

SỞ LAO ĐỘNG TB&XH TỈNH HÀ NAM
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ HÀ NAM



GIÁO TRÌNH
MÔ ĐUN: CÔNG NGHỆ CAD/CAM
NGÀNH/NGHỀ: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT CƠ KHÍ
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số 234/QĐ-CDN ngày 05 tháng 8 năm 2020
của Trường Cao đẳng nghề Hà Nam*

Hà Nam, năm 2020

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Trong những năm qua, dạy nghề đã có những bước tiến vượt bậc cả về số lượng và chất lượng, nhằm thực hiện nhiệm vụ đào tạo nguồn nhân lực kỹ thuật trực tiếp đáp ứng nhu cầu xã hội. Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ trên thế giới, lĩnh vực cơ khí chế tạo ở Việt Nam nói riêng đã có những bước phát triển đáng kể. Chương trình khung quốc gia nghề Công nghệ kỹ thuật cơ khí đã được xây dựng trên cơ sở phân tích nghề, phân kỹ thuật nghề được kết cấu theo các môđun. Để tạo điều kiện thuận lợi cho các cơ sở dạy nghề trong quá trình thực hiện, việc biên soạn giáo trình kỹ thuật nghề theo theo các môđun đào tạo nghề là cấp thiết hiện nay.

Mô đun 16: Công nghệ CAD/CAM là mô đun đào tạo nghề được biên soạn theo hình thức tích hợp lý thuyết và thực hành. Trong quá trình thực hiện, nhóm biên soạn đã tham khảo nhiều tài liệu công nghệ CAD/CAM trong và ngoài nước, kết hợp với kinh nghiệm trong thực tế sản xuất. Mặc dù đã có rất nhiều cố gắng, nhưng không tránh khỏi những khiếm khuyết, rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của độc giả để giáo trình được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

Hà Nam, ngày tháng năm 2020

Tham gia biên soạn

- 1. Chủ biên: Nguyễn Văn Tuyên**
- 2. Các Giáo viên khoa Cơ Khí**

MỤC LỤC

LỜI GIỚI THIỆU	2
BÀI 1: TỔNG QUAN CHUNG VỀ CAD/CAM.....	6
1.1. Vai trò của CAD/CAM trong nền sản xuất hiện đại.	6
1.2. Thiết kế và gia công tạo hình với công nghệ CAD/CAM.....	9
BÀI 2: VẼ VÀ THIẾT KẾ CƠ KHÍ TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR - VẼ PHÁC 2D PHẦN CAD.....	12
2.1 Giới thiệu phần mềm Inventor và hướng dẫn cài đặt	12
2.2 Các lệnh vẽ 2D trong Inventor.....	13
2.3 Các công cụ thiết kế hiệu chỉnh trong Inventor.....	21
2.4. Ràng buộc định nghĩa kích thước đối tượng	25
2.5 Bài tập thực hành.	32
BÀI 3: VẼ VÀ THIẾT KẾ CƠ KHÍ TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR – THIẾT KẾ MÔ HÌNH KHỐI 3D.....	38
3.1 Nguyên lý cơ bản xây dựng 3D trong Inventor.....	38
3.2 Các lệnh cơ bản của mô hình khối: Extrude, revolve.....	39
3.3 Các công cụ hỗ trợ tạo hình nhanh: hole, shell, Sweep, loft... ..	47
3.4 Tạo các Reference Geometry: Plane, Axis, Point	53
3.5 Bài tập thực hành.	58
BÀI 4: VẼ VÀ THIẾT KẾ CƠ KHÍ TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR – HIỆU CHỈNH ĐỐI TƯỢNG 3D.....	59
4.1 Các lệnh hiệu chỉnh đối tượng.....	59
4.2 Thay đổi kích thước.....	64
4.3 Các công cụ hỗ trợ: Copy, Mirror, Pattern... ..	64
4.4 Bài tập thực hành.	67
BÀI 5: VẼ VÀ THIẾT KẾ CƠ KHÍ TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR – LẮP RÁP CƠ BẢN	68
5.1 Khởi tạo môi trường lắp ráp trong Inventor	68
5.2 Các ràng buộc trong môi trường lắp ráp.....	71
5.3 Hiệu chỉnh quá trình lắp ráp.	75
5.4 Bài tập thực hành.	76
BÀI 6: VẼ VÀ THIẾT KẾ CƠ KHÍ TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR – THIẾT KẾ CHI TIẾT CƠ KHÍ TRONG INVENTOR.....	85
6.1. Thiết kế bộ truyền bánh răng	85
6.2. Thiết kế bộ truyền bánh đai	85
6.3. Thiết kế bộ truyền bánh xích	85
6.4. Thiết kế mối ghép ren	85
6.5. Bài tập thực hành.	85
BÀI 7: VẼ VÀ THIẾT KẾ CƠ KHÍ TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR – XUẤT BẢN VẼ.....	86

7.1 Khởi tạo môi trường Drawing: Tạo bản vẽ, khung tên.....	86
7.2 Các lệnh tạo hình chiếu và hiệu chỉnh.	89
7.3 Nhập văn bản, ghi kích thước, ký hiệu... ..	94
BÀI 8 : LẬP TRÌNH GIA CÔNG TRÊN PHẦN MỀM MASTERCAM ...	96
8.1. Giới thiệu về phần mềm MasterCAM	96
8.2. Một số các lệnh vẽ 2D cơ bản.....	101
8.3. Các lệnh hiệu chỉnh.....	111
BÀI 9: LẬP TRÌNH GIA CÔNG TRÊN PHẦN MỀM MASTERCAM –	
MÔ PHỎNG PHAY	115
9.1. Chọn máy và phôi.	116
9.2. Mô phỏng gia công phay bề mặt - face.....	121
9.3. Mô phỏng gia công phay theo biên dạng - contour	125
9.4 Mô phỏng gia công phay hốc – pocket.....	131
9.5. Mô phỏng gia công khoan – drill.....	136
9.6. Xuất file NC	139
BÀI 10: LẬP TRÌNH GIA CÔNG TRÊN PHẦN MỀM MASTERCAM -	
MÔ PHỎNG TIỆN.....	144
10.1. Chọn máy – Chọn phôi	145
10.2. Tiện mặt đầu – face.....	148
10.3. Tiện thô – Rough	150
10.4. Tiện tinh – finish.....	153
10.5. Tiện rãnh - groove.....	155
10.6. Tiện ren – thread	158
TÀI LIỆU THAM KHẢO	163

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên môn đun: Công nghệ CAD/CAM

Mã môn đun: MĐ16

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn đun:

- Vị trí: Môn đun được bố trí sau khi học sinh học xong các môn học chung, cơ sở nghề, sau các môn học chuyên môn như Công nghệ chế tạo máy, trước các môn học/ môn đun, Gia công trên máy tiện CNC.

