

**BỘ CÔNG THƯƠNG
VIỆN NGHIÊN CỨU CƠ KHÍ**

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CÔNG NGHỆ
CẤP BỘ NĂM 2008**

Tên đề tài:

**“NGHIÊN CỨU KHAI THÁC CÁC PHẦN MỀM CHUYÊN DỤNG,
ỨNG DỤNG VÀO TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CẦU TRỤC CHÂN DÈ
TRONG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN”**

Ký hiệu : 242.08.RD/HĐ-KHCN

Cơ quan chủ quản : Bộ Công Thương
Cơ quan chủ trì đề tài : Viện Nghiên cứu Cơ khí
Chủ nhiệm đề tài : Nguyễn Đăng Hiếu

7266
26/3/2009

Hà Nội - 2008

**BỘ CÔNG THƯƠNG
VIỆN NGHIÊN CỨU CƠ KHÍ**

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CÔNG NGHỆ
CẤP BỘ NĂM 2008**

Tên đề tài:

**“NGHIÊN CỨU KHAI THÁC CÁC PHẦN MỀM CHUYÊN DỤNG,
ỨNG DỤNG VÀO TÍNH TOÁN THIẾT KẾ CẦU TRỤC CHÂN DÈ
TRONG CÁC CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN”**

Ký hiệu : 242.08.RD/HĐ-KHCN

Thủ trưởng đơn vị
(Ký tên, đóng dấu)

Chủ nhiệm đề tài
(Ký, ghi rõ họ tên)

Nguyễn Đăng Hiếu

Hà Nội - 2008

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	1
DANH SÁCH CÁC THÀNH VIÊN THAM GIA.....	3
LỜI NÓI ĐẦU	4
Chương 1. TỔNG QUAN	5
1.1 Tình hình nghiên cứu sử dụng các phần mềm thiết kế trong và ngoài nước.....	5
1.2. Đối tượng, phạm vi và nội dung nghiên cứu.	7
1.3. Tổng quan về các phần mềm tính toán thiết kế, kiểm nghiệm.	7
1.3.1. Những công nghệ mới trong CAD	7
1.3.2. Tổng quan các phần mềm thiết kế cơ khí:	9
1.4. Tiêu chuẩn, Quy phạm quy định trong thiết kế cầu trục.	15
1.4.1. Tiêu chuẩn, Quy phạm:	15
1.4.2. Quy định chung:	16
1.5. Kết luận:.....	18
Chương 2.....	19
GIỚI THIỆU CÔNG DỤNG CÁC PHẦN MỀM THÔNG DỤNG.....	19
2.1. SAP2000.	19
2.1.1. Sơ lược về phần mềm SAP2000.	19
2.1.1.1. Trình tự giải toán bằng phần mềm phần tử hữu hạn: ..	19
2.1.1.2. Khả năng và nguyên lý hoạt động của SAP:	20
2.1.2. Kết cấu hệ thanh.	22
2.2. MSC. Visual Nastran.	25
2.2.1. Khả năng kết hợp và khả năng sử dụng:	25
2.2.2. Các thành phần cơ bản của một ứng dụng:	27

2.3. Inventor và Cosmos.	29
2.3.1. Phần mềm Inventor	29
2.3.1.1. Giới thiệu sơ lược về phần mềm Inventor.	29
2.3.1.2. Khả năng tính toán chi tiết máy của Inventor.	32
2.3.2. Phần mềm Cosmos Design Star	33
2.4. Kết luận.....	40
Chương 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN VÀ ỨNG DỤNG	41
3.1. Giới thiệu sơ lược về cầu trục chân dê.	41
3.2. Tổng quan về trình tự tính toán thiết kế cầu trục.	45
3.3. Lựa chọn và kiểm chứng kết quả.....	53
3.3.1. Các cơ sở so sánh.	53
3.3.2. So sánh các kết quả.	53
a. So sánh các kết quả khi tính toán với phương pháp giải tích.	53
b. So sánh các kết quả khi tính toán bằng phần mềm khác.	55
3.4. Kết luận.....	63
Chương 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT	64
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	66
PHỤ LỤC.....	67
P.1. Thuyết minh tính toán cầu trục chân dê thủy điện Bản chất.	67
P.2. Bản vẽ chung cầu trục CLN thủy điện Bản Chất.	
P.3. Hợp đồng phát triển khoa học công nghệ.....	
LỜI CẢM ƠN	

DANH SÁCH CÁC THÀNH VIÊN THAM GIA

TT	Họ và tên	Học hàm, học vị, chuyên môn	Cơ quan công tác
1	Nguyễn Đăng Hiếu	Kỹ sư Cơ tin	Viện NARIME
2	Nguyễn Hà An	Thạc sỹ kỹ thuật	Viện NARIME
3	Trần Anh Tuấn	Thạc sỹ kỹ thuật	Viện NARIME
4	Mai Văn Hào	Thạc sỹ kỹ thuật	Viện NARIME
5	Nguyễn Văn Miên	Tiến sỹ kỹ thuật	Viện NARIME
6	Nguyễn Đức Toàn	Thạc sỹ kỹ thuật	Viện NARIME
7	Trần Quang Sơn	Kỹ sư chế tạo máy	Viện NARIME
8	Hà Huy Hưng	Thạc sỹ kỹ thuật	Học viện KTQS

LỜI NÓI ĐẦU

Chương trình nội địa hoá các nhà máy thủy điện ở nước ta đang triển khai mạnh mẽ đã góp phần giảm ngoại tệ phải chi trả cho nước ngoài đồng thời tạo công việc, tích lũy và trang bị cho ngành cơ khí Việt Nam, tạo thế và lực mới cho ngành trong thời đại hội nhập toàn diện với thế giới.

Trong các thiết bị cơ khí thủy công có hạng mục thiết bị rất quan trọng là hạng mục cầu trục chân dê, đây là hạng mục mà có nhiều chi tiết phức tạp đòi hỏi cần nhiều sự tính toán. Vấn đề đặt ra với các kỹ sư là khả năng tính toán tối ưu các thiết bị cơ khí. Hiện tại trong nước phần lớn các đơn vị tính toán thiết kế cầu trục chủ yếu tính toán trên các công thức kinh nghiệm theo các tài liệu của Nga, thường có kết cấu thừa bền khối lượng lớn. Do vậy đòi hỏi các kỹ sư cần ứng dụng các phương pháp tính toán kế thừa các tài liệu của các nước tư bản và khai thác tốt các phần mềm chuyên dụng cho tính toán thiết kế cầu trục để đảm bảo tối ưu hóa quá trình tính toán.

Trong những năm gần đây cùng với sự hội nhập với thế giới bên ngoài các phần mềm chuyên dụng cho việc phân tích và thiết kế kết cấu bằng phương pháp phần tử hữu hạn lần lượt du nhập vào nước ta. Nhiều hãng nổi tiếng trên thế giới đã đưa ra những bộ phần mềm chuyên dụng. Tìm hiểu các phần mềm trên thế giới cũng như ở Việt nam chúng tôi đã chọn ra bộ phần mềm chuyên dụng ứng dụng vào tính toán cầu trục chân dê trong các công trình thủy điện, gồm có các phần mềm tính toán kết cấu thép SAP2000, phần mềm mô phỏng động lực học MSC.Visual Nastran, phần mềm tính toán thiết kế các chi tiết máy của cầu trục Inventor và COSMOS.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

1.1 Tình hình nghiên cứu sử dụng các phần mềm thiết kế trong và ngoài nước.

Trong lĩnh vực thiết kế cơ khí, hiện tại một số cơ quan thiết kế trong và ngoài nước đang sử dụng các phương án cổ điển như chế tạo mẫu thực (thu gọn mô hình) rồi thử nghiệm mẫu trên các điều kiện thực tế như thử các loại ứng suất kéo, nén, thử sức bền mỏi, thử áp suất, nhiệt độ...điều này khiến cho chi phí thiết kế nói chung và chi phí sản xuất cao. Ngoài ra nếu các kết quả kiểm nghiệm không phù hợp thì phải tiến hành thay đổi thiết kế kiểm nghiệm lại dẫn đến chi phí cao. Trong điều kiện kiểm nghiệm thử tải thực tế, các kết quả thay đổi ít nhiều thì cũng phải thay đổi thiết kế, chế tạo lại mẫu và lại tiếp tục quy trình tính toán kiểm nghiệm.

Do đó, hiện nay ở các nước có nền công nghiệp phát triển về Cơ khí đã đưa ra phương án sử dụng mô hình phát triển ảo, đó là việc sử dụng các phần mềm tính toán thiết kế kiểm nghiệm bằng phương pháp phần tử hữu hạn.

Trước kia khi công cụ máy tính, tin học chưa phát triển thông thường họ vẫn áp dụng các phương pháp tính toán cổ điển, đưa về bài toán cơ bản để tính toán. Với những lý thuyết tính toán đó dùng phương pháp tính toán cổ điển có một số hạn chế về mô hình tính, điều kiện biên bị đơn giản đi và không thể tính tổ hợp tải trọng cho toàn bộ kết cấu công trình. Do đó chưa tối ưu về mặt kết cấu khả năng tiết kiệm vật liệu chưa cao...

Ngày nay với sự phát triển của công cụ tin học, ứng dụng các phần mềm chuyên dụng các công ty chuyên về thiết bị cơ khí thủy công đã đạt được những thành tựu to lớn, tính toán bằng các phần mềm chuyên dụng cho kết quả tính toán tổng hợp đảm bảo chính xác, tối ưu hóa kết cấu, giảm giá thành và thời gian chế tạo thiết bị.

Hiện nay trên thế giới có nhiều phần mềm chuyên dụng, việc sử dụng khai thác ở trong nước còn nhiều hạn chế. Một số nơi trong nước đã mua các phần mềm trên nhưng việc khai thác còn hạn chế hoặc không mua đồng bộ phần mềm hỗ trợ. Việc mua đồng bộ phần mềm rất tốn kém về ngoại tệ vì ngoài việc mua phần mềm còn phải thuê chuyên gia của hãng đào tạo. Việc cử cán bộ để tiếp thu phần mềm cũng rất khó khăn vì người giỏi về chuyên môn cơ khí lại có trình độ về máy tính chưa tương xứng với yêu cầu của phần mềm, người giỏi về máy tính lại có trình độ về cơ khí chế tạo còn hạn chế.

Trong nước một số nơi như công ty cơ khí Quang Trung Ninh bình, công ty công nghiệp Tàu Thủy Việt nam, Công ty Cổ phần cơ khí Hồng Nam..., có nghiên cứu về phần mềm SAP, inventor. Nhưng việc khai thác còn nhiều hạn chế, chưa nghiên cứu thấu đáo, chủ yếu việc thiết kế cầu trục là dựa vào tính toán bằng tay, việc ứng dụng còn nhiều hạn chế.

Hiện tại trong nước chưa có nơi nào nghiên cứu thấu đáo, đầy đủ về các phần mềm SAP, Inventor, COSMOS, MSC.VisualNastran và được kiểm nghiệm vào tính toán thiết kế Cầu trục chân dế trong các công trình thủy điện.

Trên thế giới tại nhiều nước sử dụng nguồn năng lượng thủy điện và những nước có thủy điện phát triển họ đã xây dựng được lý thuyết tính toán thiết kế thiết bị cơ khí thủy công và đã ứng dụng được vào nhiều công trình thủy điện trên thế giới như công ty U.S Army Corps of Engineerings của Mỹ, Viện Zaporozhgidrostral của UKRAINA, Viện thiết kế thủy công Consortium của Nga, nhà máy chế tạo thiết bị thủy điện Đông Phong của Trung Quốc...Đối với các công ty trên họ có nhiều kinh nghiệm trong việc thiết kế chế tạo thiết bị cơ khí thủy công và họ đã cung cấp các thiết bị cơ khí thủy công cho các nước đang phát triển trong các Châu lục trong đó có Việt Nam. Tại các công ty chuyên về thiết bị cơ khí thủy công đó họ đã khai thác tối đa ứng dụng các phần mềm chuyên dụng tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn vào công việc tính toán kiểm nghiệm thiết kế.

1.2. Đối tượng, phạm vi và nội dung nghiên cứu.

a. Đối tượng: Cầu trục chân dê Cửa nhận nước 2x50+2x10+5 tấn Công trình thủy điện Bản chất, cầu trục chân dê Cửa lấy nước 2x63/2x10 tấn Công trình thủy điện A.Vương.

b. Phạm vi: Tính toán hệ khung của cầu trục, mô phỏng động học cầu trục, tính toán một số chi tiết máy điển hình của cầu trục.

c. Nội dung nghiên cứu:

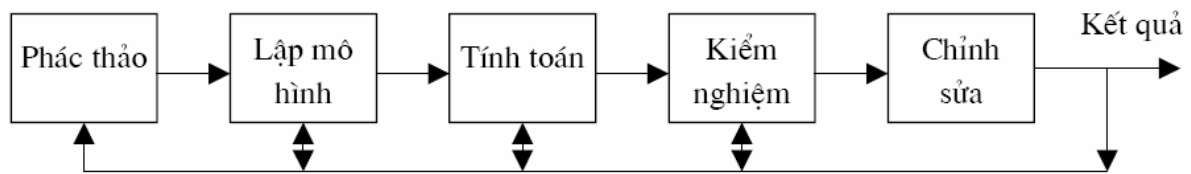
- Nghiên cứu làm chủ phần mềm tính toán kết cấu thép SAP2000
- Nghiên cứu làm chủ phần mềm mô phỏng động lực học MSC.VisualNastran.
- Nghiên cứu làm chủ phần mềm tính toán thiết kế chi tiết máy Inventor và COSMOS.
- Kiểm nghiệm các kết quả tính toán cầu trục theo các tài liệu của nước ngoài.
- +Kiểm nghiệm kết quả tính toán cầu trục chân dê 2x63/2x10 tấn thủy điện A.Vương.
- Ứng dụng các kết quả nghiên cứu trong tính toán cầu trục.
- + Đưa ra bộ bản vẽ thiết kế chung của Cầu trục chân dê Cửa lấy nước thủy điện Bản chất.

1.3. Tổng quan về các phần mềm tính toán thiết kế, kiểm nghiệm.

1.3.1. Những công nghệ mới trong CAD

Các phần mềm CAD 2D như AutoCAD buộc người dùng phải nhập chính xác kích thước và các quan hệ hình học giữa các đối tượng vào bản vẽ. Điều đó không thể thực hiện được khi chưa có thiết kế hoàn chỉnh. Vì vậy, chức năng vẽ dù tốt đến đâu cũng không thể giúp CAD trở thành công cụ trợ giúp thiết kế thực sự. Muốn có môi trường thiết kế phải có CAD 3D với chức năng mô hình hóa và

phân tích mạnh mẽ với các công nghệ thiết kế mới. Các công nghệ này đảm bảo cho người kỹ sư thiết kế theo “quy trình thuận” như theo trong hình 1.1.



