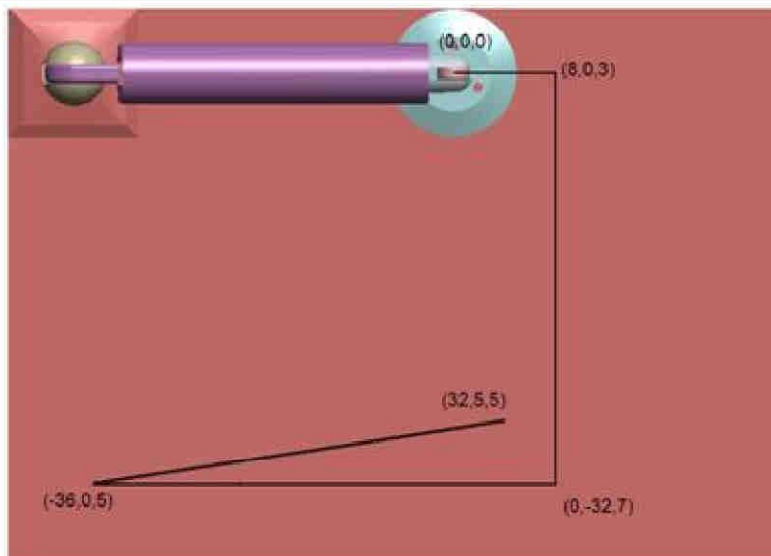
7. Edit Definition chi tiết **PRobot\_4.prt** lựa chọn hai mặt sau làm chuẩn **Zeros**



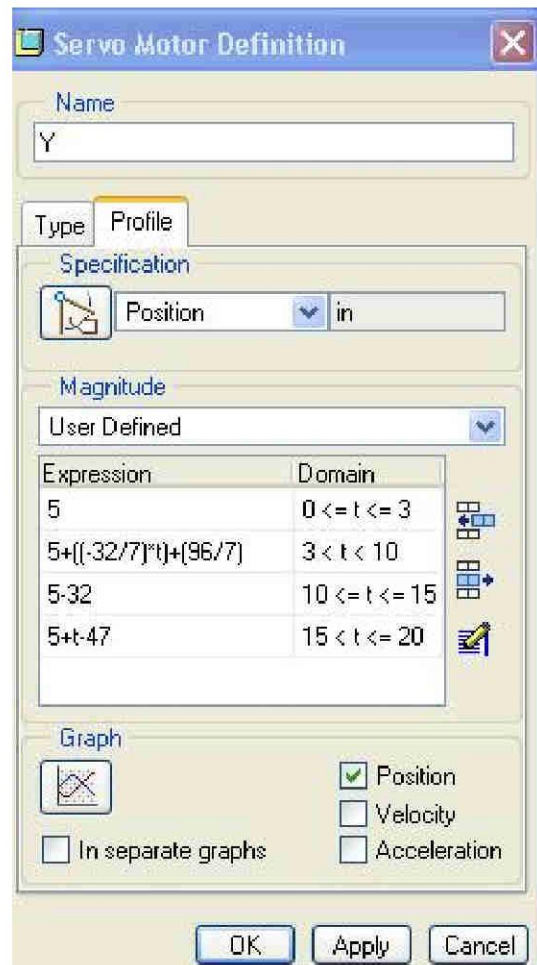
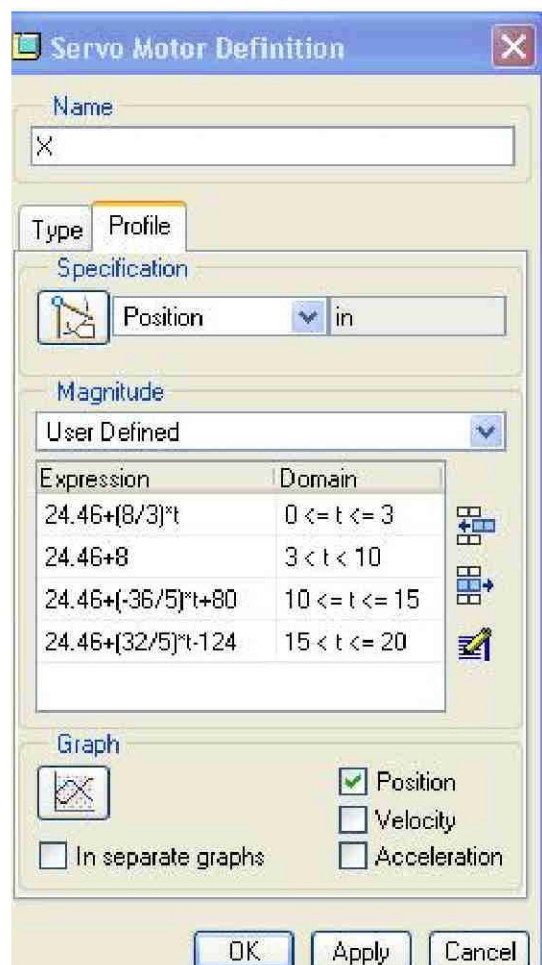
8. Tạo **Snapshot** cho vị trí ban đầu này (**Start**)