- Tính chất: Là môn đun chuyên môn nghề.

- Ý nghĩa và vai trò của môn đun: là môđun ứng dụng công nghệ thông tin trong thiết kế chi tiết và xây dựng quy trình công nghệ gia công chi tiết.

Mục tiêu môn đun:

- Về kiến thức:

+ Hiểu được vai trò, chức năng và lợi ích của công nghệ CAD/CAM trong nền sản xuất cơ khí hiện đại.

+ Hiểu được những ưu điểm khi dùng công nghệ CAD/CAM thực hiện vẽ, thiết kế, lập trình gia công trong chuyên ngành cơ khí.

+ Trình bày được các công cụ chủ yếu của phần mềm Inventor, MasterCAM trong việc vẽ, thiết kế, lập trình gia công trong sản xuất cơ khí.

- Về kỹ năng:

+ Sử dụng thành thạo các công cụ chủ yếu của phần mềm Inventor, MasterCAM trong việc vẽ, thiết kế, lập trình gia công trong sản xuất cơ khí.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Có khả năng làm việc độc lập, làm việc theo nhóm, sáng tạo ứng dụng kỹ thuật, công nghệ vào công việc trong điều kiện làm việc thay đổi; Có ý thức kỷ luật, tác phong công nghiệp.

+ Hướng dẫn, giám sát những người có trình độ thấp hơn thực hiện công việc đã định sẵn theo sự phân công;

+ Đánh giá hoạt động của cá nhân và kết quả thực hiện của nhóm;

+ Quản lý, kiểm tra và giám sát quá trình thực hiện công việc của cá nhân, tổ.

Nội dung môn đun:

BÀI 1: TỔNG QUAN CHUNG VỀ CAD/CAM

Mã bài: 16.01

Giới thiệu

Việc ứng dụng công nghệ thông tin trong thiết kế, xây dựng quy trình công nghệ giúp cho người kỹ sư lường trước được những vấn đề có thể xảy ra khi gia công thực tế.

Mục tiêu

Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Kiến thức:

- + Nêu được đặc điểm và tiện ích của một số phần mềm vẽ và thiết kế cơ khí
- + Trình bày được vai trò, chức năng của CAD/CAM trong nền sản xuất hiện

đại.

- Kỹ năng: Lựa chọn CAD/ CAM phù hợp vào trong quá trình gia công.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Học tập nghiêm túc; có ý thức kỷ luật; làm việc độc lập, làm việc theo nhóm; hướng dẫn, giám sát những người có trình độ thấp hơn thực hiện công việc đánh giá được kết quả thực hiện của bản thân và các thành viên trong nhóm

Nội dung chính

1.1. Vai trò của CAD/CAM trong nền sản xuất hiện đại.

1.1.1. Giới thiệu về CAD/CAM

Những năm cuối thế kỷ 20, công nghệ CAD/CAM đã trở thành một lĩnh vực đột phá trong thiết kế, chế tạo và sản xuất sản phẩm công nghiệp. CAD (Computer Aided Design) là thiết kế trợ giúp bằng máy tính. CAM (Computer Aided Manufacture) là sản xuất với sự trợ giúp của máy tính. Hai lĩnh vực này ghép nối với nhau đã trở thành một loại hình công nghệ cao, một lĩnh vực khoa học tổng hợp của sự liên ngành Cơ khí - Tin học - Điện tử - Tự động hóa. Cùng với sự phát triển của khoa học máy tính, CAD/CAM đã được nhận thức và chấp nhận nhanh chóng trong công nghiệp (công nghiệp dệt - may, công nghiệp nhựa, công nghiệp cơ khí chế tạo ...) vì nó là hạt nhân chính để sáng tạo và sản xuất sản phẩm, để tăng năng xuất lao động, giảm cường độ lao động và tự động hóa quá trình sản xuất, nâng cao độ chính xác chi tiết và đạt hiệu quả kinh tế cao.

Trong sản xuất hàng loạt nhỏ, do đặc điểm là số lượng chi tiết trong loạt ít, số chủng loại lại nhiều cho nên khối lượng thời gian chuẩn bị cho sản xuất rất lớn, mà dạng sản xuất này hiện đang chiếm ưu thế trong nền kinh tế thị trường hiện nay. Tất cả điều đó phải đòi hỏi tạo ra phương pháp thiết kế mới nhờ máy tính điện tử.

CAD/CAM kết nối với nhau tạo ra mối quan hệ mật thiết giữa hai dạng hoạt động là thiết kế và chế tạo mà lâu nay người ta coi là khác nhau và không phục thuộc vào nhau. Tự

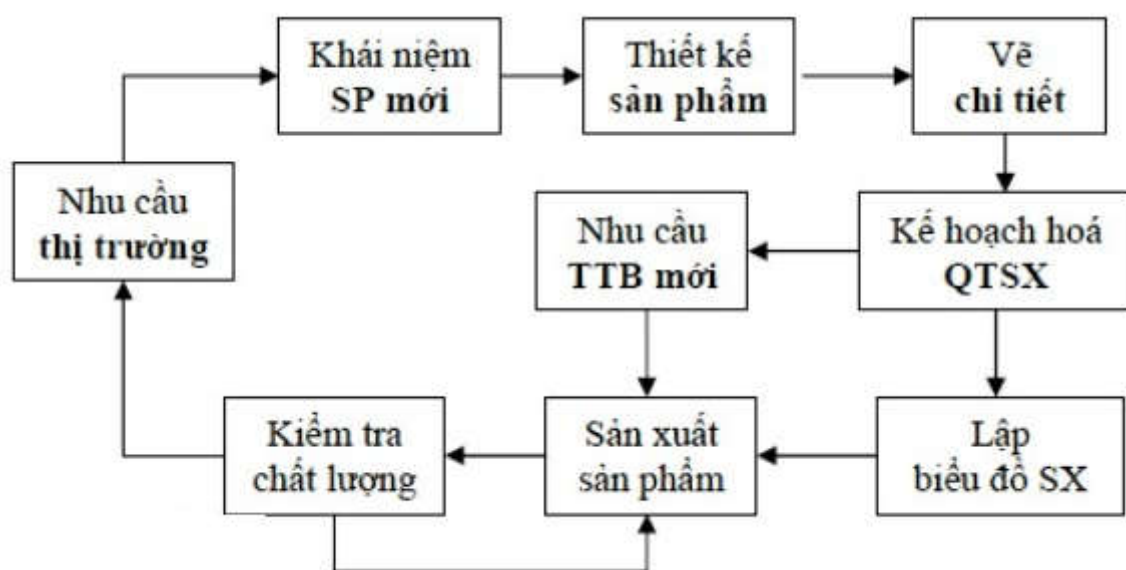
động hóa thiết kế là dùng các hệ thống và phương tiện tính toán giúp người kỹ sư để thiết kế mô phỏng, phân tích và tối ưu hóa giải pháp thiết kế. Phương tiện bao gồm máy tính điện tử, các máy vẽ, máy in, thiết bị đục lỗ băng ...phương tiện lập trình bao gồm chương trình máy, cho phép đảm bảo giao tiếp với máy vẽ và các chương trình ứng dụng để thực hiện chức năng thiết kế.