Hình 1.1 Sơ đồ thiết kế theo quy trình thuận

Các phần mềm CAD hiện đại đều sử dụng công cụ mô hình hóa 3D trong đó có tích hợp các công nghệ sau:

a. Thiết kế theo tham số (Parametric Design)

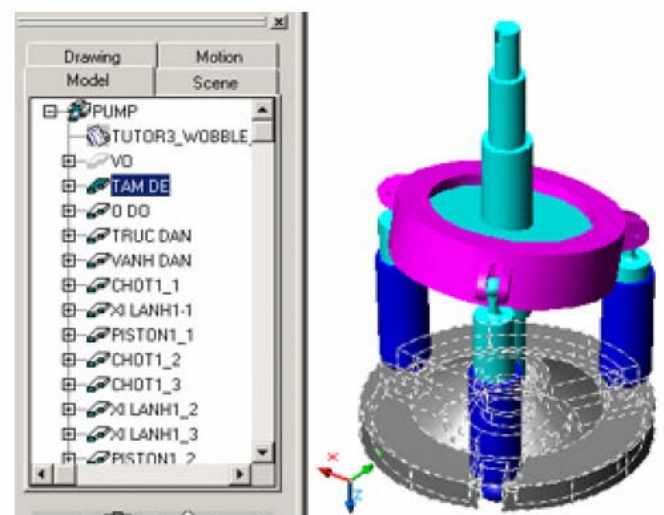
Với công nghệ này thay vì phải vẽ chính xác ngay từ đầu, chúng ta bắt đầu bằng vẽ phác thảo, sau đó mới chính xác hóa bằng việc gán kích thước và các liên kết hình học cho đối tượng. Chúng ta có thể gán mối quan hệ giữa các kích thước (ví dụ sự phụ thuộc của đường kính lỗ vào chiều dài moay ơ) để mỗi khi thay đổi chiều dài moay ơ thì đường kính tự động thay đổi theo. Công nghệ tham số có các ưu điểm:

- Giúp người kỹ sư hình thành và thể hiện ý tưởng thiết kế theo đúng quy luật tự nhiên của quá trình tư duy: đi từ phác thảo ý đồ đến chính xác hóa mô hình rồi mới xuất tài liệu thiết kế.

- Làm cho thiết kế được mềm dẻo, linh hoạt. Các sản phẩm thiết kế có thể sửa đổi một cách dễ dàng, trong bất cứ giai đoạn.

- Dễ kế thừa các kết quả thiết kế đã có, nhờ công nghệ này mà người dùng có thể tạo các thư viện thiết kế và sử dụng một cách hiệu quả.

b. Thiết kế hướng đối tượng (Feature Based Design)

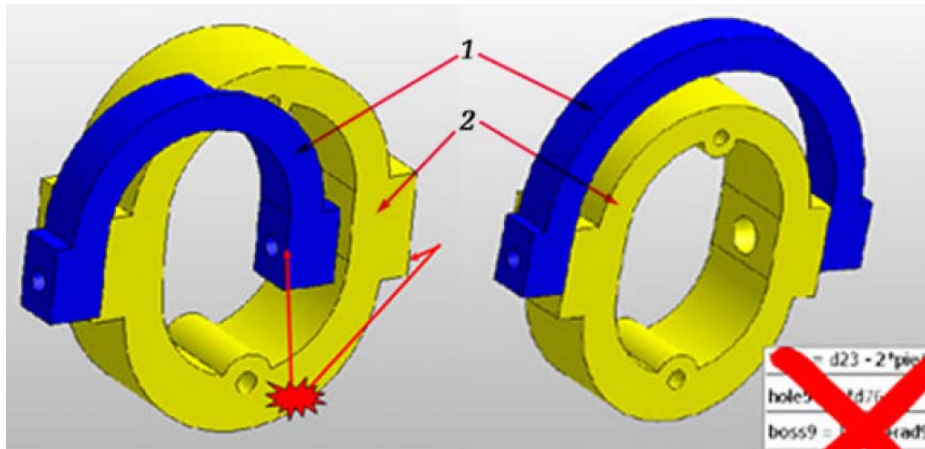


Hình 1.2 Quản lý mô hình theo đối tượng

Công nghệ này đánh dấu một bước tiến lớn trong công nghệ CAD. Thay vì làm việc với các đối tượng đơn giản như đường thẳng cung tròn, kích thước, rờ rệt, người dùng làm việc trực tiếp với các bề mặt (trụ, ren, rãnh then...) với các chi tiết lắp ráp và cụm chi tiết. Nhờ vậy có thể tạo các mối ghép, các khớp, cặp truyền động như trong thế giới thực như hình 1.2.

c. Thiết kế thích nghi (Adaptive Design)

Công nghệ thiết kế thích nghi là công nghệ mới, nó cho phép tạo ra các mô hình “thông minh” tự thay đổi kích thước để lắp vừa với chi tiết đối ứng.



Hình 1.3 Công nghệ thích nghi của Autodesk Inventor

Như trong hình 1.3: càng 1 (chi tiết thích nghi) không lắp vừa với vành 2 (chi tiết cố định) do kích thước của chúng khác nhau. Sau khi lắp được mặt bên trái, càng 1 tự động thay đổi kích thước để lắp vừa mặt bên phải của vành 2. Công nghệ thích nghi giúp cho việc thiết kế được mềm dẻo và năng suất hơn.

1.3.2. Tổng quan các phần mềm thiết kế cơ khí:

Trên thế giới có nhiều phần mềm thiết kế cơ khí chuyên dụng tính toán bằng phương pháp phần tử hữu hạn: Theo đánh giá của tạp chí NIKKEI DESIGN, Japan các phần mềm CAD/CAE/CAM/CG/RP được phân theo các nhóm sau đây:

Bảng 1.1. Nhóm các phần mềm CAD		
Cao cấp	Trung cấp	Hạng thấp
1.UnigraphicsNX 2.Pro/Engineer 3.I-DEAS NX 4.CATIA	1. Caelum XXen/Design 2. Autodesk Mechanical Desktop 3.ThinkDesign	1. Alibre Design 2. from.Z 3. Cosmo IntelliCAD 4. IronCAD

5. CATIA/CADAM 6. CADD5i 7. CADCEUS	4.SolidWorks 5. Autodesk Inventor 6. CADPAC-Fusion 7.DesignFlow 8. ICAD/SX Mechanical Pro 9. MYPAC DRAFT & MODEL 10. OneSpace Designer Modeling 11. Solid Edge 12.SolidMX. 13.TOPsolid 14. Zunou Century	5. MYPAC BASIS CAD 6. Para Logix 7.Pro/DESKTOP 8. Solid Station LE 9. TURBOCAD Professional 10. Zunou Rapid 3D
---	--	---

<i>Bảng 1.2 Nhóm các phần mềm CAD/CAM 3D</i>	
1. Space-E CAA v5 2. MasterCAM X 3. Caelum 2 4. Matsuura Virtual Gibbs 5. NC-WORKS 6.PowerShape 7.SURFCAM 8. E's 3D	9. ESPRIT 10. MYPAC SUPER CAM 11.SolidStation 12. Tebis 13.TOOLS 14. VISI-Series 15. VX 16. Ace CAM
<i>Bảng 1.3 Nhóm các phần mềm Surface</i>	<i>Bảng 1.4 Nhóm các phần mềm CG</i>
1. FreeForm 2. Metris Paraform 3.ICEMSurf 4.Studio Tool 5.Rhinoceros 6.FresDAM 7.NEOFORM 8. Imageware 9. RapidForm 10.SolidThinking LT	1. Sufray 2. 3ds max 3. Autodesk VIZ 4. Houdini 5.LightWave3D 6. Maya 5 7. Shade 8. 3D Atorie 9. CINEMA 4D 10.STRATA3DPro 11. trueSpace REAL 12. Animation Master
<i>Bảng 1.5 Nhóm các phần mềm CAE</i>	
1.Pro/Engineer Simulation 2. ANSYS Multiphysics	13. JS CAST CAE 14. KUBRIX

3. ANSYS DesignSpace	15. LMS DADS
4. EFD Lab	16. LMS OPTIMUS
5. COSMOS DesignSTAR	17. LMS SYSNOISE
6. COSMOS FloWorks	18. LMS Virtual Lab
7. COSMOS M	19. MSC Dynamic Designer Motion
8. COSMOS Motion	20. MSC Dytran
9. COSMOSWorks	21. Navis Works
10. Enight	22. MSC Nastran
11. FIELDVIEW	23. MSC Patran
12. GL view	24. MSC visual NASTRAN

Các phần mềm tính toán thiết kế trên thế giới có rất nhiều, trong bảng 1.6 đề tài đưa ra một số so sánh của các phần mềm phù hợp với điều kiện thiết kế của Việt Nam.

<i>Bảng 1.6 So sánh một số phần mềm thiết kế ở Việt Nam</i>					
TT	Phần mềm	Mức độ thao tác sử dụng	Mức độ liên kết với các phần mềm thông dụng	Mức độ xử lý các bài toán về ứng suất, biến dạng, độ võng	Kết quả đưa ra và mức độ sai số
1	Autodesk Inventor	dễ sử dụng	Liên kết được với nhiều phần mềm khác	Thừa hưởng các chức năng của Autocad, có điểm nổi bật là công nghệ thiết kế thích nghi, tức tự cho các mô hình thay đổi...	Tính toán được các bài toán tĩnh. Kết quả đưa ra các chỉ thị màu...
2	SAP	Thân thiện, dễ sử dụng	Cần cấu hình máy tính mạnh, chạy chậm.	Chuyên tính toán các hệ khung dầm (thanh giàn), vỏ..Tính toán các hệ kết cấu thép có quy mô lớn.	Biểu đồ momen, biểu đồ lực cắt, bảng số liệu về chuyển vị.
3	Pro/Engineer	Khó sử dụng	cần cấu hình máy tính, chạy khá chậm	Đây là phần mềm chuyên dụng dùng trong thiết kế khuôn mẫu bởi khả	Đưa ra các số liệu bảng màu không tính được dòng chảy và

				năng trong mô hình 3D	truyền nhiệt..
4	Solid Edge	Thân thiện dễ sử dụng	Cần cấu hình máy tính mạnh, chạy khá chậm.	Phần mềm chuyên để thiết kế các vật thể 3D, đặc biệt hữu dụng cho các ngành thay đổi mẫu mã nhanh. Do đó luôn được kiến nghị dùng thêm máy 3D	
5	Solid works	Thân thiện dễ sử dụng	Liên kết được với một số phần mềm khác	Đây là phần mềm mở chuyên thiết kế 3D đặc biệt dùng cho công nghệ khuôn mẫu	Ít sử dụng để tính toán, chủ yếu dùng thiết kế vật thể 3D.
6	COSMOS	Thân thiện, dễ sử dụng	Kết nối được nhiều phần mềm	Là phần mềm có khả năng phân tích tuyến tính, phi tuyến, phân tích truyền nhiệt, phân tích dòng chảy...	Bảng số liệu kèm theo màu sắc thể hiện mức độ an toàn, rất dễ đọc kết quả đối với người dùng.
7	MSC Visual Nastran	dễ sử dụng	Cần cấu hình máy tính	Là phần mềm chuyên mô phỏng động lực học, khả năng phân tích tĩnh động, phi tuyến, tần số...	Bảng số liệu về màu sắc, đồ thị thể hiện theo kết quả tùy dạng bài toán..
8	ANSYS	Dễ sử dụng, thân thiện..	Kết nối được với nhiều phần mềm, cần cấu hình máy tính	Là phần mềm có khả năng phân tích tĩnh động học kết cấu, phân tích đàn hồi đến đàn dẻo, phân tích tuyến tính, phi tuyến...	Đưa ra cột số liệu màu sắc thể hiện mức độ an toàn, dễ đọc kết quả cho người dùng..

Qua tổng hợp các phần mềm chuyên dụng chúng ta thấy có 04 phần mềm ở nhóm cao cấp “Tứ Đại CAD”. đó là: CATIA , Unigraphics, I-DEAS, Pro-Engineer. Đây là 4 phần mềm CAD/CAM/CAE cao cấp nhất mà các tập đoàn thiết kế chế tạo lớn dùng. Phần nhiều các hãng lớn chỉ dùng Pro-E để tính CAE. CAD của Pro-E thì thua xa UG và CATIA. CAM thì Pro-E và CATIA thua xa UG. CAE thì Pro-E mạnh hơn CATIA và UG. Tuy nhiên trong các phiên bản mới nhất của UG và CATIA thì có kèm thêm những tính năng mới mạnh nhất của NASTRAN và ANSYS nên có thể nói về CAE hiện tại cả 3 ngang nhau. Pro-E là phần mềm CAD đầu tiên đưa ra lý luận Parametric và phương pháp dựng hình dựa trên cơ sở “khắc hình” nên rất mạnh về Solid, còn CATIA và UG là 2 phần mềm thuộc về trường phái “Dán hình” nên rất mạnh về Surface để dựng mặt cong tự do trong thiết kế, design, do đó trong lĩnh vực thiết kế xe hơi và máy bay CATIA và Unigraphics được dùng nhiều hơn Pro-E. Trong CAD có 3 trường phái tượng trưng cho kỹ thuật dựng hình 3 chiều đó là:

1) Pro-E, SolidWorks, SolidEdge với trường phái “Khắc hình”, tức dựng hình theo nguyên tắc tạo một khối Solid, rồi theo đó khắc, cắt, dán boss v.v.. giống như điêu khắc trên gỗ.

2) CATIA, Unigraphics, Rhinoceros, Space-E (Grade-CUBE) với trường phái “Dán hình”, từ chuyên môn gọi là thủ pháp LampShade. Tức là giống như công việc dán lồng đèn, tạo hình từ những mặt cong phức tạp trên cơ sở những đường cong biên 3 chiều. Sau đó mới dùng từ mặt phức hợp Surface để tạo khối Solid. Đây là lý do vì sao trong ngành công nghiệp xe hơi người ta dùng nhiều CATIA và UG.