9. Chúng ta tạo chuyển động cho cánh tay robot này theo quỹ đạo như hình sau



Tạo Motor Servo cho hai phương tịnh tiến tự do X và Y của kiểu lắp ghép Planar



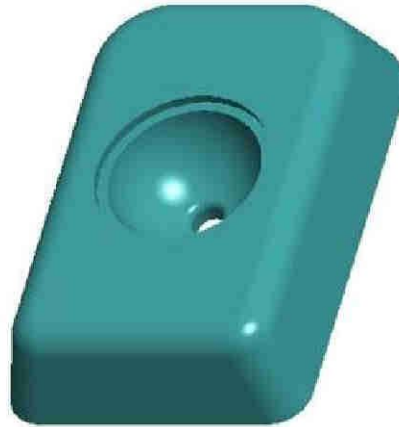
10. Tiến hành mô phỏng trong 20s

### V. BALL CONECTION

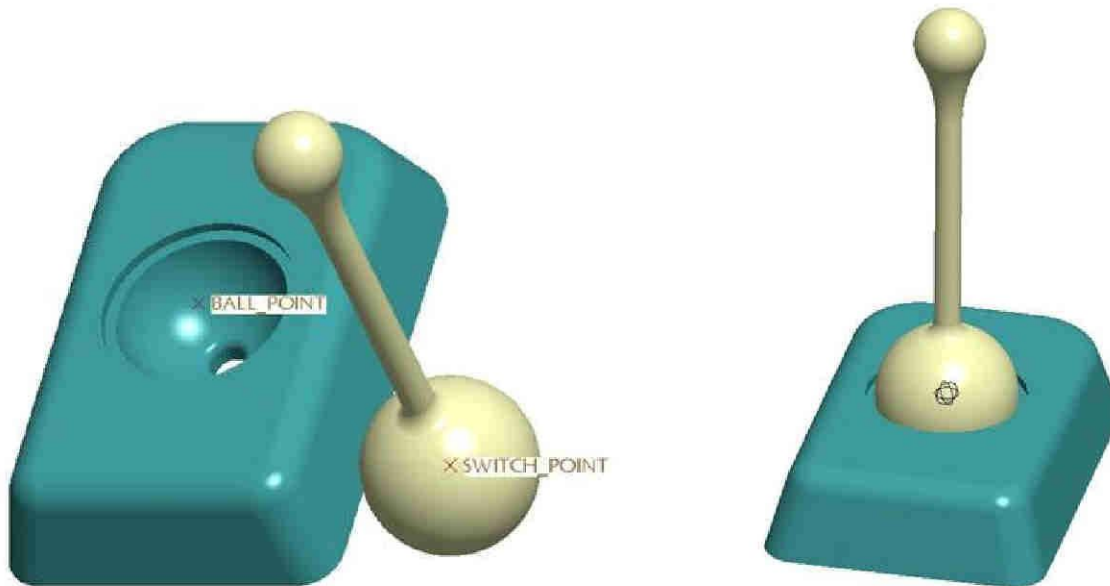
**ĐẶC ĐIỂM:** Kiểu lắp ghép này cho phép chi tiết lắp vào bị hạn chế 3 bậc tự do tịnh tiến, chi tiết lắp vào có thể tạo chuyển động xoay tự do theo ba trục x,y,z