Lúc đầu CAD/CAM là hai ngành phát triển tách biệt nhau, độc lập với nhau trong khoảng 30 năm. Hiện nay chúng được tích hợp thành một hệ, trong đó thiết kế có thể lựa chọn phương án tối ưu và quá trình sản xuất có thể được giám sát và điều khiển từ khâu đầu đến khâu cuối.

1.1.2. Đối tượng phục vụ của CAD/CAM

CAD/CAM là một lĩnh vực nghiên cứu nhằm tạo ra các hệ thống tự động thiết kế và chế tạo. Nó dùng máy tính điện tử để thực hiện một chức năng nhất định để thiết kế và chế tạo sản phẩm. Tự động hóa chế tạo là dùng máy tính điện tử để kế hoạch hóa, điều khiển quá trình sản xuất, điều khiển quá trình cắt gọt kim loại và kiểm tra nguyên công gia công.

1.1.3 Vai trò của CAD/ CAM trong chu kỳ sản xuất



Để đánh giá được tầm quan trọng của CAD/CAM trong chu kỳ sản xuất chúng ta nên phân tích các phạm vi hoạt động khác nhau và chức năng tương ứng để thực hiện việc nghiên cứu và chế tạo sản phẩm.

Chu kỳ này hoạt động theo nhu cầu của khách hàng và thị trường tiêu thụ. Chu kỳ sản xuất có thể thay đổi tùy theo yêu cầu của khách hàng.

Có trường hợp công việc thiết kế là do khách hàng thực hiện cho nên nhà máy chỉ có nhiệm vụ chế tạo sản phẩm đã được thiết kế đó.

Trường hợp thứ hai là nhà máy đảm nhận luôn cả công việc thiết kế và chế tạo sản phẩm. Tuy nhiên nếu tổng quát mà nói thì đều xuất phát từ ý đồ tạo ra sản

phẩm mới. Dựa vào ý đồ tạo ra sản phẩm đó mới thiết kế sản phẩm, hoàn tất bản vẽ.

Trên bản vẽ sản phẩm phải nêu rõ các yêu cầu kỹ thuật cần phải đảm bảo trong quá trình chế tạo. Trên cơ sở các bản vẽ chi tiết phải lập quy trình công nghệ chế tạo sản phẩm và lập kế hoạch sản xuất. Để chế tạo sản phẩm phải lập nhu cầu về trang thiết bị công nghệ và các dụng cụ cần thiết. Kế hoạch sản xuất phải chỉ rõ thời gian và sản lượng xuất xưởng trong thời gian đã định. Tiếp theo là công đoạn đưa vào sản xuất, chế tạo xong phải tiến hành kiểm tra và thử nghiệm sản phẩm, cuối cùng là bàn giao cho khách hàng.

Giai đoạn chuẩn bị công nghệ, nghĩa là thiết kế quy trình công nghệ và lập biểu đồ sản xuất với sự trợ giúp của máy tính điện tử. Ngoài ra máy tính điện tử còn có thể áp dụng điều khiển quá trình chế tạo chi tiết dùng tay máy, các máy điều khiển theo chương trình số (CNC). Công đoạn cuối cùng là kiểm tra và thử nghiệm cũng có thể tự động hóa nhờ máy tính điện tử.

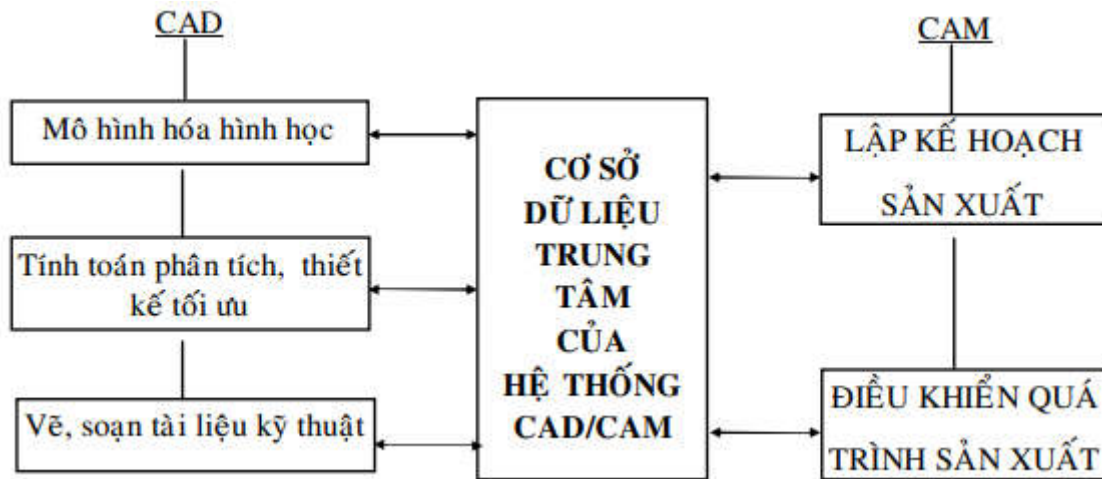
Qua đây ta thấy hệ thống CAD/CAM đóng vai trò quan trọng trong nền sản xuất hiện đại trong tương lai, và đặc biệt là các lĩnh vực chuyên môn hóa cao, chẳng hạn như việc thiết kế và chế tạo các bản mạch in thì kiểu liên kết này được sử dụng ngày càng mạnh. CAD/CAM bao trùm hầu hết các dạng hoạt động và chức năng của chu kỳ sản xuất. Trong công đoạn thiết kế và chế tạo ở các nhà máy hiện đại, kỹ thuật tính toán phải phát huy tác dụng và là nhu cầu không thể thiếu được.