3) Latticer Designer, ThinkDesign với trường phái “Nắn hình” (giống như công việc của những người làm đồ gốm, với các thao tác làm việc nắn, kéo giãn, tạo hình với đất sét vậy). Đây là kỹ thuật dựng hình CAD 3D dùng trong ngành mỹ thuật công nghiệp là một kỹ thuật dựng hình sẽ rất mạnh trong tương lai. Ngoài 4 phần mềm trên thì có các phần mềm hạng trung để thiết kế là Solid

Works, SolidEdge, Mechanical desktop, CADCEUS ThinkDesign là 5 phần mềm hạng trung nổi tiếng. Nếu đi chuyên sâu về các lĩnh vực chế tạo khuôn đúc kim loại hoặc nhựa thì các phần mềm chuyên dụng làm khuôn là Space-E, Cimatron, MasterCAM là 3 phần mềm chuyên dụng nhất. Trong đó Space-E của Japan là phần mềm tương đối dễ học nhất. Độ chính xác cao, được dùng rất nhiều trong lĩnh vực gia công khuôn sắt và khuôn gỗ. Cimatron một phần mềm nổi tiếng của Do thái cũng được dùng rất nhiều, các thư viện khuôn trong Cimatron rất tiện lợi cho việc thiết kế khuôn, tính năng không thua “Mold Tooling Design” của CATIA hay “Mold Wizard” của UG. MasterCAM thì CAM rất tiện lợi, dễ học nhưng độ chính xác không cao, không tiện lợi cho thiết kế khuôn vì không có các phần hỗ trợ thiết kế khuôn tự động như CATIA, không chú ý kỹ phần tolerance trong quá trình chuyển đổi dữ liệu từ CAD sang CAM thì rất nguy hiểm trong quá trình gia công NC. Ba phần mềm trên chỉ mạnh về CAM dùng để gia công chứ không được dùng để thiết kế. Ngoài ra, nếu không có khả năng tiếp cận các phần mềm lớn ở trên thì có thể học AutoCAD, đây là phần mềm rẻ tiền, được nhiều người sử dụng. Nhưng các tính năng về thiết kế thì không bằng các phần mềm cao cấp. Theo nhóm đề tài thì ở mức độ thiết kế và làm việc ở Việt nam thì chưa cần đến “Tứ Đại CAD”, nhất là đối với các công ty thiết kế trong nước. Ở Việt nam CATIA được dùng trong HONDA và Toyota, Ford. UG được dùng trong ISUZU, NISSAN, CITIZEN Machinery các hãng xưởng dính líu đến GMC. I-DEAS được dùng cho các hãng con trực thuộc NISSAN, Mazda.

Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài 04 phần mềm được lựa chọn là SAP2000, Inventor, MSC.visualNastran, COSMOS, Các phần mềm tính toán thiết kế chi tiết máy Inventor và COMOS giúp thiết kế theo tiêu chuẩn quy cách, tối ưu hóa kết cấu. SAP2000 mang đến bảng số liệu về biểu đồ momen, lực cắt, biến dạng chuyển vị... của hệ khung cầu trục giúp tối ưu hóa tính toán hệ khung. MSC.visualNastran mang đến kỹ thuật mô phỏng cơ khí, kết hợp CAD, sự chuyển

động, FEM và kỹ thuật điều khiển trong một hệ thống duy nhất giúp kiểm tra, cải tiến tạo các mô hình phức tạp, kiểm tra lắp ráp...

1.4. Tiêu chuẩn, Quy phạm quy định trong thiết kế cầu trục.

1.4.1. Tiêu chuẩn, Quy phạm:

a. FEM

Tiêu chuẩn FEM (Federation Europe' en de la Manutention) của hiệp hội các nhà sản xuất cầu trục Châu Âu.

FEM 1.001-1998 phiên bản 3. tiêu chuẩn thiết kế thiết bị cầu trục gồm có 9 quyển:

Quyển 1- Đối tượng và phạm vi áp dụng tiêu chuẩn.

Quyển 2- Phân loại và tải trọng tác dụng lên kết cấu và cơ cấu máy.

Quyển 3- Tính toán ứng suất trong kết cấu.

Quyển 4- Kiểm tra độ bền mỏi và chọn các bộ phận cơ cấu máy.

Quyển 5- Trang bị điện.

Quyển 6- Tính ổn định (an toàn chống lật) và độ an toàn chống di chuyển do gió.

Quyển 7- Các quy tắc an toàn.

Quyển 8- Các thử tải và sai số.

Quyển 9- Phụ lục và chú giải cho các quyển 1-8.

b. TCVN 4244-2005 xuất bản lần 2, Thiết bị nâng thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật do Ban kỹ thuật TCVN/TC8 (Đóng tàu và công trình biển) ban hành. Tiêu chuẩn này thay thế cho:

TCVN 4244-86 – Quy phạm kỹ thuật an toàn thiết bị nâng.

TCVN 5863 :1995 - Thiết bị nâng, yêu cầu an toàn trong lắp đặt và sử dụng.

TCVN 5862 :1995 - Thiết bị nâng, phân loại theo chế độ làm việc.

TCVN 5864 :1995 - Thiết bị nâng- cáp thép, tang, ròng rọc, xích và đĩa xích.

Ngoài các tiêu chuẩn trên còn sử dụng tiêu chuẩn :

ISO (International Standard Organization), DIN (Deutsche Industrie Normen), BS (British Standards), JIS (Japanese Industry Standards)

Các tiêu chuẩn trên được áp dụng cho các loại cầu trục kiểu cầu : cầu trục oto, cầu trục bánh hơi, cầu trục bánh xích, cầu trục tháp, cầu trục đường sắt, cầu trục chân đế... Cầu trục và cổng trục các loại. Các loại máy nâng (xe tời chạy, trên ray, palăng điện, tời điện, palăng tay, tời tay..máy xây dựng)

1.4.2. Quy định chung:

Cầu trục chân dê trong các công trình thủy điện là một hạng mục của thiết bị cơ khí thủy công, nên ngoài việc tuân thủ theo các tiêu chuẩn quy phạm trên cầu trục chân dê còn tuân theo các quy định của TCXDVN 285:2002. Đây là quy định chủ yếu về thiết kế các công trình thủy lợi, thủy điện. Khi tính toán ổn định, độ bền, ứng suất, biến dạng chung của các công trình thủy công phải tiến hành theo phương pháp trạng thái giới hạn. Phương pháp trạng thái tới hạn đó là phương pháp mà kết cấu kim loại không đặt trong trạng thái làm việc, mà đặt trong trạng thái giới hạn, tức là trong trạng thái kết cấu mất khả năng chịu tải, không thể làm việc bình thường được nữa, hoặc có biến dạng quá mức, hoặc phát sinh các vết nứt. Các trạng thái giới hạn về sự làm việc của kết cấu được chia thành hai nhóm: Về khả năng chịu lực (cường độ và ổn định) được gọi là trạng thái giới hạn thứ nhất. Về biến dạng (hoặc chuyển vị) được gọi là trạng thái giới hạn thứ hai. Phương pháp tính toán theo trạng thái giới hạn khắc phục được nhược điểm cơ bản của phương pháp tính theo trạng thái ứng suất cho phép đó là hệ số an toàn về cường độ và ổn định là một hệ số chung, do đó không thể đánh giá đúng khả năng chịu lực của kết cấu. Trong phương pháp tính toán theo trạng thái giới hạn thì về mặt cường độ và biến dạng người ta đưa ra nhiều hệ số. Các hệ số này cho phép đánh giá đúng khả năng chịu lực của kết cấu công trình.

<i>Bảng 1.7 Hệ số điều kiện làm việc</i>					
Khi tính độ bền	Kéo			Nén	
Tổ hợp tải trọng	Cơ bản	đặc biệt không có động đất	Đặc biệt có động đất	Cơ bản	Đặc biệt
m	0,9	1,1	1,25	1,0	1,15

Hệ số vượt tải xét tới sự thay đổi của các loại tải trọng trong quá trình làm việc. Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ nhất được thực hiện với tải trọng tính toán. Tải trọng tính toán bằng tải trọng danh nghĩa tiêu chuẩn nhân với hệ số vượt tải. Tải trọng tiêu chuẩn là giá trị các tải trọng dùng để thiết kế cho từng loại kết cấu có trị số gần với giá trị lớn nhất khi sử dụng bình thường kết cấu được nêu trong tiêu chuẩn khảo sát thiết kế quy định riêng biệt cho mỗi loại công trình.

Tên các loại tải trọng và tác động	Hệ số lệch tải
- Trọng lượng bản thân công trình	1,05
- Áp lực nước trực tiếp lên bề mặt công trình, áp lực sóng	1
- Tải thẳng đứng và nằm ngang của máy nâng, cũng như tải trọng của các thiết bị công nghệ cố định	1,2
- Tải trọng do gió	1,3
- Tác động của động đất	1,1

Hệ số sai lệch về vật liệu n_{vl} dùng để xác định sức kháng tính toán của vật liệu được nêu trong tiêu chuẩn thiết kế quy định riêng biệt cho mỗi loại công trình thủy công, tùy theo kết cấu của chúng.

Tính toán theo trạng thái giới hạn thứ hai cho kết cấu công trình, được thực hiện với hệ số lệch tải và hệ số về vật liệu n_{vl} đều được lấy bằng 1, trừ các trường hợp quy định cụ thể trong tiêu chuẩn khảo sát thiết kế chuyên ngành. Ở trạng thái này cần đảm bảo kết cấu công trình không bị biến dạng (chuyển vị) quá lớn đảm bảo điều kiện làm việc bình thường của kết cấu. Nói cách khác là biến dạng (chuyển vị) của kết cấu do tải trọng tiêu chuẩn gây phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị biến dạng (chuyển vị) giới hạn cho phép.

$$\Delta \leq \Delta_{gh}$$

Trong đó:

Δ - Chuyển vị (biến dạng) của kết cấu.

Δ_{gh} - Chuyển vị (biến dạng) giới hạn cho phép của kết cấu.

Hiện nay, trên thế giới phương pháp tính toán thiết kế theo trạng thái giới hạn đang được phổ biến. Liên xô cũ và Nga đưa ra tiêu chuẩn CHuI 33-01-2003

(Các quy định chủ yếu về thiết kế), tiêu chuẩn này tương đương tiêu chuẩn TCXDVN 285:2002. Đức đưa ra tiêu chuẩn DIN 19704, tiêu chuẩn thiết kế và tính toán thiết bị cơ khí thủy công (Criteria for Design and Calculation Hydraulic steel structures) cũng sử dụng phương pháp tính toán kết cấu thép theo trạng thái giới hạn. Các tải trọng và tác động lên công trình cơ khí thủy công được xác định theo các tiêu chuẩn TCXDVN 285:2002; 14 TCN 56:88, các tiêu chuẩn của Liên xô cũ, Nga CHu[] 33-01-2003; CHu[] 2-06.06.85; CHu[] 7-81 và hội đồng đập lớn quốc tế- Ủy ban về lĩnh vực động đất cho thiết kế đập (IcoLD Committee on Seismic Aspects of Dam Design).

Xác định cấp độ công trình theo TCXDVN 335:2005 tiêu chuẩn thiết kế kỹ thuật công trình thủy điện Sơn La.

Tính toán ổn định và độ bền theo các tiêu chuẩn của một số nước như Mỹ EM 1110-2-1702 (US army Corps of Engineers USACE: hiệp hội các kỹ sư quân đội Mỹ).

Các nội dung tính toán, các giả định trường hợp tính toán, sơ đồ tính toán cho công trình phải phù hợp với khả năng có thể xảy ra, tuân thủ đầy đủ các tiêu chuẩn khảo sát thiết kế hiện hành và cuối cùng tìm ra lời giải bất lợi nhất. Khi tính toán các kết cấu công trình xét tới nội lực phát sinh chung do biến dạng gây ra. Sự biến dạng này phải nằm trong giới hạn cho phép, không gây bất lợi cho khai thác và độ bền, biến dạng của công trình, kết cấu của từng bộ phận hoặc giữa các bộ phận với nhau.

1.5. Kết luận:

Qua nghiên cứu tìm hiểu về tình hình nghiên cứu sử dụng các phần mềm trên thế giới, tổng quan về các phần mềm, các tiêu chuẩn quy phạm, các quy định chung về thiết kế cầu trục nhóm đề tài lựa chọn 04 phần mềm SAP2000, MSCvisual nastran, Inventor và Cosmos. Bộ phần mềm này là bộ công cụ đầy đủ hoàn thiện phục vụ cho việc tính toán thiết kế cầu trục chân dế, phù hợp với điều kiện khai thác sử dụng tại Việt Nam.

CHƯƠNG 2.

GIỚI THIỆU CÔNG DỤNG CÁC PHẦN MỀM THÔNG DỤNG

2.1. SAP2000.

2.1.1. Sơ lược về phần mềm SAP2000.

2.1.1.1. Trình tự giải toán bằng phần mềm phần tử hữu hạn:

Các phần mềm phần tử hữu hạn đều có một nghi thức làm việc giống nhau, chỉ có cách thức giao tiếp là khác nhau, trình tự giải một bài toán được chia thành các bước (hình 2.1):

Bước 1: Chuyển từ sơ đồ kết cấu sang sơ đồ tính.

- Xác định các yêu cầu tính toán, kết quả cần tìm.

- Xác định dạng hình học của kết cấu.

- Xác định tải trọng....

Bước 2: Rời rạc hóa kết cấu, chọn loại phần tử mẫu thích hợp.

- Đánh số các điểm nút phần tử.

- Phân chia các phương án tải trọng.

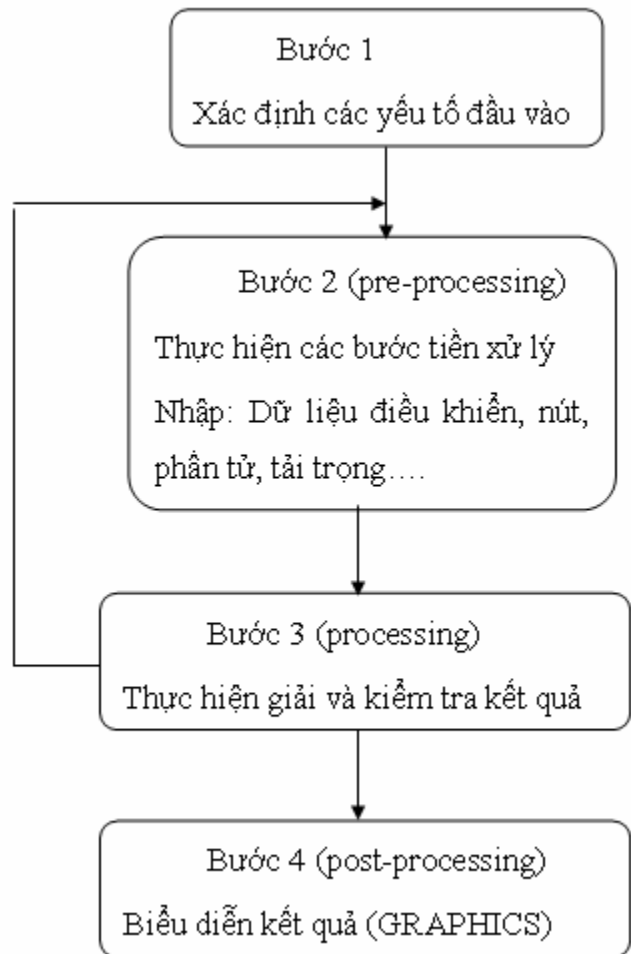
- Nhập dữ liệu

Bước 3:

- Thực hiện giải bài toán.

- Kiểm tra độ chính xác của kết quả.

- Hiệu chỉnh dữ liệu ban đầu nếu cần thiết.



Hình 2.1 Các bước tính toán bằng SAP

Bước 4:

Biểu diễn kết quả

Xử lý kết quả nếu cần thiết.

Sử dụng kết quả.

2.1.1.2. Khả năng và nguyên lý hoạt động của SAP:

Các tính năng giao tiếp:

Dễ dàng sử dụng, giao tiếp đồ họa trực tiếp trên các cửa sổ màn hình.