#### VÍ DỤ: Toggle\_Switch.asm

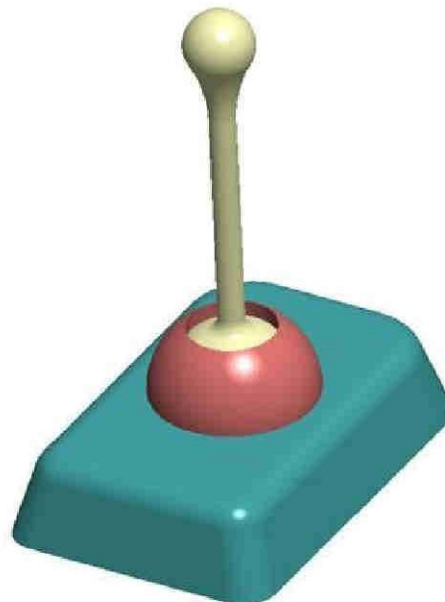
1. Mở file **Toggle\_Switch.asm**




2. Lắp chi tiết **TS\_Switch.prt** vào theo kiểu lắp **Ball**, chỉ cần chọn hai điểm **Ball\_point** và **Switch\_Point** là hoàn thành kiểu lắp



3. Lắp cứng chi tiết **TS\_Top.prt** vào hoàn chỉnh lắp ráp



4. Dùng công cụ , pick vào chi tiết **TS\_Switch.prt** ta sẽ thấy sự di chuyển tự do quay theo ba trục của nó

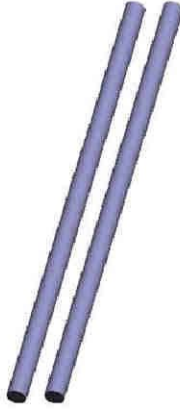


## V. BEARING CONECTION

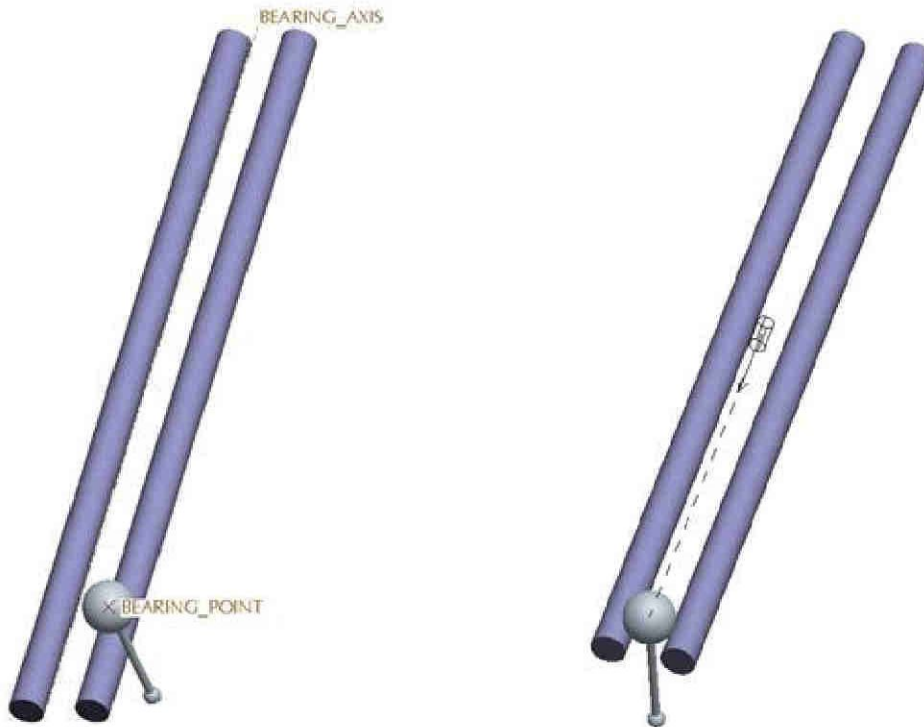
**ĐẶC ĐIỂM:** Kiểu lắp ghép này cho phép chi tiết lắp vào bị hạn chế 2 bậc tự do tịnh tiến, chi tiết lắp vào có thể tạo chuyển động xoay tự do theo ba trục x,y,z và chuyển động tịnh tiến tự do theo một phương