1.1.4. Chức năng của CAD/CAM

Thiết kế với sự hỗ trợ của máy tính điện tử - CAD là sự ứng dụng có hiệu quả các phương tiện công nghệ của kỹ thuật tin học, điện tử ... để giải quyết các công việc liên quan tới công việc thiết kế.

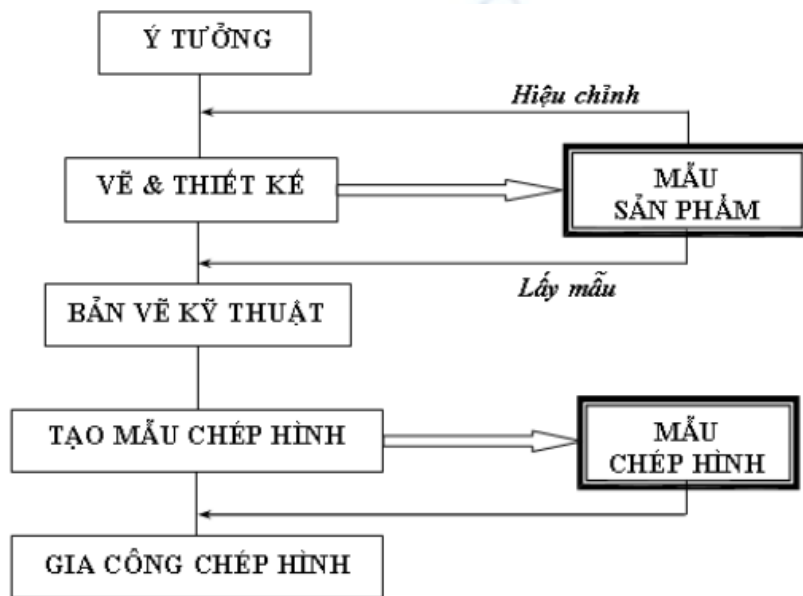
Thực hiện quy trình sản xuất với sự trợ giúp của máy tính điện tử là sử dụng máy tính để lập kế hoạch sản xuất và điều khiển sản xuất.

Tổ hợp CAD/CAM là một hệ thống mà ở đó mối liên kết giữa thiết kế và chế tạo được hoàn thiện dựa trên cơ sở sử dụng thông tin và dữ liệu của quá trình CAD trực tiếp trong thủ tục CAM. Như vậy tránh được sự hình thành một cách độc lập các dữ liệu cho chương trình của máy tính trong lĩnh vực sản xuất.



1.2. Thiết kế và gia công tạo hình với công nghệ CAD/CAM

1.2.1. Thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ truyền thống



Quy trình thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ truyền thống

Trong công nghệ truyền thống, các mặt cong 3D phức tạp được gia công trên máy vạn năng theo phương pháp chép hình sử dụng mẫu hoặc đường. Do vậy qui trình thiết kế và gia công bao gồm có 4 giai đoạn phân biệt:

- Tạo mẫu sản phẩm.
- Lập bản vẽ kỹ thuật.
- Tạo mẫu chép hình.
- Gia công chép hình.

Quy trình này có những hạn chế:

- Khó đạt được độ chính xác gia công, chủ yếu do quá trình chép hình,
- Dễ dàng làm sai do nhầm lẫn hay hiểu sai vì phải xử lý một số lớn dữ liệu,
- Năng suất thấp do mẫu được thiết kế theo phương pháp thủ công và qui trình được thực hiện tuần tự: tạo mẫu sản phẩm - lập bản vẽ chi tiết - tạo mẫu chép hình

- phay chép hình.

1.2.2. Thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ CAD/CAM

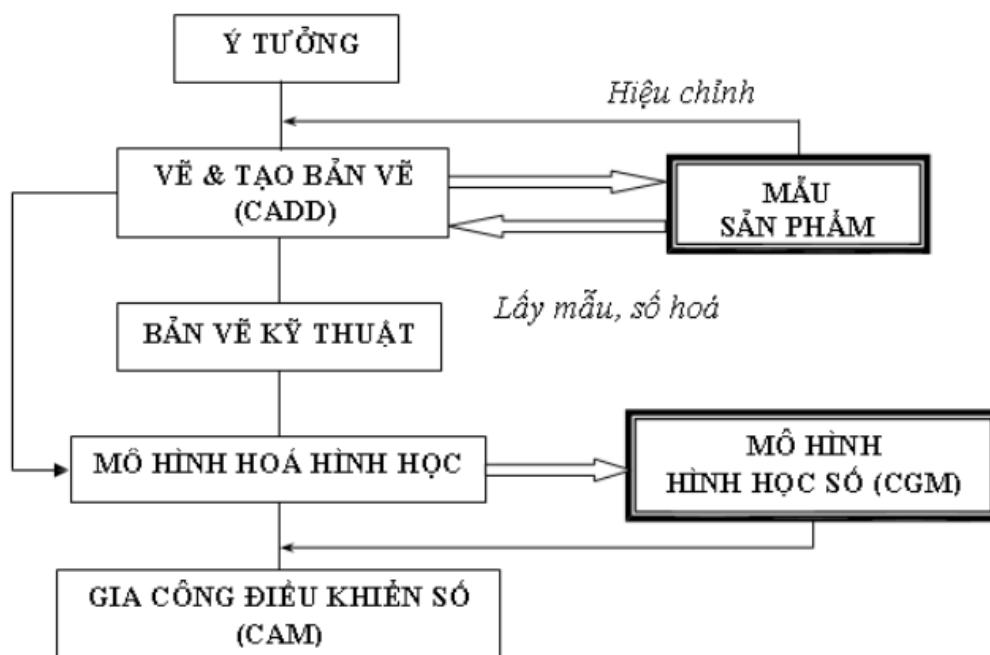
Sự phát triển của phương pháp mô hình hoá hình học cùng với thành tựu của công nghệ thông tin, công nghệ điện tử, kỹ thuật điều khiển số đã có những ảnh hưởng trực tiếp đến công nghệ thiết kế và gia công tạo hình:

- Bản vẽ kỹ thuật được tạo từ hệ thống vẽ và tạo bản vẽ với sự trợ giúp của máy vi tính.

- Tạo mẫu thủ công được thay thế bằng mô hình hoá hình học trực tiếp từ giá trị lấy mẫu 3D.

- Mẫu chép hình được thay thế bằng mô hình toán học - mô hình hình học lưu trữ trong bộ nhớ máy vi tính và ánh xạ trên màn hình dưới dạng mô hình khung lưới.