Hỗ trợ các công cụ mạnh như CAD để nhanh chóng xây dựng mô hình.

Hỗ trợ tiêu chuẩn thiết kế của Hoa Kỳ và các nước khác.

Cung cấp nhiều tính năng mạnh để mô tả lớp các bài toán phổ biến trong thực tế kỹ thuật bao gồm: cầu, đập chắn, bồn chứa, các tòa nhà... Các giao tiếp đồ họa dựa trên các cửa sổ, cho phép nhanh chóng tạo ra các mô hình từ các mẫu thư viện sẵn có. Tất cả việc chỉnh sửa, thay đổi... phân tích nội lực cũng giống như biểu diễn và thiết kế đều được thực hiện một cách giống nhau. Người dùng hoàn toàn có thể thao tác trực tiếp trên các hình ảnh đồ họa hai chiều, ba chiều (2D, 3D).

Các khả năng tính toán:

Phần tử mẫu gồm có: thanh dàn, dầm, tấm vỏ màng, phần tử 2 chiều-ứng suất phẳng, biến dạng phẳng, đối xứng trục, phần tử khối, cho tới phần tử phi tuyến.

Vật liệu có thể là tuyến tính đẳng hướng hoặc trục hướng và phi tuyến.

Các liên kết bao gồm: Liên kết cứng, liên kết đàn hồi, liên kết cục bộ khử bớt các thành phần phản lực.

Đa hệ tọa độ: có thể dùng nhiều hệ tọa độ để mô hình hóa từng phần của kết cấu.

Nhiều cách thức ràng buộc các phần khác nhau của kết cấu.

Tải trọng bao gồm các lực tập trung tại nút, áp lực lên phần tử, ảnh hưởng của nhiệt độ, tải trọng phổ gia tốc, tải trọng điều hòa và tải trọng di động...chúng có thể đặt tại nút, hoặc phân bố đều, hình thang, tập trung và áp lực lên phần tử.

Khả năng giải các bài toán lớn không hạn chế ẩn số, giải thuật ổn định và hiệu suất cao.

Các phân tích cho bài toán kết cấu bao gồm:

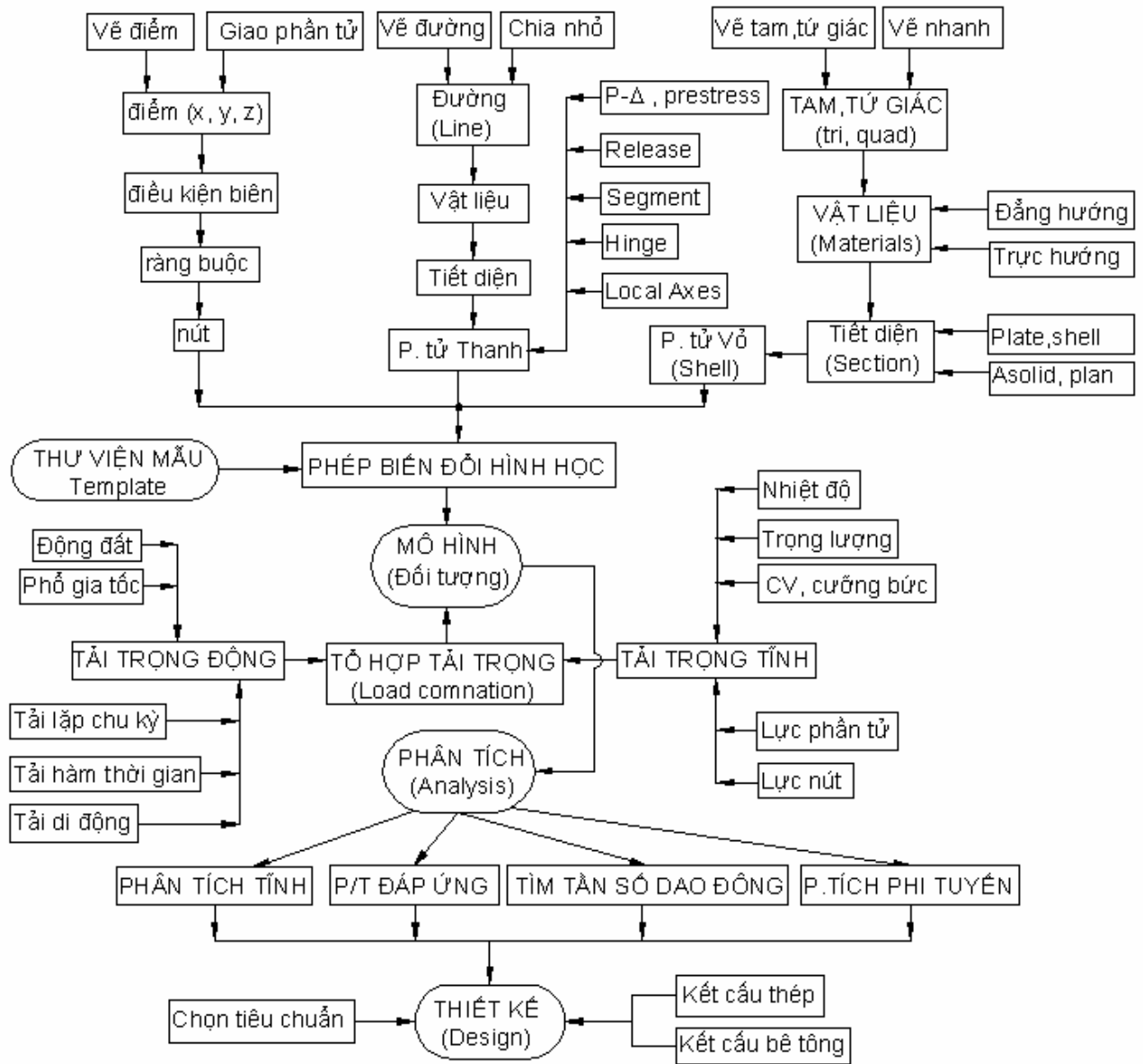
- + Phân tích tĩnh (Static analysis)
- + Tính tần số dao động riêng và các dạng dao động (modal analysis).
- + Tính đáp ứng động lực học (Response analysis) với tải trọng ngoài thay đổi theo thời gian, hay phổ gia tốc (thường dùng cho tải trọng là động đất).

Các phương án tải có thể kết hợp với nhau.

Một kết cấu có thể có nhiều loại phần tử mẫu.

Nguyên lý hoạt động:

Nguyên lý hoạt động được minh họa như sơ đồ hình 2.2:



Hình 2.2 Nguyên lý hoạt động của SAP

2.1.2. Kết cấu hệ thanh.

a. Hệ thanh dàn:

Trong SAP2000 phần tử thanh dàn là một trường hợp đặc biệt phần tử thanh dầm (frame element), khi kết cấu làm việc dưới sự tác dụng của tải trọng ngoài thì trong thanh chỉ có duy nhất một thành phần nội lực duy nhất lực dọc. Phần tử thanh dàn có các điểm đặc biệt sau:

Một phần tử có 2 nút.

Đối với hệ kết cấu dàn không gian, mỗi nút có 3 thành phần chuyển vị (bậc tự do) bao gồm các thành phần chuyển vị thẳng đứng U_x , U_y , U_z . Trường hợp hệ phẳng thì chỉ có 2 thành phần chuyển vị thẳng, chúng phụ thuộc vào mặt phẳng làm việc của kết cấu. Ví dụ mặt phẳng làm việc là OXY thì chỉ có 2 thành phần chuyển vị U_x , U_y cho mỗi nút. Các thành phần chuyển vị xoay không tồn tại do giả thiết ban đầu, các mắt dàn liên kết các thanh là những khớp lý tưởng. Do đó trước khi thực hiện quá trình giải cần chọn số bậc tự do của nút thích hợp.

Trong giải thuật lập ma trận độ cứng của phần tử thanh sử dụng công thức chung tính ma trận độ cứng tổng quát cho thanh chịu lực phức tạp, do vậy tồn tại thành phần độ cứng uốn và xoắn trong ma trận phần tử. Trong thực hành, đối với hệ dàn cho chỉ xét đến độ cứng dọc trục (kéo, nén) của phần tử, cho nên trong số các đặc trưng hình học của mặt cắt ngang chỉ cần khai báo duy nhất giá trị diện tích tiết diện (cross section area), các giá trị đặc trưng khác được gán bằng không.

Các tải trọng tập trung (duy nhất các thành phần lực, không có thành phần mô men) và khối lượng thu gọn (lumping mass) chỉ được đặt tại nút.

b. Kết cấu Hệ khung:

Các đặc tính chung của phần tử thanh dầm:

Phần tử thanh dầm được mô tả bởi đường trục của nó là đoạn thẳng giới hạn bởi hai điểm nút có tọa độ xác định trong không gian.

Mỗi nút có 6 bậc tự do gồm 3 thành phần chuyển vị thẳng và 3 thành phần chuyển vị xoay. Nội lực trong phần tử gồm có 6 thành phần: lực dọc, moment xoắn, 2 moment uốn và 2 lực cắt.

Dọc theo chiều dài của phần tử, moment quán tính của tiết diện có thể thay đổi theo luật tuyến tính, parabol, hay bậc ba.

Tại các nút ở 2 đầu phần tử có thể đặt các liên kết cục bộ để giải phóng một thành phần nội lực nào đó, hoặc cũng có thể xem xét đoạn liên kết đầu phần tử có độ cứng vô cùng.

Tải trọng đặt lên phần tử thanh có thể là tải trọng tập trung, phân bố hay trọng lượng bản thân. Cường độ tải trọng của các điểm dọc theo chiều dài của phần tử cũng có thể thay đổi bất kỳ.

Các đặc trưng hình học và vật liệu của phần tử:

+ Đặc trưng hình học:

Do tính chất làm việc trong không gian, trong trường hợp tổng quát tất cả các thành phần độ cứng kéo nén, uốn, cắt, xoắn đều tham gia làm việc. Vì vậy cần thiết phải khai báo tất cả các đặc trưng hình học tương ứng với các thành phần độ cứng. Trong SAP vật liệu là một tính chất của đặc trưng hình học.

Thành phần độ cứng	Đặc trưng hình học	Kí hiệu
Kéo nén dọc trục	Diện tích mặt cắt ngang	A
Uốn (trong 2 mặt phẳng)	Moment quán tính uốn	I_2, I_3
Cắt (trong 2 mặt phẳng)	Diện tích cắt	A_{S2}, A_{S3}
Xoắn	Moment quán tính xoắn	J
Loại vật liệu tương ứng của tiết diện		MAT

Trong các trường hợp đặc biệt như kết cấu hệ dàn, hệ khung phẳng tùy theo kết cấu cụ thể mà có thể bỏ bớt đi một vài thành phần độ cứng nào đó bằng cách khai báo chúng có giá trị bằng zero.

Trong SAP có 3 cách khai báo đặc trưng hình học cho tiết diện: khai báo tất cả các đặc trưng hình học của tiết diện; chỉ định tiết diện mẫu từ các thư viện; chỉ định loại tiết diện có hình dạng chuẩn, chương trình sẽ tự động tính các đặc trưng hình học. SAP cung cấp một thư viện thép định hình theo các tiêu chuẩn theo các file AA6061-T6.pro : tiêu chuẩn nhôm hình của Mỹ.

AISI3.pro : tiêu chuẩn thép hình của Mỹ

BSShapes.pro : British tiêu chuẩn thép hình

Chinese.pro : tiêu chuẩn thép hình của Trung quốc

CISC.pro : tiêu chuẩn thép hình của CANADA

EURO.pro : tiêu chuẩn thép hình Châu Âu.

Ngoài ra chương trình cũng cho phép tạo ra các thư viện riêng bằng cách dùng tiện ích proper.exe một modul kèm theo phần mềm.

2.2. MSC. Visual Nastran.

Đối với những người thiết kế trong các lĩnh vực công nghiệp, thiết bị cho xây dựng, thể thao hay giải trí, thiết bị y tế, chi tiết động cơ máy, thiết bị tiêu dùng... thì có lẽ quan tâm hàng đầu của họ là muốn biết sản phẩm của mình vận hành như thế nào trong điều kiện thực tế. Như vậy nhu cầu về một sản phẩm mô phỏng thật nhất hoạt động của một thiết bị cơ khí là có thực. Có khá nhiều phần mềm có khả năng thực hiện chức năng mô phỏng tuy nhiên đáng quan tâm hơn cả là phần mềm MSC.visualNastran của hãng MSC.working Knowledge. Một phần mềm kết hợp kỹ thuật sáng tạo, quan sát trên môi trường CAD. MSC.visualNastran kết hợp mô phỏng chuyển động tiên tiến và kỹ thuật phân tích phần tử hữu hạn tinh vi nhưng lại rất dễ sử dụng.

2.2.1. Khả năng kết hợp và khả năng sử dụng:

MSC.visualNastran (MSC) kết hợp hoàn toàn giao diện tổng hợp với phiên bản mới nhất của Autodesk Inventor và Mechanical Desktop. Người sử dụng có thể tối ưu những thanh công cụ và lệnh của MSC để thực hiện chức năng như trong hệ thống CAD. Công cụ Automatic Constraint Mapping (ACM) chuyển đổi những chi tiết, bản vẽ lắp và thông tin ràng buộc lắp ráp trong CAD.

Công cụ CAD Associativity sẽ cập nhật những dữ liệu thay đổi trong phần mềm CAD vào trong MSC.visualNastran. CAD Associativity sẽ ghi nhận mối quan hệ giữa những đối tượng trong mô hình và những đối tượng trong MSC.visualNastran của chúng (những khối, điểm liên kết, liên kết) và ghi lại những bổ sung bất kỳ, tác động xóa, thay đổi...đã thực hiện trên mô hình MSC.visualNastran.

Hình dáng từ mỗi hệ thống CAD ảo có thể được truy cập sử dụng những tiêu chuẩn: ACIS (SAT), Parasolid (x_t), STEP (AP203), IGES, STL. Hình dáng chuyển từ CAD sang MSC hoàn chỉnh sau đó phủ lưới tính ứng suất giữa các chi

tiết. Như vậy có 2 khả năng kết hợp trong MSC, cách thứ nhất là sử dụng các mô hình 3D chuẩn, cách này có thể tiến hành cho bất cứ phần mềm thiết kế 3D nào, tuy nhiên lại có đặc điểm khó khăn khi tiến hành lắp ráp các khớp và cách thứ hai đó là dùng liên kết trực tuyến đối với các phần mềm Solidworks, Pro-E, Solid Edge, Mechanical Desktop. Một khả năng to lớn khác của MSC mà các phần mềm mô phỏng khác không có đó là khả năng kết hợp với Simulink một phần mềm phổ biến của MathWorks nhà sáng tạo ra MATLAB. Cho phép mô phỏng hệ thống lớn gồm cả thủy lực, điện tử và điều khiển.

Một số khả năng của MSC.visualNastrans (MSC)

Mô phỏng chuyển động với độ chính xác cao: chương trình có khả năng mô phỏng tất cả các loại chuyển động từ đơn giản đến phức tạp với độ chính xác và chân thật cao nhất.