**VÍ DỤ:** Bearing\_Connection.asm

1. Mở file Bearing\_Connection.asm



2. Lắp chi tiết Bearing\_Slide.prt vào theo kiểu lắp Bearing, chỉ cần chọn hai đối tượng Bearing\_point và Bearing\_Axis là hoàn thành kiểu lắp



4. Dùng công cụ , pick vào chi tiết Bearing\_slide.prt ta sẽ thấy sự di chuyển tự do quay theo ba trục và 1 phương tịnh tiến của nó

## V. SLOT CONECTION

**ĐẶC ĐIỂM:** Kiểu lắp ghép này cho phép chi tiết lắp vào bị hạn chế 2 bậc tự do tịnh tiến, chi tiết lắp vào có thể tạo chuyển động xoay tự do theo ba trục x,y,z và chuyển động trượt tự do theo moat đường dẫn cong

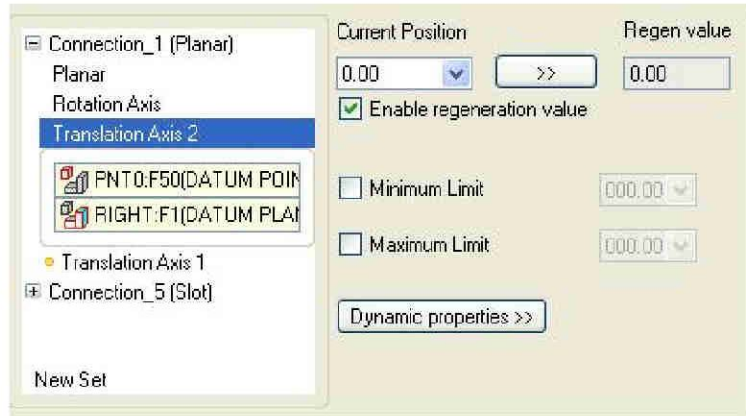
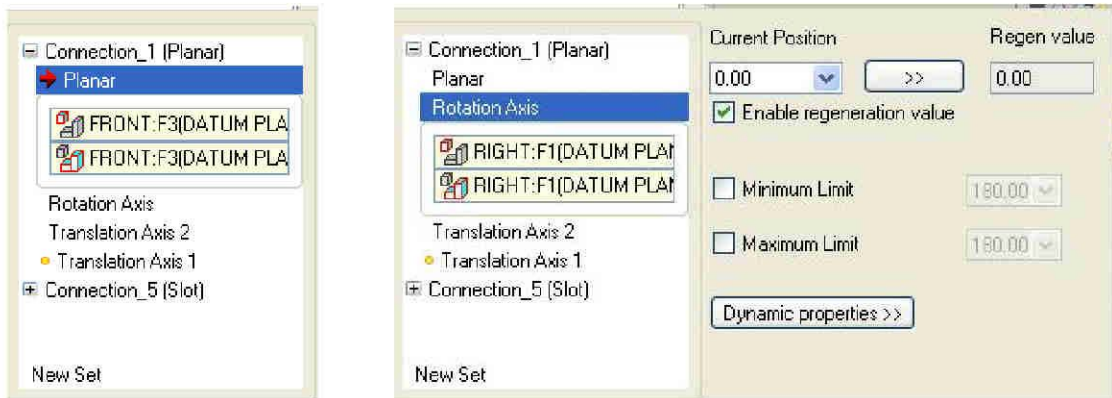
**VÍ DỤ: Rolling\_Wheel.asm**