- Gia công chép hình được thay thế bằng gia công điều khiển số (CAM). Về công nghệ, khác biệt cơ bản giữa gia công tạo hình theo công nghệ truyền thống và công nghệ CAD/CAM là thay thế tạo hình theo mẫu bằng mô hình hoá hình học. Kết quả là mẫu chép hình và công nghệ gia công chép hình được thay thế bằng mô hình hình học số (*Computational Geometric Model* - CGM) và gia công điều khiển số. Mặt khác khả năng kiểm tra kích thước trực tiếp và khả năng lựa chọn chế độ gia công thích hợp (gia công thô, bán tinh và tinh).



Quy trình thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ CAD/CAM

Theo công nghệ CAD/CAM phần lớn các khó khăn của quá trình thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ truyền thống được khắc phục vì rằng:

- Bề mặt gia công đạt được chính xác và tinh xảo hơn.

- Khả năng nhào nặn do chủ quan bị hạn chế đáng kể.

- Giảm được nhiều tổng thời gian thực hiện quy trình thiết kế và gia công tạo hình

Câu hỏi ôn tập

1. Vai trò của CAD/CAM trong chu kỳ sản xuất?
2. Trình bày qui trình thiết kế và gia công tạo hình theo công nghệ CAD/CAM?

TaiLieu.vn

BÀI 2: VẼ VÀ THIẾT KẾ CƠ KHÍ TRÊN PHẦN MỀM INVENTOR - VẼ PHÁC 2D PHẦN CAD

Mã bài: 16.02

Giới thiệu

Việc thiết kế chi tiết được thực hiện trên nhiều phần mềm khác nhau như Inventor, Mastercam, Autocad. Mỗi phần mềm có những thế mạnh riêng và đáp ứng được các yêu cầu về liên thông các bước quy trình công nghệ.

Mục tiêu

Sau khi học xong bài này người học có khả năng:

- Kiến thức:

Trình bày được các công cụ vẽ, thiết kế, hiệu chỉnh ràng buộc 2D trong Inventor

- Kỹ năng:

Ứng dụng các công cụ vẽ vừa học để vẽ được các bài tập của bài.

- Năng lực tự chủ và trách nhiệm:

Học tập nghiêm túc; có ý thức kỷ luật; làm việc độc lập, làm việc theo nhóm; hướng dẫn, giám sát những người có trình độ thấp hơn thực hiện công việc đánh giá được kết quả thực hiện của bản thân và các thành viên trong nhóm

Nội dung chính

2.1 Giới thiệu phần mềm Inventor và hướng dẫn cài đặt

Autodesk Inventor được phát triển bởi công ty phần mềm *Autodesk_USA*, là phần mềm thiết kế mô hình 3D phổ biến hiện nay. Đây là phần mềm được phát triển chuyên cho thiết kế các sản phẩm cơ khí, có giao diện trực quan, giúp người dùng thuận tiện khi sử dụng với những tính năng nổi trội như sau:

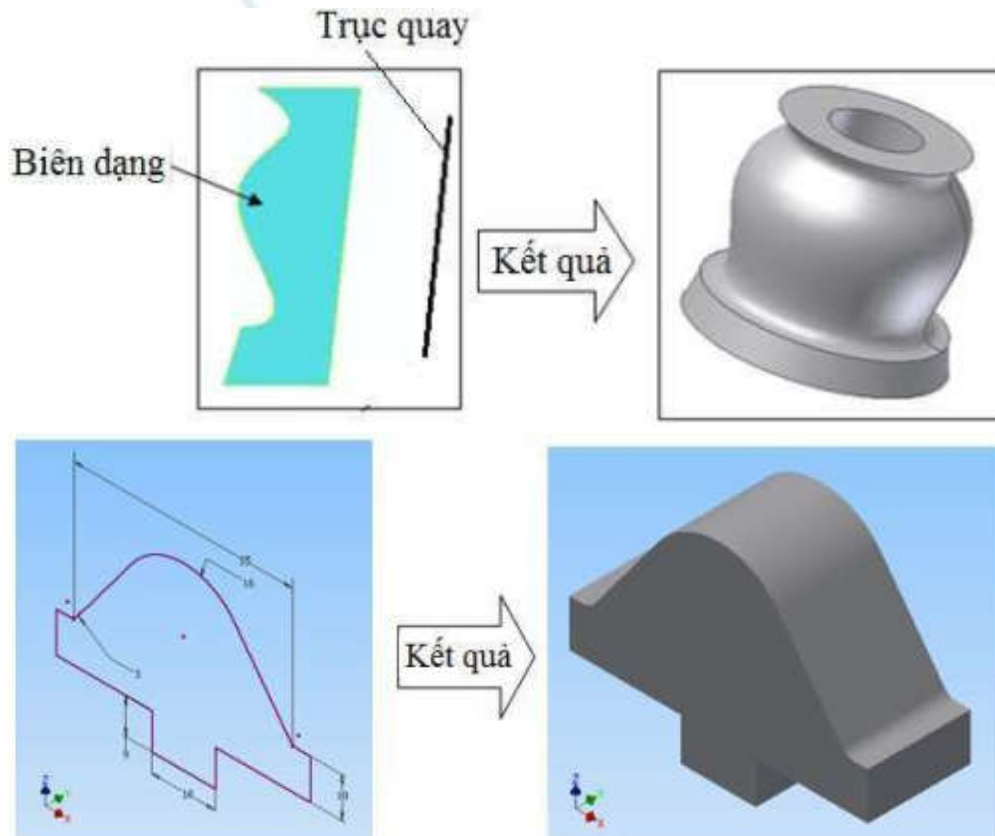
- Xây dựng dễ dàng mô hình 3D của chi tiết (*Part*).
- Thiết lập các bản 2D từ mô hình 3D nhanh chóng và chuẩn xác (*Drawing*).
- Tạo bản vẽ lắp từ các chi tiết đã thiết kế một cách tối ưu (*Assembly*).
- Mô phỏng quá trình tháo lắp các chi tiết từ bản vẽ lắp hoàn chỉnh một cách trực quan và sinh động (*Presentation*).
- Thiết kế nhanh các chi tiết kim loại dạng tấm (*Sheet metal*).
- Thiết kế các chi tiết máy như: Trục, bộ truyền bánh răng, bộ truyền đai, bộ truyền xích, mối ghép bulông-đai ốc, cam, chốt, then, ổ bi, lò xo một cách nhanh chóng trong môi trường *Assembly*.
- Thiết kế nhanh và chính xác các loại khuôn mẫu (*Mold Design*).
- Thiết kế nhanh các đường ống phức tạp (*Pipe&Tupe*).
- Cho phép sử dụng thư viện các loại dây điện và cáp điện để chạy dây với bán kính uốn phù hợp trong thiết kế điện (*Cable & Wiring*)

- Mô phỏng động và động lực học của cơ cấu máy (*Dynamic simulation*).
- Phân tích ứng suất, tối ưu hóa thiết kế sản phẩm (*Analysis Stress and Optimize*).
- Thiết kế nhanh các sản phẩm nhựa (*Inventor plastic & tooling*).
- Có thư viện chi tiết đa dạng và chuẩn hóa (*Content center*).
- Liên kết được với nhiều phần mềm *CAD* khác.