- Xuất các tham số đo lường:

- * Vị trí, vận tốc thẳng, vận tốc góc và gia tốc.
- * Ràng buộc ứng suất, chiều dài, vị trí, lực và moment.
- * Lực ma sát và sự va chạm.
- * Tìm ra sự đối lập và khoảng cách gần nhất giữa các chi tiết.

- Điều khiển chuyển động:

- * Các động cơ và cơ cấu chấp hành.
- * Lực tập trung, moment, lực phân bố và ứng suất.
- * Bảng thông số đầu vào, con trượt...điều khiển Simulink.

- FEA

- * Ứng suất, sức căng, độ võng, độ dao động, đàn hồi, truyền nhiệt.
- * Kết quả FEA và vùng an toàn.

- Ràng buộc:

- * Điểm cố định, quay tròn, hình cầu, rãnh.
- * Tay đòn, dây thừng, lò xo, bánh răng, dây đai...
- * Ống lót và các đặc điểm chung...

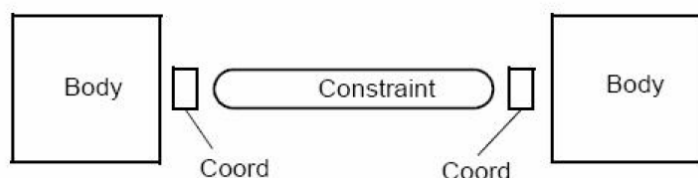
- * Ràng buộc thích hợp cho việc tính bằng FEA.
- Tích hợp phân tích chuyển động và ứng suất:
 - * Đổi lực tập trung thành lực phân bố.
 - * Chuyển thông tin quán tính cho việc tính toán ứng suất của chi tiết.
 - * Tính toán ứng suất tại mỗi bước.
 - * Tận dụng kỹ thuật phân tích phần tử để giải quyết những ràng buộc lắp ráp dư thừa.

- Ghi chú thích và kích thước:
 - * Chữ và dòng chú thích, véctor.
 - * Khoảng cách và kích thước bán kính...
- Khả năng trình diễn:
 - * Tích hợp liên tục với sự mô phỏng vật lý.
 - * Thể hiện kết quả mô phỏng ứng suất.
 - * “Auto-explode” cho sự thể hiện sự lắp ráp phân rã.
 - * Tô bóng, render bề mặt.
 - * File video AVI.
- Xuất kết quả:
 - * Dữ liệu hệ mét từ sự mô phỏng phần mềm.
 - * MS Excel.
 - * File hình ảnh JPEG, TIFF và BMP.
 - * File VRML và HTML cho sự phân bố mô phỏng trên web.

Một khả năng đặc biệt nữa của MSC là khả năng lập trình điều khiển mô phỏng chuyển động của các đối tượng.

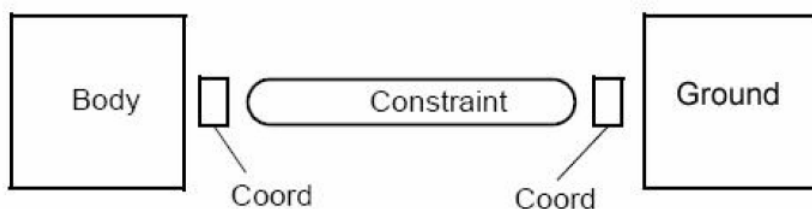
2.2.2. Các thành phần cơ bản của một ứng dụng:

Mọi ứng dụng đều được xây dựng từ 3 thành phần cơ bản là: các khối vật thể (body), khớp (constraint) và mặt liên kết (coord), chúng liên kết với nhau tạo thành một hệ thống hoàn chỉnh, sơ đồ liên kết giữa chúng được mô tả bằng sơ đồ sau (hình 2.3, hình 2.4).



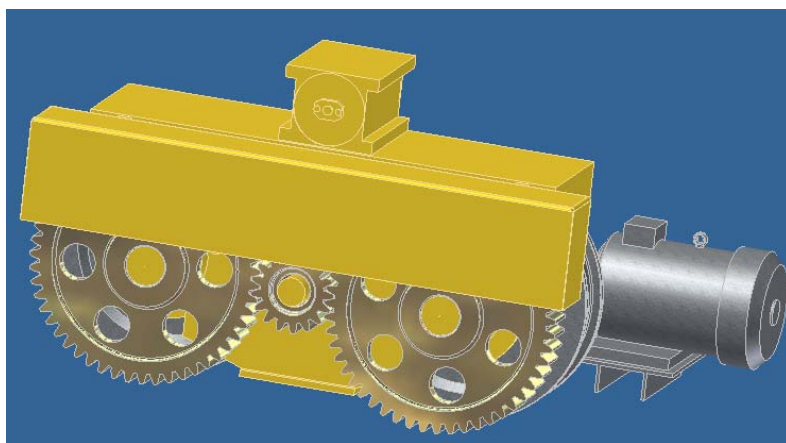
Hình 2.3 Liên kết các vật thể

Hoặc



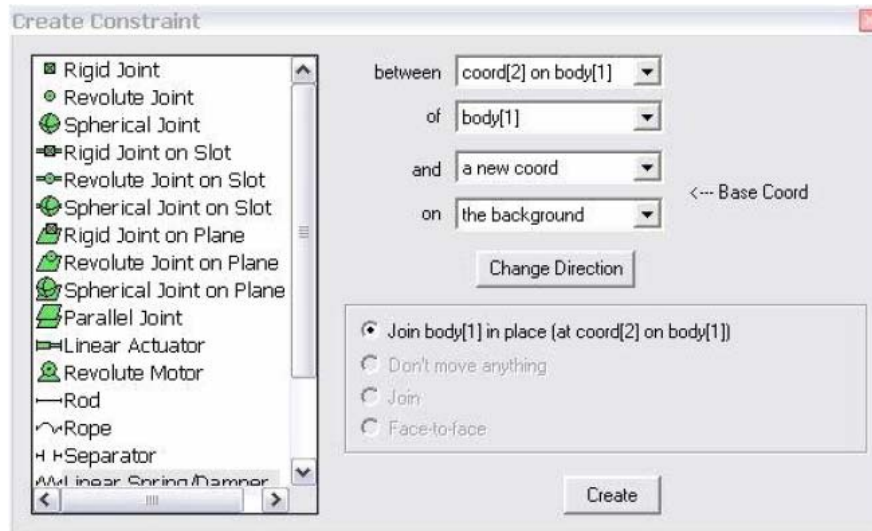
Hình 2.4 Liên kết vật thể với nền

* Body : là các mô hình 3D được vẽ ngay trong chương trình hoặc trong các phần mềm CAD khác, được đóng gói dưới dạng file chuẩn và được xuất ra phần mềm MSC.



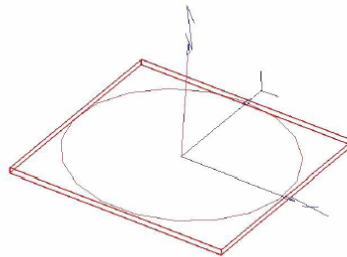
Hình 2.5 Bộ chạy cầu trực được vẽ bằng Inventor

* Constraint : là hệ thống các khớp liên kết và các cơ cấu tác động. Ngoài các khớp như khớp cứng, xoay, trượt, cầu, xoay trượt... Constraint (hình 2.6) còn bao gồm: động cơ, cơ cấu tác động Linear Actuator, thanh nối, dây nối, lò xo thẳng, xoắn...



Hình 2.6 Hệ thống các khớp liên kết khi tạo mô hình

* Coord : là các mặt phẳng định vị khi tiến hành nối các body bằng các constraint, vị trí và hướng của các coord quyết định vị trí và hướng của liên kết (hình 2.7). Vì vậy cần định vị thật chính xác các coord để có thể mô phỏng chính xác.



Hình 2.7 Mặt phẳng định vị khi mô phỏng trong MSC

2.3. Inventor và Cosmos.

2.3.1. Phần mềm Inventor

2.3.1.1. Giới thiệu sơ lược về phần mềm Inventor.

Inventor là phần mềm thiết kế cơ khí đặc sắc của AutoDesk. Trong Inventor tích hợp các công nghệ và chức năng mới nhất trong lĩnh vực thiết kế:

- Thiết kế hoàn toàn theo tham số (*Parametric*) và hướng đối tượng (*Feature Based*). Quá trình thiết kế được thực hiện theo quy trình thuận: Phác thảo -> Mô hình -> tính toán -> Chỉnh sửa -> Xuất kết quả.

- Trợ giúp thiết kế chi tiết thường và chi tiết từ vật liệu tấm (*Sheet Metal*), lắp ráp.
- Là một trong số ít phần mềm có khả năng tạo mô hình trình diễn động (*Animation*) để thử nghiệm và biểu diễn hoạt động của cơ cấu.
- Là phần mềm duy nhất chuyển trực tiếp bản vẽ 2D của AutoCAD thành mô hình 3D.
- Là phần mềm duy nhất có công nghệ thiết kế thích nghi (*Adaptive Design*), cho phép một chi tiết tự động thay đổi kích thước (thích nghi) để lắp vừa chi tiết cùng cấp.
- Được xếp hàng đầu về tính dễ sử dụng trong các phần mềm CAD nổi tiếng hiện nay. Hầu hết thao tác được thực hiện bằng kéo thả, sử dụng giao diện Windows chuẩn, hệ thống trợ giúp và hướng dẫn sử dụng hoàn hảo.
- Trên nền Inventor có thể tích hợp nhiều phần mềm CAD/CAM khác của hầu hết các nhà phát triển phần mềm nổi tiếng trên thế giới, như Adams, SolidWorks, Patrace.

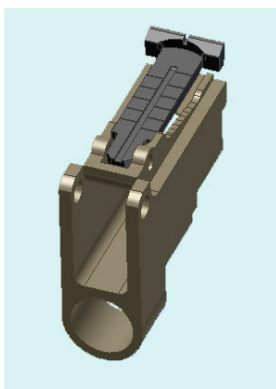
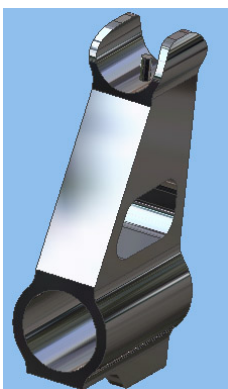
Bảng 2.1 sau đây so sánh tính năng của các phần mềm CAD hàng đầu trên thế giới do TechniCom, một hãng chuyên tư vấn CAD/CAM thực hiện.

Bảng 2.1 So sánh tính năng của một số phần mềm CAD

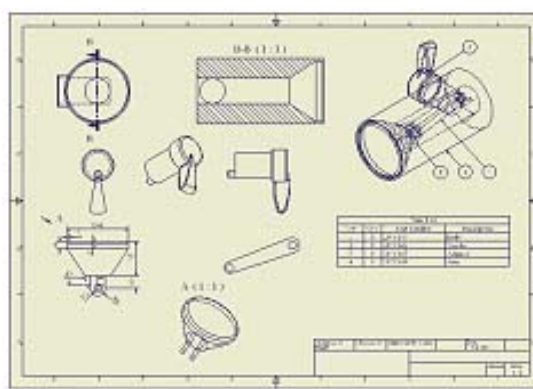
Tính chất và chức năng	Inventor10	Solid Edge	Solid Works 2001	Pro/E. 2001
Dễ sử dụng	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓
Trao đổi dữ liệu với DWG (cho ACAD2000i, 2000, R12-R14 và DXF cho R12)	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓
Công nghệ thiết kế tham số	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
Thiết kế thích nghi	✓✓✓	Không	Không	Không
Môi trường làm việc tập thể (Collaboration)	✓✓✓	✓?	✓?	✓✓
Công nghệ kim loại tấm (Sheet metal)	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓✓
Test lắp ghép và chuyển động 2D, 3D	✓✓✓	Không	Không	Không
Dùng tham số cho bản vẽ 2D	✓✓✓	✓	✓✓	✓
Hệ thống trợ giúp và hỗ trợ tiện lợi	✓✓✓	✓✓	✓	✓

Tự động tạo kích thước, liên kết cho phác thảo (sketch)	✓✓✓	✓	✓	✓✓✓
Tự động sửa lỗi dữ liệu chuyển từ AutoCAD.	✓✓✓	✓	✓	✓
Hỗ trợ các profil giao nhau	✓✓✓	Không	Không	Không
Hỗ trợ nhiều profil trong phác thảo	✓✓✓	✓	✓✓	✓✓
Chia sẻ dữ liệu DWG trong phác thảo	✓✓✓	Không	Không	Không
Tính toán thiết kế các chi tiết máy	✓✓✓	Không	Không	Không