1. Mở file **Rolling\_Wheel.asm**

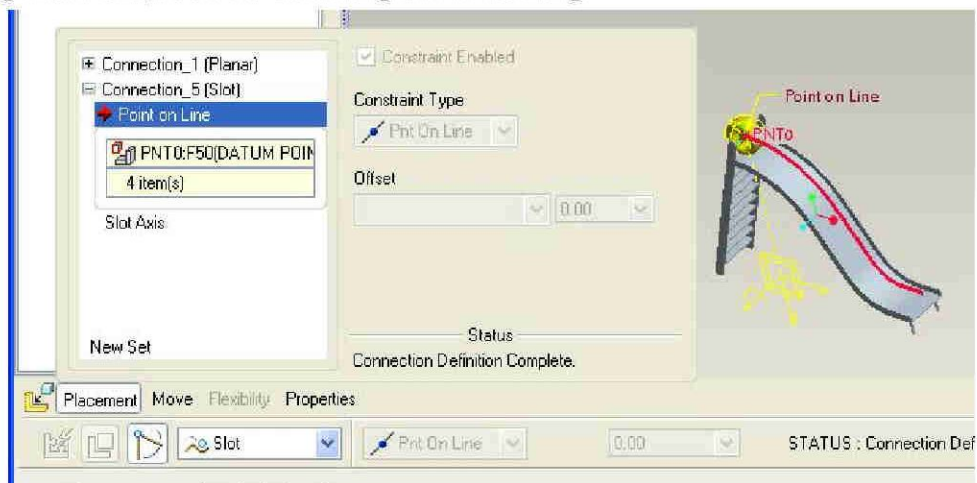


2. Lắp chi tiết **Wheel.prt** vào theo kiểu lắp **Planar** và 1 kiểu lắp **Slot**

- Kiểu lắp **planar**: định nghĩa các phần **Planar**; **Rotation Axis**; **Translation Axis2** như sau ( chú ý phần tịnh tiến theo phương y là **Translation Axis 1** bỏ trống)

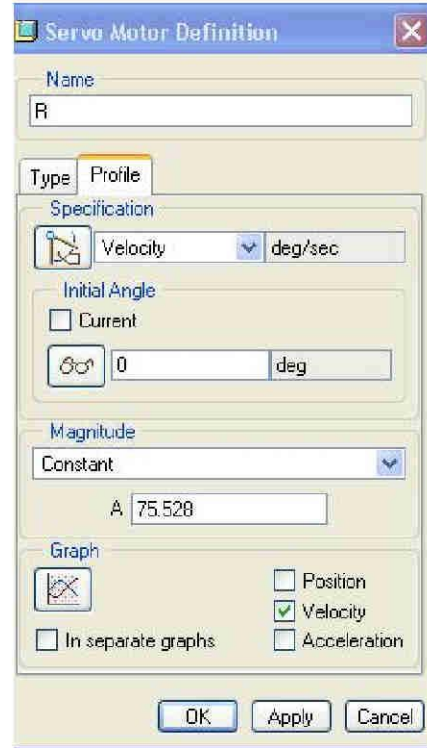
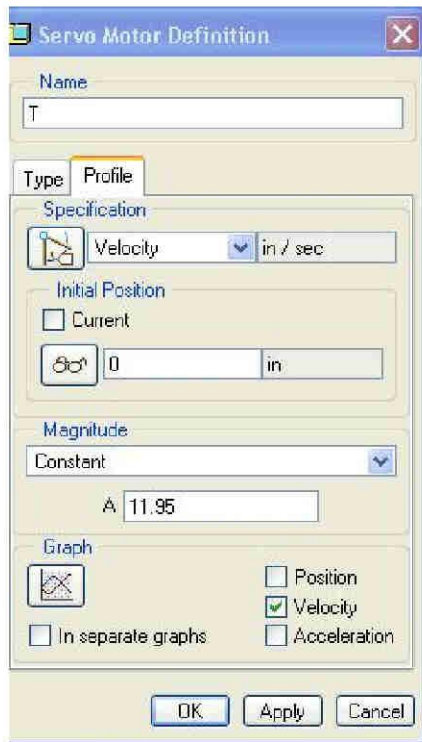