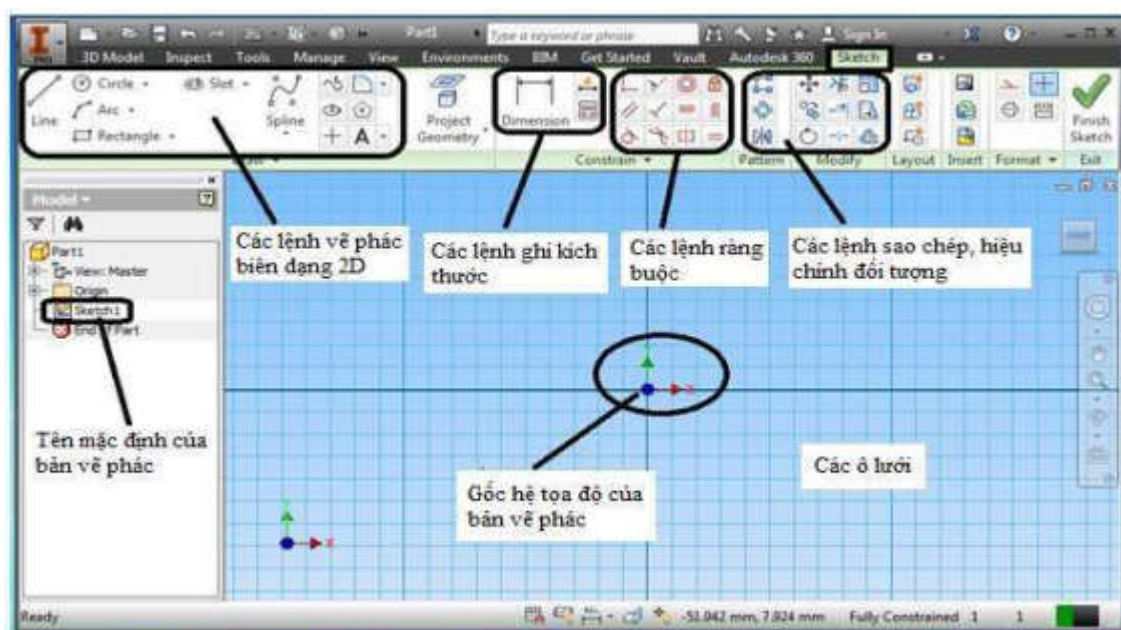
2.2 Các lệnh vẽ 2D trong Inventor

Môi trường vẽ phác biên dạng 2D là môi trường làm việc trong không gian hai chiều, dùng các hệ trục tọa độ làm các mặt chuẩn để vẽ phác các biên dạng, như mặt phẳng xy, xz hoặc yz.

Trong Inventor, việc thiết lập môi trường vẽ phác biên dạng 2D (*Sketch*) là bước đầu tiên cần thực hiện trước khi muốn tạo một vật thể hay chi tiết (*Part*) bất kỳ. Bản vẽ phác biên dạng 2D là các đối tượng hình học để tạo thành biên dạng của vật thể hoặc các yếu tố hình học trong quá trình xây dựng vật thể. Mô hình 3D của vật thể được tạo thành bằng cách đùn các biên dạng theo một phương nào đó hoặc quay biên dạng quanh một trục bất kỳ.



Sau khi khởi động xong, giao diện của môi trường vẽ phác sẽ xuất hiện, trong menu *Sketch* sẽ chứa tất cả các công cụ cần thiết để thực hiện bản vẽ theo ý muốn.

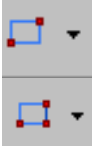
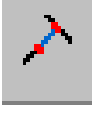


2.2.1. Các công cụ Sketch

Trong môi trường vẽ phác (Sketch), phần mềm *Autodesk Inventor* cung cấp cho chúng ta hàng loạt các công cụ vẽ 2D trên thanh Draw, giúp cho việc xây dựng bản vẽ phác trở nên thuận lợi, dễ dàng và nhanh chóng hơn.

Một số công cụ Sketch có nhiều lựa chọn. Nếu có mũi tên xuất hiện bên cạnh công cụ Sketch thì ta kích chuột vào mũi tên để mở menu lựa chọn.

Công cụ Sketch			
Nút	Lệnh vẽ	Cài đặt/ Tùy chọn	Chỉ dẫn đặc biệt
		Hiệu chỉnh các tọa độ của Sketch	Quay lưới (grid)
	Line	Vẽ đoạn thẳng	Chọn Normal hoặc Construction trong menu Style.
	Spline	Vẽ đường Spline	
	Circle	Vẽ đường tròn biết tâm và bán kính. Vẽ đường tròn tiếp xúc với 3 đối tượng. Vẽ Ellipse	Chọn Normal hoặc Construction trong menu Style.
	Arc	Vẽ cung tròn: - Đi qua 3 điểm - Biết tâm và 2 điểm cuối - Tiếp xúc với đoạn thẳng hoặc đường cong tại điểm cuối của đoạn thẳng.	Chọn Normal hoặc Construction trong menu Style.

Công cụ Sketch			
Nút	Lệnh vẽ	Cài đặt/ Tùy chọn	Chỉ dẫn đặc biệt
	Rectangle	Vẽ hình chữ nhật : - qua 2 góc đối diện. - qua 3 đỉnh	
	Fillet	Vẽ tròn góc của Sketch	Hộp thoại nhắc nhập bán kính.
	Chamfer	Vát góc của Sketch	Định nghĩa kiểu vát trong hộp thoại.
	Point, Hole Center	Tạo tâm lỗ hoặc một điểm Sketch.	Chọn tâm lỗ (mặc định) hoặc điểm Sketch từ menu Style.
	Mirror	Đối xứng đối tượng và gán các ràng buộc đối xứng.	
	Offset	Tạo đường thẳng hoặc cong song song và cách một khoảng cho trước.	
	General Dimension	Gán kích thước cho Sketch	
	Auto Dimension	Gán kích thước tự động đồng thời ràng buộc hoàn toàn một Sketch.	Trước hết phải gán kích không muốn ghi tự động.
	Extend	Kéo dài đoạn thẳng hoặc đường cong tới giao với đoạn thẳng, cong hoặc điểm gần nhất.	Nhấn phím SHIFT để tạm thời chuyển sang chế độ TRIM (cắt). Kích hoạt chế độ TRIM từ menu ngữ cảnh.
	Trim	Cắt bỏ một phần đối tượng.	Nhấn phím SHIFT để tạm thời chuyển sang chế độ EXTEND. Kích hoạt chế độ EXTEND từ menu ngữ cảnh.
	Move	Di chuyển hoặc copy các đối tượng được nhập từ AutoCAD hoặc các đối tượng Sketch.	
	Rotate	Quay hoặc Copy các đối tượng được nhập từ AutoCAD hoặc đối tượng Sketch.	
	Add Constraint	Tạo ràng buộc vuông góc	
		Tạo ràng buộc song song	