Bảng 2.2 Minh họa các tính năng và tiện ích của Inventor



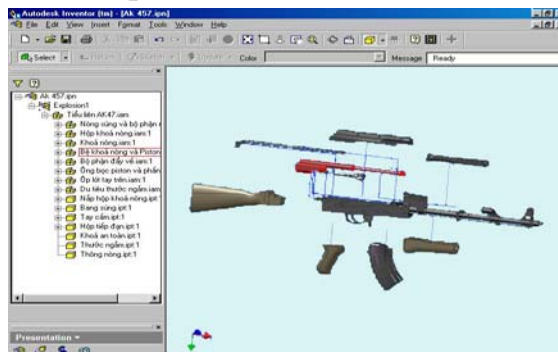
Chi tiết đầu ruồi và cụm thước ngắm AK



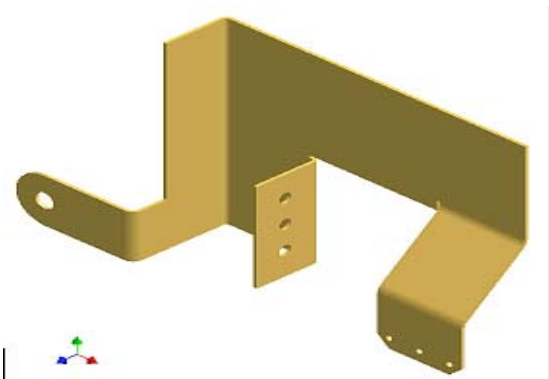
Bản vẽ lắp xuất từ mô hình lắp ráp



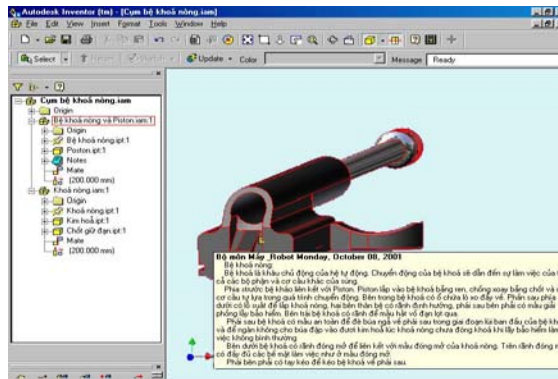
Mô hình lắp ráp súng tiểu liên AK



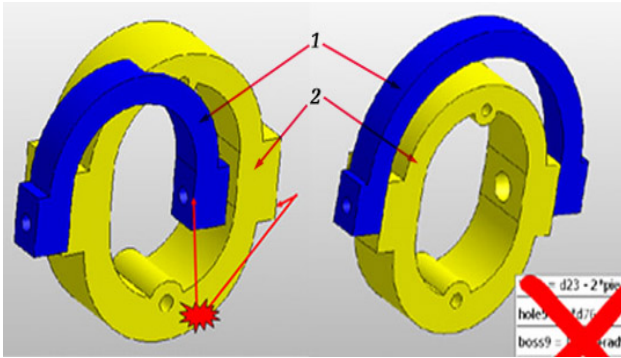
Mô hình động trình diễn lắp ráp



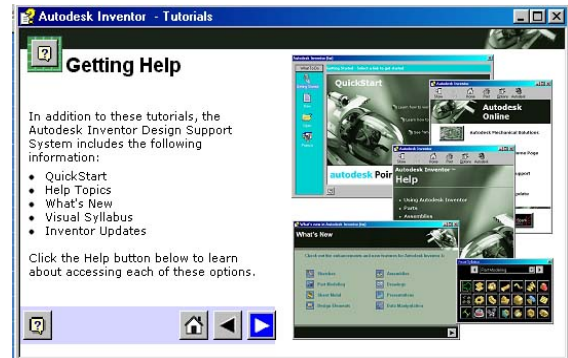
Chi tiết từ kim loại tấm



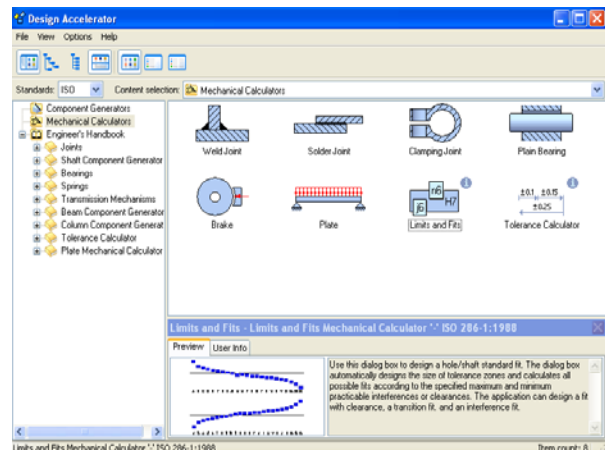
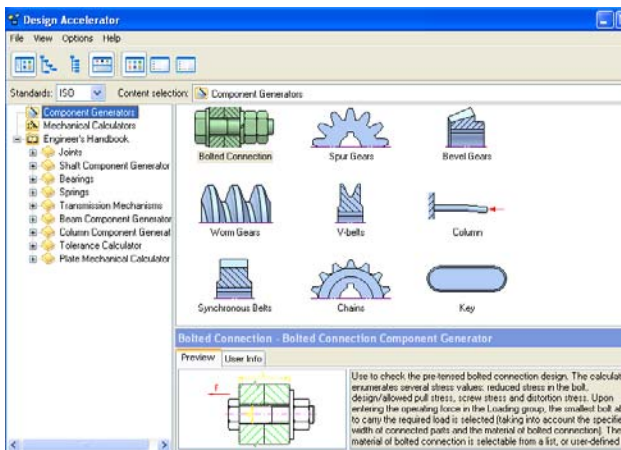
Hệ thống quản lý dự án



Mô hình thiết kế theo công nghệ thích nghi



Hệ thống trợ giúp nhiều kênh



Giao diện mô hình tính toán chi tiết máy

2.3.1.2. Khả năng tính toán chi tiết máy của Inventor.

Công cụ Design Accelerator là một mô đun tính toán thiết kế chi tiết máy hiện đại của Autodesk Inventor 10. Thông số dưới đây thể hiện khả năng tính toán của mô đun này.

Khả năng tính toán chi tiết máy:

Tính toán kiểm tra mối ghép bu lông - đai ốc (bolted connection)

Tính toán bộ truyền bánh răng trụ (spur gears)

Tính toán bộ truyền bánh răng côn (Bevel gears)

Tính toán bộ truyền trục vít-bánh vít (Worm gears)

Tính toán bộ truyền đai (V-belts)

Tính ổn định của chi tiết chịu kéo, nén (column)

Tính toán bộ truyền đai răng (Synchronous Belts)

Tính toán thiết kế bộ truyền xích (Chains)
Tính và chọn then bằng (key)
Tính chọn then hoa răng thân khai (involute splines)
Tính chọn then hoa răng chữ nhật (straight-sided splines)
Tính toán mối lắp bạc, trục (Fress fit)
Tính toán tai treo móc (clevis pin)
Tính toán chốt trụ (pin)
Tính chọn ổ lăn (bearing)
Tính chọn lò xo các loại (spring)
Tính toán thiết kế trục (shaft)
Tính toán dầm (tiết diện mặt cắt chuẩn)(beam)
Tính toán thiết kế cơ cấu cam (CAM)
Tính bền mối ghép ren (Power screw)
Tính toán mối hàn giáp mối (Welt joint)
Tính toán mối hàn chồng (Solder joint)
Tính mối ghép rãnh thanh dẫn hướng kẹp, côn.. (clamping joint)
Tính toán ổ trượt (Plain bearing)
Tính các trường hợp cơ cấu Phanh (brake)
Tính toán tấm bản mặt (plate)
Tính toán các mối lắp (limits and fits)
Tính toán dung sai chuỗi kích thước (tolerance caculator)

2.3.2. Phần mềm Cosmos Design Star

Trong bộ phận mềm COSMOS thì Cosmos Design Star là một phương án trợ giúp thiết kế mới giúp các kỹ sư có thể tính toán kiểm nghiệm lại mẫu thiết kế. Phần mềm nhanh chóng chứng minh hiệu quả và nhanh hơn các phương án tính toán truyền thống thông thường. Do vậy COSMOS trở thành bộ phận mềm tính toán kiểm nghiệm phổ biến trên thế giới.

Nhờ hỗ trợ khả năng tính toán kết cấu, CosmosDesignSTAR cho phép mở rộng khả năng tính toán thiết kế chuyên nghiệp bao gồm mô phỏng chuyển động, mô phỏng chuyển động rơi, tính kiểm nghiệm sức bền cho hệ kết cấu, tính bài toán phi tuyến, tính nhiệt, tính dòng chất lỏng và các mô hình truyền dẫn điện từ.

a. Khả năng tương tác:

Cosmos tương thích với tất cả các chương trình trợ giúp thiết kế ba chiều. Nó hoàn toàn tương thích với chương trình Autodesk Inventor, solidworks, cho phép tận dụng các hệ mẫu đồng nhất (không có vết cắt, vết hàn) mà không cần nhập lại dữ liệu với mỗi thay đổi của chi tiết.

Cosmos cũng cung cấp khả năng đọc các bản thiết kế của Pro/Engineer, các mẫu file của CATIA, ví dụ như các file *.IGES cho cả hai loại file thiết kế chi tiết và file thiết kế lắp ráp. Cosmos xây dựng trên nền tảng hạt nhân là nghiên cứu loại mẫu đặc (parasolid) cũng hỗ trợ hai chuẩn ACIS và STE AP203. Mẫu kiểm nghiệm có thể dễ dàng tích hợp vào Comos để tính toán và đánh giá từ bất kỳ chương trình nào dưới đây: như Autodesk Inventor, Solid Edge, Solidworks, CATIA, Pro/Engineer.

b. Khả năng tính toán:

Khả năng tính của COMOS được mô tả như trong bảng 2.3:

<i>Bảng 2.3 Khả năng tính toán của COSMOS DesignSTAR</i>			
Khả năng tính toán	Khả năng thiết kế	Tính chuyên nghiệp	Tính chất trên chuyên nghiệp
Phân tích vỏ	✓	✓	✓
Hệ lắp ghép và đk liên kết	✓	✓	✓
Bài toán tuyến tính	✓	✓	✓
Tần số ổn định		✓	✓
Nhiệt		✓	✓
Sức bền mỏi		✓	✓

Chuyển động rơi		✓	✓
Trao đổi FEA		✓	✓
Mô phỏng chuyển động	Hỗ trợ	Hỗ trợ	Hỗ trợ
Bài toán phi tuyến			✓
Vật liệu Composite			✓
Động học			✓
Bài toán dòng chất lỏng	Hỗ trợ	Hỗ trợ	Hỗ trợ
Bài toán điện từ	Hỗ trợ	Hỗ trợ	Hỗ trợ

c. Khả năng tính toán trợ giúp thiết kế mạnh mẽ:

Hỗ trợ tính toán (Analysys Advisor): hướng dẫn người thiết kế cũng như người mới bắt đầu qua từng bước cụ thể với những vấn đề tính toán. Giúp đỡ giải quyết những thắc mắc liên quan tới phương pháp sử dụng, làm sao để tạo ra lưới phần tử hữu hạn, làm sao để thể hiện kết quả tính toán.

Thư viện tính toán (Analysys Library): Tạo ra những mẫu có đặc tính toán thường sử dụng như các lực, các phần hỗ trợ, các điều kiện biên. Người thiết kế có thể dễ dàng sử dụng các thao tác kéo thả các mẫu thuộc thư viện để có thể tạo ra các lực đặt, các phần hỗ trợ lên một mẫu bất kỳ.

Liên kết cứng (Pin Connector): Mô phỏng hiệu ứng liên kết hai thành phần bằng một liên kết có biến dạng. Không cần phải mô tả các liên kết có biến dạng trong khi mô phỏng. Ngoài ra các liên kết có biến dạng có thể mô tả được các tải trọng kéo nén đặt trước.

Liên kết bằng then, chốt truyền (Bolted Connections): Mô phỏng mối ghép then hay trục truyền giữa hai thành phần được liên kết với nhau. Có thể mô phỏng được momen xoắn phụ thuộc vào điều kiện liên kết.

Liên kết hàn (Spot Weld connector): Mô tả mối hàn để tính toán các chi tiết dạng tấm hàn với nhau.

Tính toán đàn hồi (Elastic Support): Mô phỏng khả năng hoạt động linh hoạt của hệ khung dưới tác động của sự rung động.

Truyền động xích (Link Connector): Mô phỏng liên kết hai thành phần nằm tại hai vị trí xa nhau liên kết với nhau bằng truyền động xích.

Mặt phẳng ảo (Virtual Wall): Định nghĩa liên kết giữa một mẫu với một mặt phẳng ảo.

Chốt định vị (Hinge Restrain): Mô tả định vị bằng chốt cho các trường hợp bề mặt dạng trụ như các lỗ hay các trục.

Nghiên cứu kiểm nghiệm (Analysis Research): Người dùng có thể tìm kiếm các tư liệu về các loại vật liệu trên trang matweb.com và truy xuất tài nguyên của các sản phẩm COMOS khác, hỗ trợ các chuyên đề, tài liệu, hỗ trợ bản quyền.

Kiểm tra va đập (Drop Test): Khả năng kiểm tra va đập giúp kiểm nghiệm sản phẩm thiết kế như là một vật thể đang chuyển động rơi. Nó giúp người thiết kế kiểm tra mẫu rơi thực tế từ độ cao khác nhau.

Mối tương quan giữa kết quả kiểm tra với kết quả tính toán của COMOS: So sánh các kết quả tính toán như ứng suất bền, ứng suất mỏi và các chuyển vị với các kết quả đo từ các kiểm nghiệm vật lý.

Tải trọng định hướng: Định nghĩa tải trọng định hướng phát sinh từ các mặt trụ tiếp xúc với nhau. Các tải trọng định hướng này tự động thể hiện như các tải trọng không đồng đều trên bề mặt liên kết.

Lực và tải trọng phi tuyến (Non-Uniform Force and tải trọng): Mô phỏng các lực và áp suất đa dạng.

Nghiên cứu theo tham số (Parametric Studies): Tổng hợp tất cả các lực, vật liệu, các kích thước hình học như các thông số tính toán. Sử dụng bảng thông số thiết kế coi như biến số trong suốt quá trình tính toán mẫu một cách phong phú để dự tính các sự kiện sẽ phát sinh. Ngoài ra, kết quả tổng hợp các biến số cho mỗi mẫu tính toán đều được trình bày.

Mô phỏng chuyển động (Motion Simulation): Phân tích bằng tính năng của phần mềm COMOSmotion cho phép người thiết kế sắp xếp các động cơ, cơ cấu truyền động, xác định mức tiêu thụ công suất, liên kết các lớp, phát triển các kết cấu cam, điều tiết truyền động, quản lý các bạc, dầm và đưa ra quyết định cho các liên kết giữa các phần.

d. Khả năng tạo lưới ảo:

Lưới hỗn hợp (Mixed Meshing): Tính toán kiểm nghiệm các hệ lắp ráp các đối tượng dày hay mỏng một cách hiệu quả bằng cách sử dụng hệ lưới đặc cho các vật thể dày và sử dụng mẫu dạng vỏ đối với các vật thể mỏng.

Hệ lắp ráp ghép lỏng (Assemblies with Clearances): Hầu hết các mẫu hệ đều có khoảng hở nhỏ giữa các phần để làm dung sai khi sản xuất. Người thiết kế có thể liên kết các phần mà thậm chí các thành phần không nhất thiết phải tiếp xúc (chạm) vào nhau.

Hỗ trợ đa hệ (Multi-body Support): Cho phép tính toán các phần của hệ đa vật thể. Người thiết kế có thể dùng chung các loại lưới (lưới đặc và vỏ) và định nghĩa điều kiện tiếp xúc giữa các thành phần trong hệ với các phần còn lại.

Liên kết giữa các bề mặt liên tục (Enhanced No Penetration Surface-to-surface Contact): điều kiện tiếp xúc mặt có thể định nghĩa giữa các mặt của các thành phần trong hệ (đối với các mẫu tĩnh và các mẫu tính toán nhiệt). Cải thiện độ chính xác là một tính năng cực kỳ quan trọng trong tính toán tiếp xúc cho hệ vật mẫu có các thuộc tính vật liệu khác biệt.

e. Tính toán nâng cao (Advanced Analysis):

Tính toán sức mỏi (Fatigue Analysis): Thực hiện tính sức bền mỏi để dự đoán các dạng hỏng của cấu trúc dưới tác động của các tải trọng tuần hoàn.

Lưu trữ các tải trọng mỏi (Fatigue- History data): Các biến số đa dạng giúp lưu lại các dữ kiện tải trọng tính toán. Các dữ liệu tính toán thậm chí có thể nhập vào từ một tập tin văn bản.

Phương pháp phi tuyến tự động (Nonlinear-Automatic) giành cho các tải trọng và định vị. Tự động tạo các biến điều kiện thời gian cho bất kỳ quy định định vị hay tải trọng nào.

Vật liệu đàn hồi hay chất dẻo phi tuyến (Nonlinear-Hyperelastic & Viscoelastic): Mô tả hay nhập các dữ liệu đường cong cơ khí vào hệ thống dữ liệu về vật liệu của COSMOSworks để tự động tính các hằng số vật liệu cho loại vật liệu mới này.