- Kiểu lắp **Slot**: Chọn **PNT0** và đường curve là xong



3. Tạo Snapshot tại điểm bắt đầu đặt tên là **Start**

4. Tạo hai **Motor Servo** cho phần tịnh tiến theo phương X và Quay của lắp ghép Planar



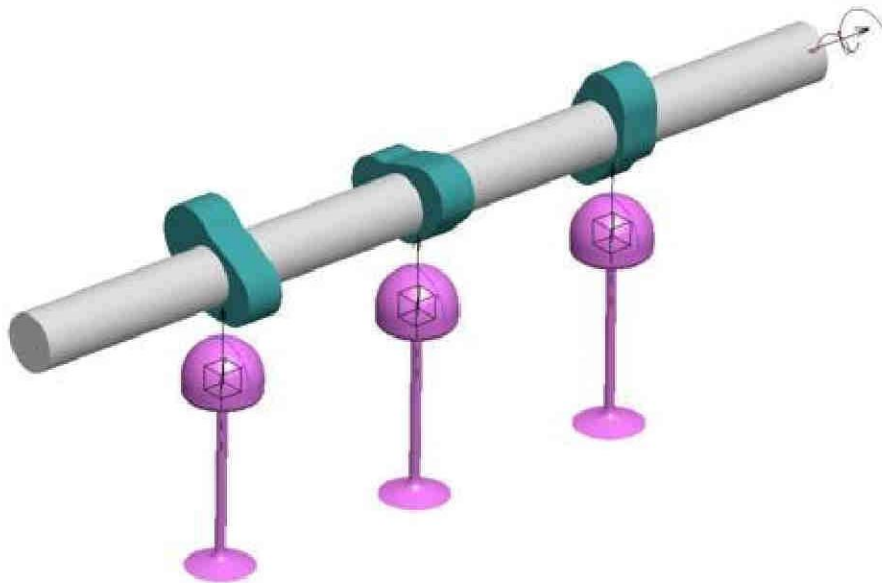
5. Tiến hành Mô phỏng sẽ thấy bánh xe lăn từ trên xuống dưới trong 10s

## VI. CAMFOLOWER CONECTION

**ĐẶC ĐIỂM:** Đây là công cụ đặc biệt giúp ta tạo cơ cấu **Cam** cho các chi tiết lắp ráp

**VÍ DỤ:** Camshaft.asm

1. Mở file **Camshaft.asm**. File này đã có sẵn 1 **Motor Servo** và ba kiểu lắp **Slider**

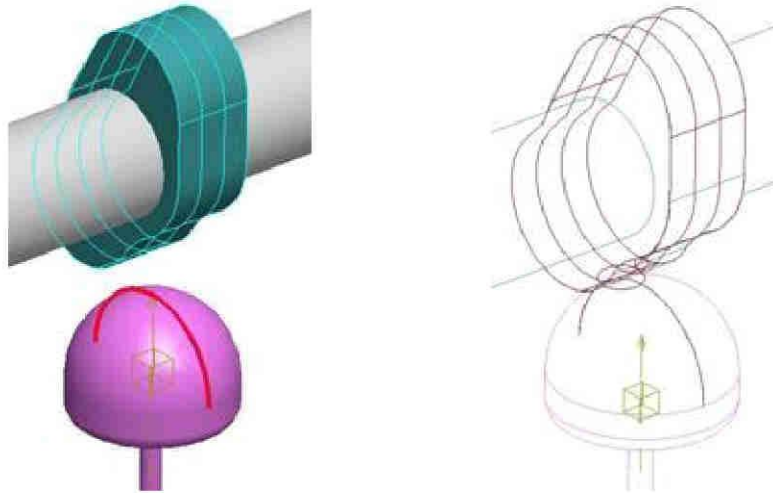


2. **Applications, Mechanism.** Bấm vào công cụ tạo cơ cấu cam 

+ Ở thẻ **Cam1**: đánh dấu kiểm trước **Autoselect**; chọn vào một mặt cong của phần tử màu xanh đầu tiên trên chi tiết **Cam\_shaft.prt**

+ Ở thẻ **Cam2**: Chọn vào đường **Curve** duy nhất trên chi tiết **Cam\_lever.prt**





Sau khi Ok ta được hai mặt cong trên hai chi tiết tiếp xúc nhau tạo thành cơ cấu Cam  
Làm tương tự với hai chi tiết Cam\_lever.prt còn lại ta sẽ được 3 cơ cấu Cam

3. Tiến hành mô phỏng và xuất file .mpg

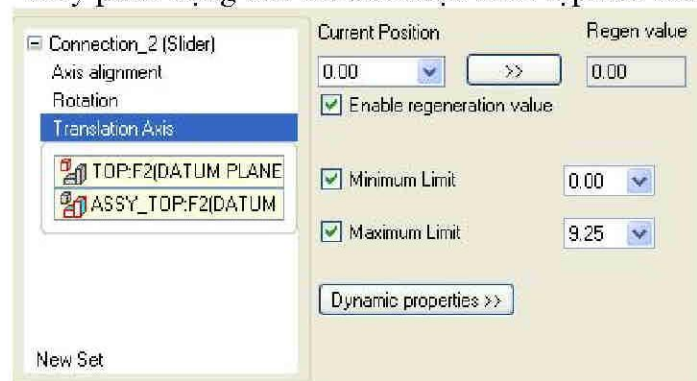
### VII. GRAVITY-TRỌNG LỰC

Tất cả các phần trình bày ở trên, chúng ta đã làm quen và mô phỏng động học  
(Kinematic) được nhiều cơ cấu. Bây giờ ta làm quen với công cụ đầu tiên trong mô phỏng  
động lực học (Dynamic) đó là thiết lập trọng lực (Gravity) cho các chi tiết can mô phỏng