Công cụ Sketch			
Nút	Lệnh vẽ	Cài đặt/ Tùy chọn	Chỉ dẫn đặc biệt
		Tạo ràng buộc tiếp xúc của đoạn thẳng (cong) với đường cong.	
		Tạo ràng buộc trùng khớp giữa các đoạn thẳng, cong hoặc các điểm.	
		Tạo ràng buộc đồng tâm giữa 2 đường cong.	
		Tạo ràng buộc thẳng hàng giữa hai đoạn thẳng hoặc 2 trục.	
		Tạo ràng buộc nằm ngang của các đoạn thẳng, căn các điểm theo phương ngang.	
		Tạo ràng buộc thẳng đứng, căn các điểm theo phương thẳng đứng.	
		Tạo ràng buộc chiều dài bằng nhau của các đoạn thẳng hoặc bán kính.	
		Tạo ràng buộc cố định cho các điểm, đoạn thẳng hoặc đường cong trong hệ tọa độ của Sketch.	
	Show Constraints	Hiện thị các ràng buộc đã gán.	Đưa con trỏ đến ràng buộc, ấn phím DELETE để xóa.
	Project Geometry	Chiếu đối tượng hình học lên Sketch khác.	
	Project Cut Edges	Chiếu tất cả các cạnh của chi tiết đã chọn lên mặt phẳng Sketch. Các cạnh này phải giao với mặt phẳng Sketch.	
	Project Flat Pattern	Chiếu mảng đối tượng phẳng lên mặt phẳng Sketch	
	Insert AutoCAD file		

2.2.2. Lệnh Line

Tính năng: Vẽ đoạn thẳng qua nhiều điểm cho trước.

Các bước thao tác:



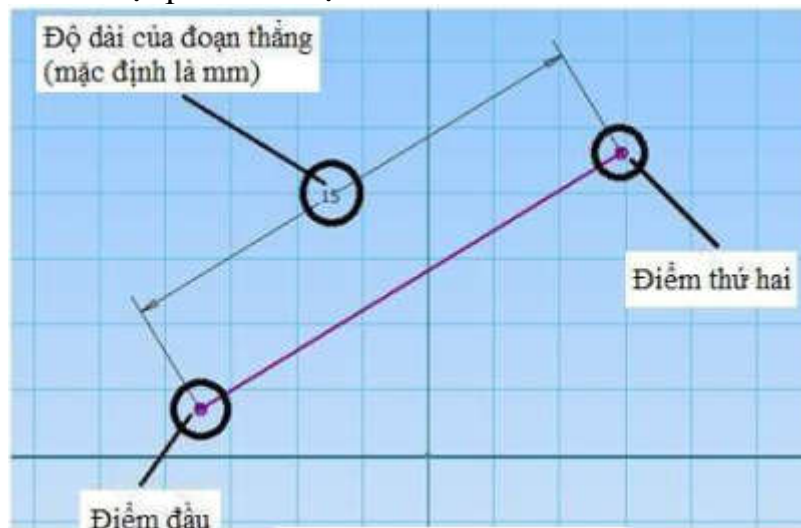
Bước 1: Nhấp chọn biểu tượng  trên thanh *Draw* hoặc nhấn phím tắt *L* trên bàn phím rồi *Enter*.

Bước 2: Chọn điểm đầu của đoạn thẳng.

Bước 3: Chọn điểm thứ hai của đoạn thẳng cần vẽ hoặc nhập độ dài của đoạn thẳng đó rồi *Enter*.

Bước 4: Tiếp tục chọn điểm thứ ba, bốn, năm

Bước 5: Click chuột phải và chọn *OK* để kết thúc



2.2.3. Lệnh Circle

Có 2 kiểu vẽ

* Kiểu vẽ Center Point

Tính năng: Vẽ đường tròn biết tâm và đường kính hoặc một điểm bất kỳ trên đường tròn đó.

Các bước thao tác:

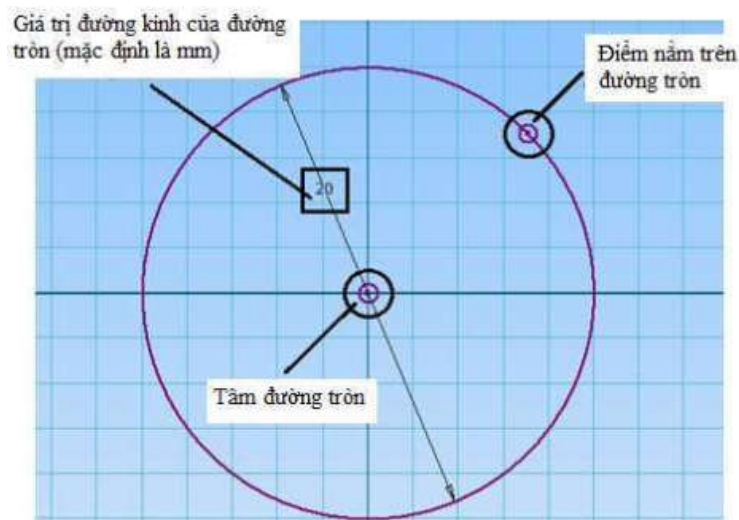


Bước 1: Nhấp chọn biểu tượng trên thanh *Draw* hoặc nhấn phím tắt *C* trên bàn phím rồi *Enter*.

Bước 2: Chọn tâm đường tròn.

Bước 3: Chọn tiếp một điểm nằm trên đường tròn cần vẽ hoặc nhập giá trị đường kính của đường tròn đó rồi nhấn *Enter* kết thúc.

Bước 4: Click chuột phải và chọn *OK* để kết thúc.