Các ví dụ kinh điển (Validation Examples): Đưa ra các vấn đề xác nhận lại con số tính toán hữu tuyến hay phi tuyến để giải thích sự chính xác của kết quả khi so sánh với kết quả thực nghiệm vật lý.

Các biểu đồ kết quả (Customize Default Plots): Cho phép bạn chỉ ra biểu đồ sẽ được tự động tạo ra sau khi tính toán. Ví dụ người dùng có thể chỉ ra tất cả các biểu đồ hình dạng được tạo ra theo một kiểu tính toán tần số.

f. Khả năng mở rộng (Enhanced Usability)

Tạo/thay đổi thư viện vật liệu (Edit/Create Material Libraries): thêm, chỉnh sửa các thuộc tính vật liệu như sức bền mỏi, nhiệt, phi tuyến hay hữu tuyến, sử dụng tính năng mở rộng của trình soạn thảo tính năng vật liệu.

Tính toán vỏ mỏng (Shell Analysis for Assemblies): Tính toán tấm kim loại hay các thành mỏng sử dụng các cấu trúc vỏ. Các điều kiện uốn, tách hoặc tiếp xúc có thể định nghĩa dễ dàng liên kết giữa các mặt vỏ của hệ lắp ráp.

Các menu Tải trọng/định vị: Khi định nghĩa tải trọng hoặc định vị trên mẫu, menu ngữ cảnh luôn tồn tại trong khu vực đồ họa giúp người sử dụng dễ dàng đặt các tải trọng hoặc định vị trên các bề mặt, các cạnh hoặc các đỉnh được lựa chọn.

Hỗ trợ các bản vẽ mở rộng: Tạo ra bản vẽ trên máy tính (hệ thống thiết kế) với các biểu đồ kết quả đa dạng. Thêm vào đó, người sử dụng có thể ẩn các phần đã chọn của hệ để mô tả lại một cách trong sáng hơn, rõ ràng hơn trên biểu đồ kết quả tính toán.

Chỉ ra các tải trọng và định vị dễ dàng hơn: Cho phép người sử dụng chọn một cạnh hoặc chỉ ra một bề mặt định hướng cho tải trọng và định vị.

Ứng suất nhiệt thay đổi theo ứng dụng: Mô phỏng ứng suất nhiệt từ các mô tả nhiệt độ.

Quản lý tập tin (Analysis File Management): Cung cấp nhiều tùy chọn cho các phương thức tính toán. Chọn và lưu giữ kết quả tính toán trong thư mục mẫu của hệ thống hỗ trợ thiết kế, là thư mục con của thư mục chứa các mẫu kết quả thường dùng. Sử dụng điều kiện khởi tạo và các kết quả trạng thái nhiệt ổn định trong tính toán nhiệt ở thời gian ngắn: sử dụng hồ sơ chứa thông số nhiệt độ được tính toán từ các tính toán nhiệt như điều kiện khởi tạo của Mẫu nhiệt trong thời gian điểm (khoảng thời gian ngắn).

Truyền nhiệt qua bề mặt (Surface to Surface Radiation): Mô phỏng các bức xạ thay đổi giữa các phần, cosmos tự động tính toán tỉ lệ của biểu đồ để tính toán chính xác sự trao đổi nhiệt.

Truyền tải trọng liên tục (Seamless Load Transfer) từ Cosmosmotion: đọc các tải trọng mà không cần bất cứ tập tin ngoài nào, vì vậy quá trình diễn ra liên tục. Ngoài ra có thể đặt tải trọng cho toàn bộ vòng chuyển tải.

Tính dòng chảy (Coupled Structure-Flow Analysis): đặt áp lực và mô tả nhiệt độ từ EFD.

Thay đổi mặt cắt và các biểu đồ kết quả (Improved Section and Iso Plots): cho phép người thiết kế chọn bất kỳ mặt phẳng CAD nào như một mặt cắt. Ngoài ra người dùng có thể di chuyển, xoay mặt phẳng cắt một cách linh động và sự nhìn thay đổi hiệu ứng trên biểu đồ mẫu kết quả.

Biểu diễn sự truyền nhiệt (Improved Animation of Transient Thermal Results): Cho phép chỉ ra cách bắt đầu và kết thúc của chuyển động. Ngoài ra số các khung hình đoạn mô phỏng chuyển động được tăng lên đến 100.

Phát hiện khả năng biểu thị trên biểu đồ vector: cho phép các điều khiển linh hoạt về kích thước, khối lượng và màu sắc của các vector trong biểu đồ vector.

Thêm vào đó, các vector ứng suất quan trọng được biểu thị bằng hình ảnh các ứng suất căng và ứng suất nén.

Biểu thị giá trị chuẩn: Một mũi tên cho phép chỉ rõ giá trị chuẩn xuất hiện trên biểu đồ. Bên cạnh đó biểu đồ tiêu chuẩn cho phép người sử dụng hiển thị số phần trăm của từng đơn vị có giá trị lớn hơn hoặc bằng giá trị của biểu đồ chuẩn.

Chỉ báo độ cong vênh: Một mũi tên cho thấy sức chịu cong vênh xuất hiện trên biểu đồ ứng suất.

Mô tả áp suất tiếp xúc trên biểu đồ: bạn có thể hình ảnh hóa độ phóng đại và phương hướng của mô tả áp lực tiếp xúc phát sinh giữa các phần.

Danh sách hệ số ảnh hưởng của khối lượng đến tính toán theo tần số: Người sử dụng có thể thống kê danh sách hệ số ảnh hưởng của khối lượng theo các chiều x, y, z trong tính toán theo tần số.

2.4. Kết luận

Trong chương này, nhóm đề tài đã nghiên cứu làm chủ được phần mềm tính toán kết cấu thép SAP, nghiên cứu chuyên sâu về tính toán khung giàn, nắm vững các tiêu chuẩn trình tự tính toán kết cấu thép.

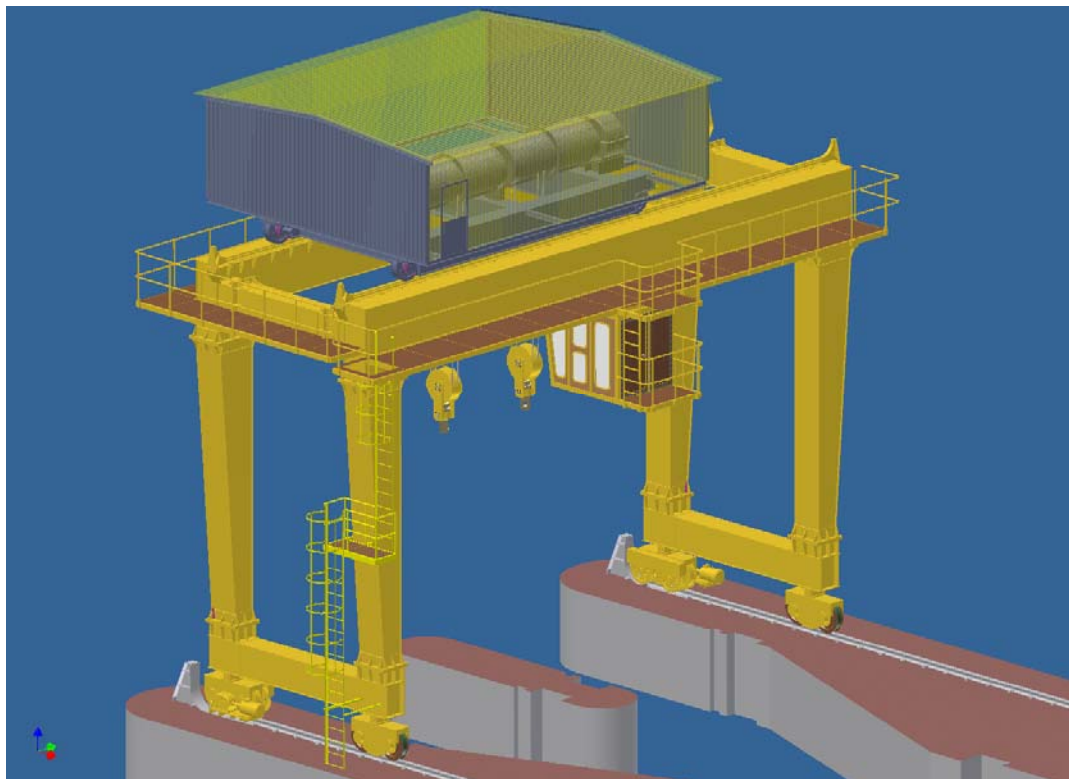
- Đề tài đã nắm vững nguyên lý, lý thuyết xây dựng mô hình trên MSC visual nastran, sử dụng phần mềm làm cơ sở cho việc mô phỏng cầu trục.

- Nắm vững về phần mềm Inventor và Cosmos khai thác chuyên sâu về khả năng tính toán chi tiết máy làm cơ sở cho tính toán chi tiết máy của cầu trục.

=> Làm chủ bộ phần mềm chuyên dụng này sẽ giải quyết được tất cả các bài toán về tính toán thiết kế cầu trục.

CHƯƠNG 3. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN VÀ ỨNG DỤNG

3.1. Giới thiệu sơ lược về cầu trục chân dê.



Hình 3.1 Mô hình 3D về cầu trục chân dê

Cầu trục chân dê gồm có các bộ phận chính sau: Cụm di chuyển cầu trục, hệ khung cầu trục, thiết bị quần rải cáp điện, lan can cầu thang sàn thao tác, cabin điều khiển và cụm xe tời. Dầm chính hệ khung có kết cấu dạng hộp liên kết hàn, xung quanh cụm xe tời (xe con) và hệ khung có sàn thao tác để thuận tiện cho việc sửa chữa bảo dưỡng.

a. Ý nghĩa công dụng:

Cầu trục chân dê cửa nhận nước $2 \times 50 + 2 \times 10 + 5$ tấn được dùng để nâng hạ cửa van sửa chữa sự cố, cửa van sửa chữa, lưới chắn rác và gầu vớt rác của cửa nhận nước công trình thủy điện Bản Chát, ngoài ra nó còn được dùng để sửa chữa, lắp ráp cho các thiết bị thuộc cửa nhận nước.

b. Điều kiện vận hành:

Vận tốc gió trong trạng thái làm việc, m/s	20
Vận tốc gió lớn nhất, m/s	28
Môi trường xung quanh	Trong không khí
Nhiệt độ lớn nhất của môi trường	40,5 ⁰ C
Nhiệt độ nhỏ nhất của môi trường	9,2 ⁰ C
Độ ẩm, %	85,7

c. Thành phần cấu tạo:

Thành phần chế tạo của cầu trục bao gồm:

Một (01) - Cơ cấu nâng của cầu trục chân dê, đồng bộ với các cơ cấu di chuyển, tạo thành một đơn vị thiết kế chọn bộ.

Một (01) - Khung cầu trục, đồng bộ với hai dầm cầu được đỡ bằng hai cặp chân.

Một (01) - Bộ đường ray cầu trục đồng bộ với các chi tiết néo giữ trong bê tông.

Một (01) – Cơ cấu cấp điện cho cầu trục kiểu quần rải cáp điện.

Một (01) - Cabin điều khiển tự động trên dầm cầu trục, gồm bộ thiết bị đồng bộ điều khiển điện, một bảng điều khiển sự cố xách tay kiểu giắc cắm và tất cả các vật liệu đầu nối dây bên trong.

Một (01) - Bộ thiết bị chiếu sáng đầy đủ cho cầu trục và khu vực hoạt động của cầu trục.

Một (01) - Bộ thang, lối đi, và các lan can tay vịn cần thiết để tiếp cận buồng điều khiển cầu trục an toàn, phục vụ kiểm tra, bảo dưỡng.

Một (01) - Lô vật liệu và phụ kiện cần thiết.

Một (01) - Lô thiết bị và dụng cụ bảo dưỡng.

Một (01) - Lô các bộ phận, chi tiết cần thiết như néo (bao gồm cả néo cho xy lanh thử tải cầu trục), bu lông, đai ốc, khung, ống, tay vịn lan can, dầu mỡ, các thiết bị tạm thời và vĩnh cửu phục vụ công tác căn chỉnh và định vị.

Lô các thiết bị phục vụ cho vận hành thử, vận hành và bảo dưỡng trang thiết bị được cung cấp một cách an toàn và chính xác.

d. Đặc điểm và nguyên lý làm việc:

Kết cấu kim loại của cầu trục là kết cấu hàn tổ hợp, tiết diện các dầm chịu lực hình hộp. Bên trên khung cầu trục có xe con với cơ cấu nâng chính có tải trọng nâng 2x50 tấn, cơ cấu nâng phụ 2x10 tấn và cơ cấu di chuyển xe con. Cơ cấu nâng

chính gồm 2 tang cuốn cáp đường kính 1170 mm với đường rãnh hình xoắn ốc, 2 hệ thống treo tải 50 tấn và cơ cấu truyền động bao gồm động cơ, phanh, hộp giảm tốc, cặp bánh răng hở. Dẫn động cho cơ cấu nâng chính là kiểu dẫn động chung bằng 1 động cơ. Cơ cấu nâng phụ bao gồm 2 tang cuốn cáp đường kính 820 mm với 2 đường rãnh xoắn ốc, 2 hệ thống treo tải 10 tấn và cơ cấu truyền động. Dẫn động cho cơ cấu nâng phụ là kiểu dẫn động chung bằng 1 động cơ. Các cơ cấu nâng được trang bị các thiết bị hạn chế tải trọng nâng (với chế độ vượt tải cho phép lớn nhất là 110% so với tải trọng nâng danh nghĩa). Cơ cấu di chuyển xe con kiểu dẫn động riêng với 4 bánh xe chủ động và 4 bánh xe bị động, đường kính 550 mm. Xe con có hệ thống nhà che bảo vệ các cơ cấu, bộ máy.

Cơ cấu di chuyển cầu trục bao gồm 2 cụm chủ động và 2 cụm bị động. Hai cụm chủ động được lắp trên 4 bánh xe dẫn động $\phi 710$ mm. Hai cụm bị động được lắp trên 4 bánh xe bị động $\phi 710$ mm.

Đối với cả cơ cấu di chuyển cầu trục và xe con đều sử dụng phanh guốc điện có cần đẩy thủy lực đảm bảo sự trơn tru trong quá trình làm việc.

Trên cầu trục cũng như xe con có lắp đặt các cữ hạn vị hành trình nâng, hành trình di chuyển và các cửa lên xuống sàn thao tác có đặt các cầu dao bán tự động đảm bảo an toàn. Trên trục tang cuốn cáp có lắp thiết bị điều khiển đóng mở các hoạt động khi nâng của cửa van sửa chữa cố lên độ cao 150 mm để van bypass hoạt động, và các thiết bị hạn chế vị trí thấp hơn và cao hơn hệ thống treo.