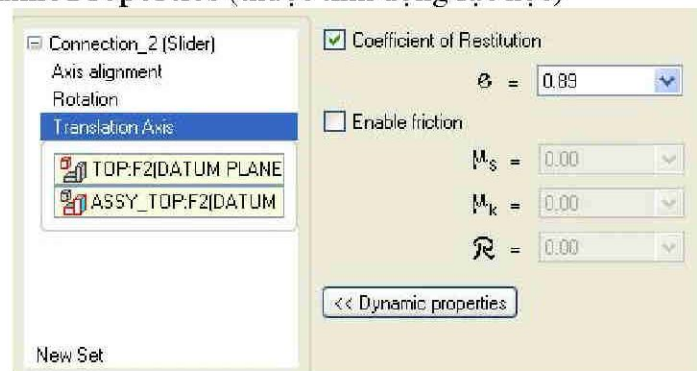
**VÍ DỤ: Bouncing Ball.asm** – Mô phỏng quả bóng cao su rơi tự do

1. Mở file có tên là **Bouncing Ball.asm**; có 1 quả bóng cao su đã được lắp sẵn.

Chuột phải lên chi tiết -> **Edit Definition**-> **Placement** -> Bấm vào **Translation Axis**; ta  
thấy phần động của chi tiết được thiết lập như sau



Bấm vào thẻ **Dynamic Properties** (thuộc tính động lực học)

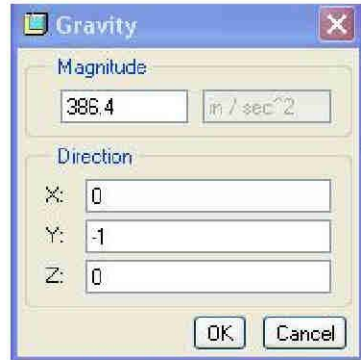


Ta thấy thông số **Coefficient of Restitution** (Hệ số phản hồi) được thiết lập là 0.89  
-> **Done** để thoát ra ngoài

2. **Applications, Mechanism**; chúng ta sẽ thiết lập trọng lực cho quả bóng; bấm vào nút



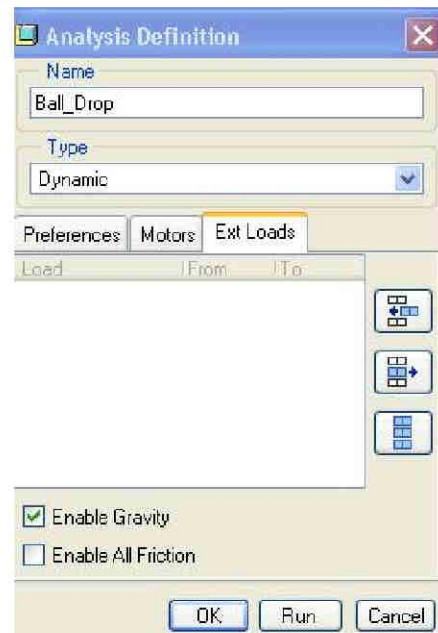
; sẽ xuất hiện cửa sổ sau



**Magnitude**: độ lớn gia tốc trọng trường

-> **OK** không phải sửa gì hết

3. **Analysis: Edit Definition** phần mô phỏng có sẵn có tên là **Ball\_Drop**; ta thấy phần thiết lập type là **Dynamic** (Động lực học); bấm sang thẻ **Ext Loads**, ta thấy **Gravity** đã được đánh dấu chọn



Bấm vào **Run** sẽ thấy quả bóng rơi tự do đến vị trí cuối sẽ nảy lên với hệ số của lực phản hồi là 0.89; vì thế dao động này sẽ tắt dần