* Kiểu vẽ Tangent

Tính năng: Vẽ đường tròn tiếp xúc với ba đoạn thẳng cho trước

Các bước thao tác:



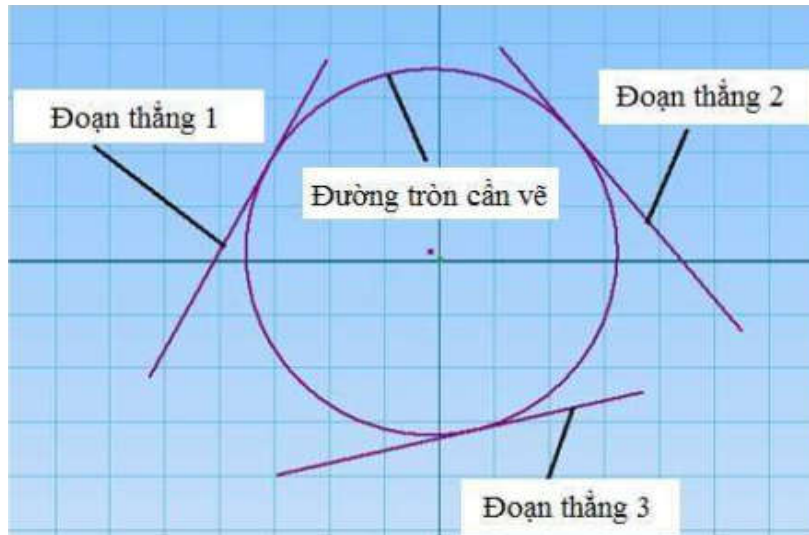
Bước 1: Nhấp chọn biểu tượng trên thanh *Draw*.

Bước 2: Chọn đoạn thẳng thứ nhất.

Bước 3: Chọn đoạn thẳng thứ hai.

Bước 4: Chọn đoạn thẳng thứ ba.

Bước 5: Nhấp phải chuột và chọn OK để kết thúc



2.2.4. **Lệnh Arc**

Có 3 kiểu vẽ

* Kiểu vẽ Three Point

Tính năng: *Vẽ cung tròn qua ba điểm, hai điểm đầu là điểm bắt đầu và kết thúc của cung tròn, điểm thứ ba là điểm nằm giữa cung tròn.*

Các bước thao tác:



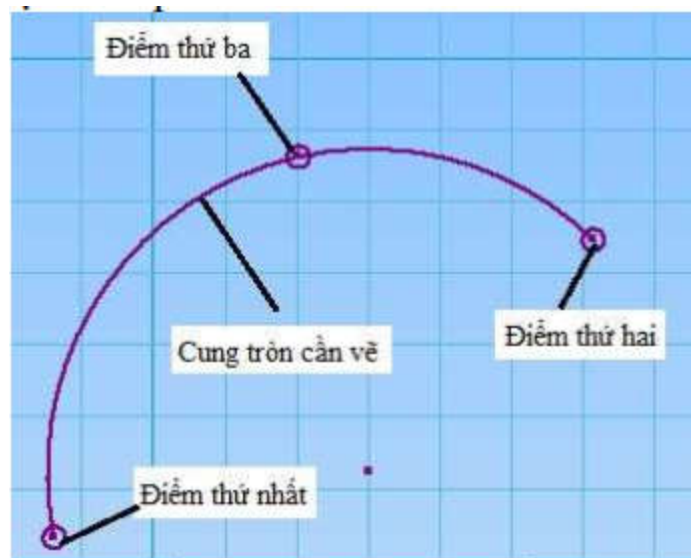
Bước 1: Nhấp chọn biểu tượng trên thanh *Draw*.

Bước 2: Chọn điểm thứ nhất.

Bước 3: Chọn điểm thứ hai.

Bước 4: Chọn điểm thứ ba hoặc nhập giá trị bán kính cung tròn cần vẽ rồi *Enter*

Bước 5: Nhấp chuột phải và chọn OK để kết thúc



* Kiểu vẽ Tangent

Tính năng: Vẽ cung tròn tiếp xúc với một đối tượng cho trước tại điểm cuối của đối tượng đó. Đối tượng này có thể là đoạn thẳng (Line), cung tròn (Arc) hay đường cong Spline.

Các bước thao tác:

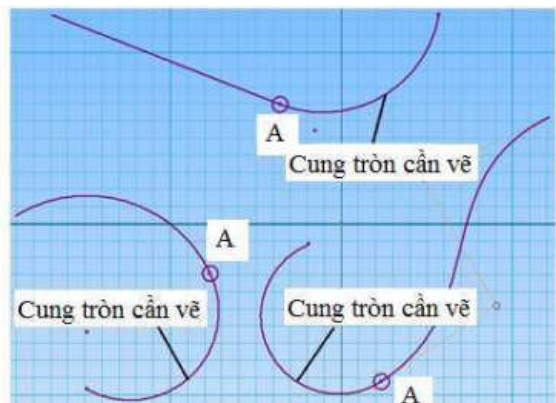
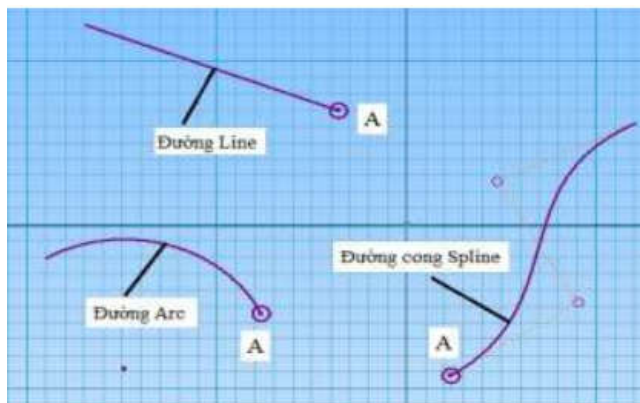


Bước 1: Nhấp chọn biểu tượng trên thanh Draw.

Bước 2: Chọn các đối tượng (ở phía gần điểm A) mà cung tròn cần tiếp xúc.

Bước 3: Di chuyển con trỏ chuột và chọn điểm kết thúc của cung tròn cần vẽ.

Bước 4: Nhấp chuột phải và chọn OK để kết thúc



* Kiểu vẽ Center Point

Tính năng: Vẽ cung tròn khi biết tâm, điểm đầu và điểm cuối của cung.

Các bước thao tác:

Bước 1: Nhấp chọn biểu tượng trên thanh Draw hoặc nhấn phím tắt A trên bàn phím rồi Enter.

Bước 2: Chọn điểm thứ nhất làm tâm cung tròn.