Phía trên mái che của xe con có thiết bị đo tốc độ tức thời gió và phát tín hiệu khi vận tốc gió lớn hơn tốc độ gió cho phép.

Để hạn chế sự trôi của cầu trục do gió khi không làm việc, tại 2 cụm di chuyển bị động được lắp 02 thiết bị kẹp ray. Thiết bị này được hoạt động liên động với toàn bộ mọi hoạt động của cầu trục.

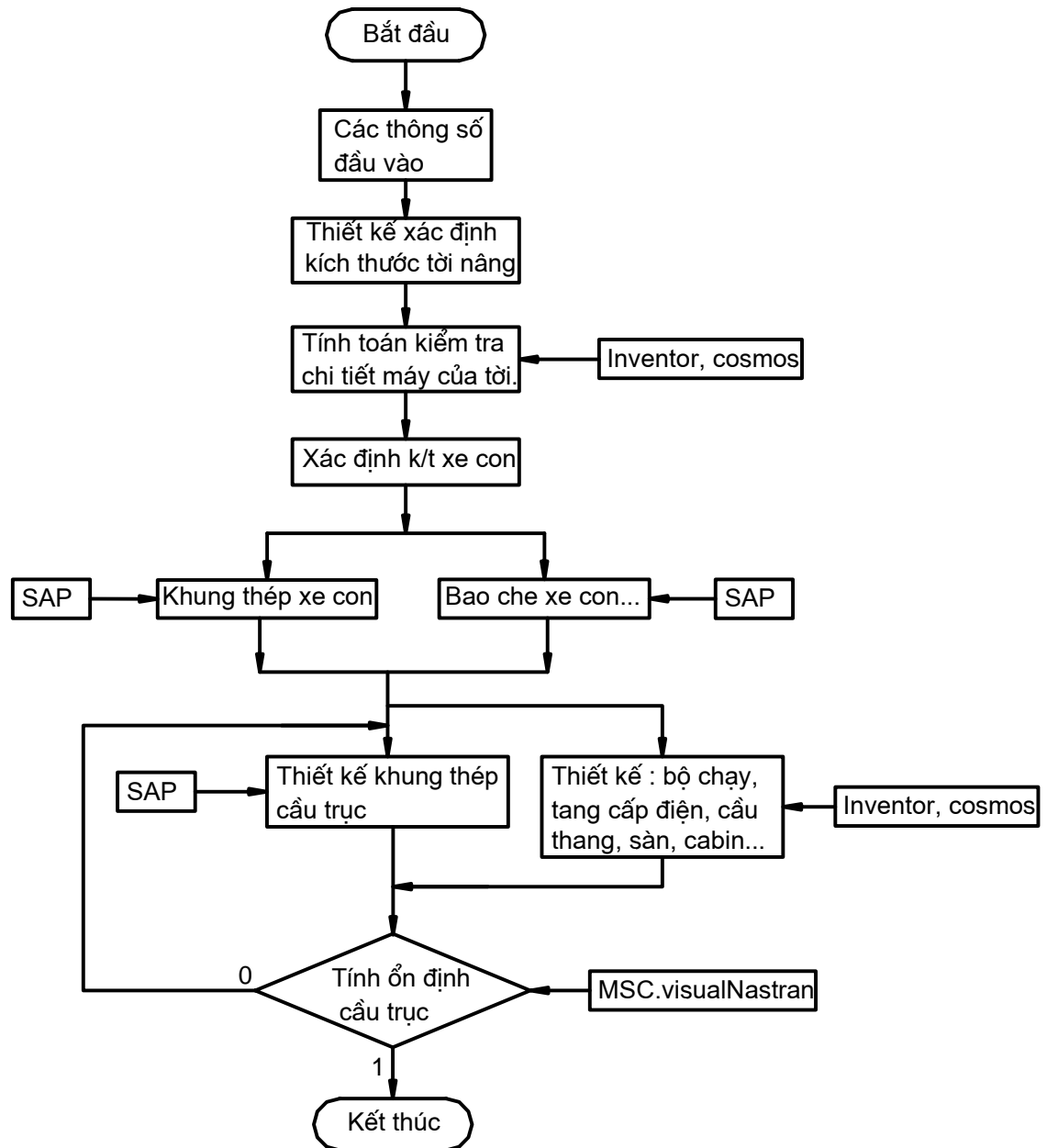
e. Đặc tính kỹ thuật cầu trục:

Thông số kỹ thuật	Giá trị	Đ.vị
Chế độ làm việc phân loại theo FEM (ISO)	1AM (A2)	

Nguồn điện, tần số (Hz), điện áp	Xoay chiều, 50Hz, 380/220V	
Điều khiển cầu trục	Từ Cabin	
Cấp điện cho cầu trục	Tang quán cáp	
Khẩu độ cầu trục	19	m
Khẩu độ xe con	7.75	m
Chế độ làm việc của cơ cấu nâng chính theo FEM	M5	
Tải trọng nâng chính	2x50	Tấn
Số lượng móc nâng chính	2	cái
Khoảng cách 2 móc nâng chính	3.41	m
Chế độ làm việc của các cơ cấu nâng phụ theo FEM	M5	
Tải trọng nâng phụ 1	2x10	Tấn
Số lượng móc nâng phụ	2	cái
Khoảng cách 2 móc nâng phụ	3.41	m
Tải trọng nâng Monoray	5	Tấn
Số lượng Monoray	1	cái
Tốc độ nâng hạ móc chính xấp xỉ	0,8...5,0	m/ph
Tốc độ nâng hạ móc nâng phụ xấp xỉ	0,8...8,0	m/ph
Tốc độ nâng hạ móc nâng Monoray	1,6/10	m/ph
Chiều cao nâng móc nâng chính	72	m
Chiều cao nâng hạ móc nâng phụ	76	m
Chiều cao nâng hạ móc nâng Monoray	12,1	m
CĐLV của cơ cấu di chuyển cầu trục theo FEM	M5	
Vận tốc di chuyển cầu trục	4,0...8,0	m/ph
Đường kính bánh xe	710	mm
Tổng số bánh xe chủ động	8	
Loại ray di chuyển cầu trục, bề rộng hữu ích	100	mm
CĐLV của cơ cấu di chuyển xe con theo FEM	M5	
Vận tốc di chuyển xe con xấp xỉ	2,0...4,0	m/ph
Đường kính bánh xe	500	mm
Tổng số bánh xe chủ động	4	
Loại ray di chuyển xe con, bề rộng hữu ích	70	mm
Tổng công suất tiêu thụ	159.4	kW

3.2. Tổng quan về trình tự tính toán thiết kế cầu trục.

a. Lưu đồ thuật giải tính toán thiết kế cầu trục:



Trong sơ đồ thuật giải chúng ta thấy sự tác động của các phần mềm của quá trình tính toán thiết kế.

Cụ thể sơ đồ thuật giải được giải thích như sau:

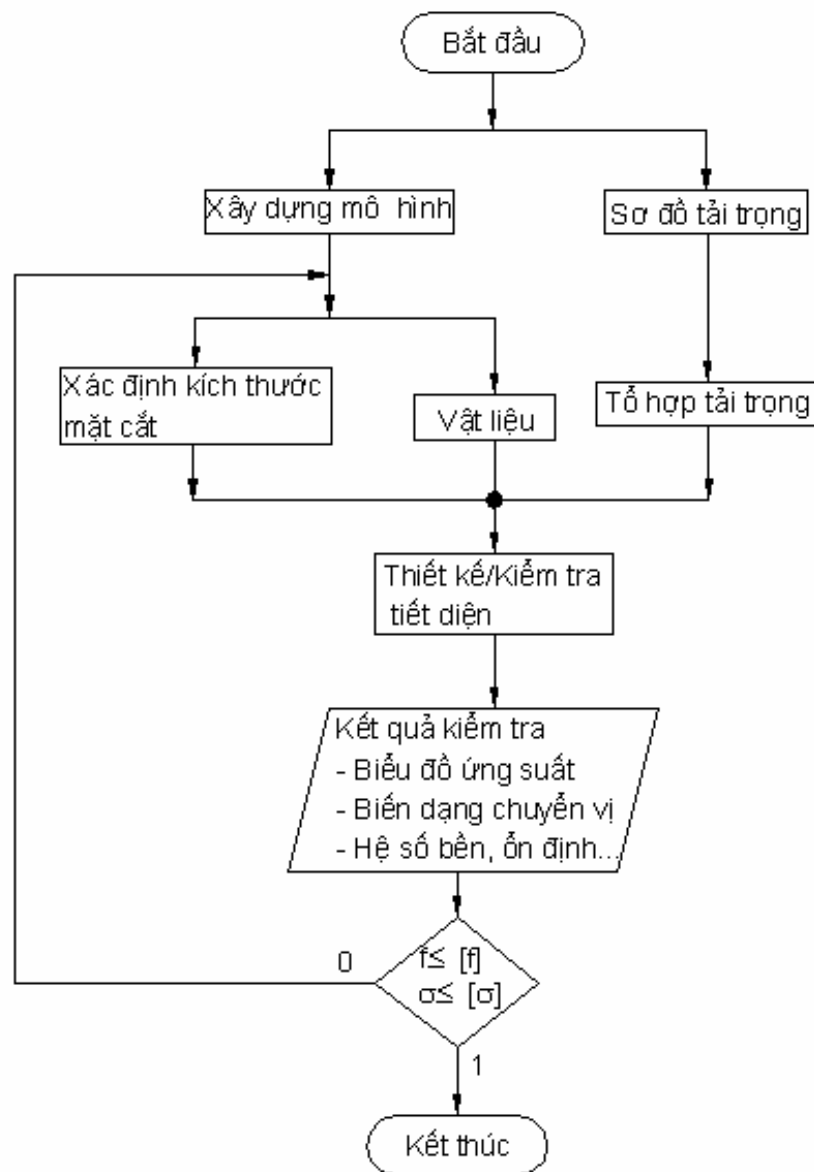
- Các thông số đầu vào khi thiết kế cầu trục:

+Tải trọng cầu trục

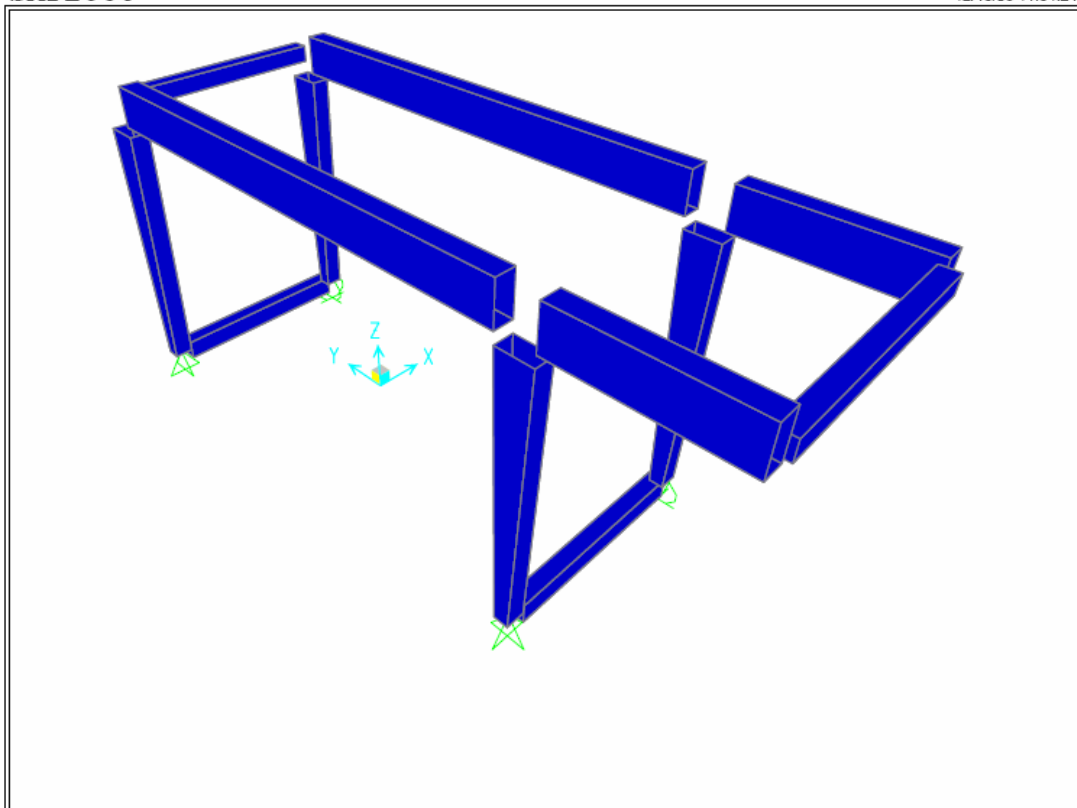
- + Số lượng móc nâng
- + Khẩu độ cầu trục
- + Tốc độ nâng hạ, di chuyển
- + Chiều cao nâng hạ
- + Chế độ, môi trường làm việc..
- Xác định các kích thước của tời nâng:
 - + Lựa chọn dây cáp (đường kính cáp, giới hạn bền...)
 - + Tính tang quần cáp (đường kính, chiều dài, vật liệu...)
 - + Tính toán chọn động cơ điện
 - + Tính toán bộ truyền động cơ khí (bánh răng, trục...)
 - + Tính toán chọn phanh (phanh thủy lực, phanh điện từ..)
 - + Tính toán cụm móc nâng hạ
- Tính toán kiểm tra các chi tiết máy của tời:
 - + Tính toán kiểm tra bằng inventor, cosmos các chi tiết điển hình như ổ đỡ, tang, bánh răng, trục then.
- Xác định kích thước xe con:
 - + Xác định các cụm khung thép đỡ tời, mặt bằng khung xe con, bao che, thiết bị đo gió.. => đưa ra khẩu độ xe con => khoảng cách 2 cầu của hệ khung.
- Tính toán khung thép xe con:
 - + Tính toán bằng SAP2000, tính kiểm tra ổn định ole, độ bền, biến dạng (độ võng), dao động... rút ra hệ số bền ổn định.
- Tính bao che xe con:
 - + Tính toán khung bao che (chịu được tải trọng do palăng sửa chữa, gió bão..) tính toán bằng SAP
 - + Tính chọn tôn phủ bao che...
- Tính toán khung thép- Hệ khung cầu trục:
 - + Xây dựng mô hình trên SAP, tính kiểm tra ổn định, độ bền, biến dạng (phương thẳng đứng, phương ngang) => rút ra hệ số bền ổn định.

- Tính toán bộ chạy, cầu thang, sàn, tang cấp điện...:
 - + Tính toán bằng Cosmos, inventor các cụm chi tiết như hộp bộ chạy, bánh xe, bánh răng, trục, then chốt...
 - Tính ổn định lật cho cầu trục:
 - + Khi cầu trục mang tải (Tính ổn định theo phương dọc ray, vuông góc ray)
 - + Khi cầu trục không mang tải (Tính ổn định theo phương dọc, vuông góc ray)
- => các bước tính toán cụ thể 01 cầu trục chân dê cửa nhận nước theo phụ lục 1

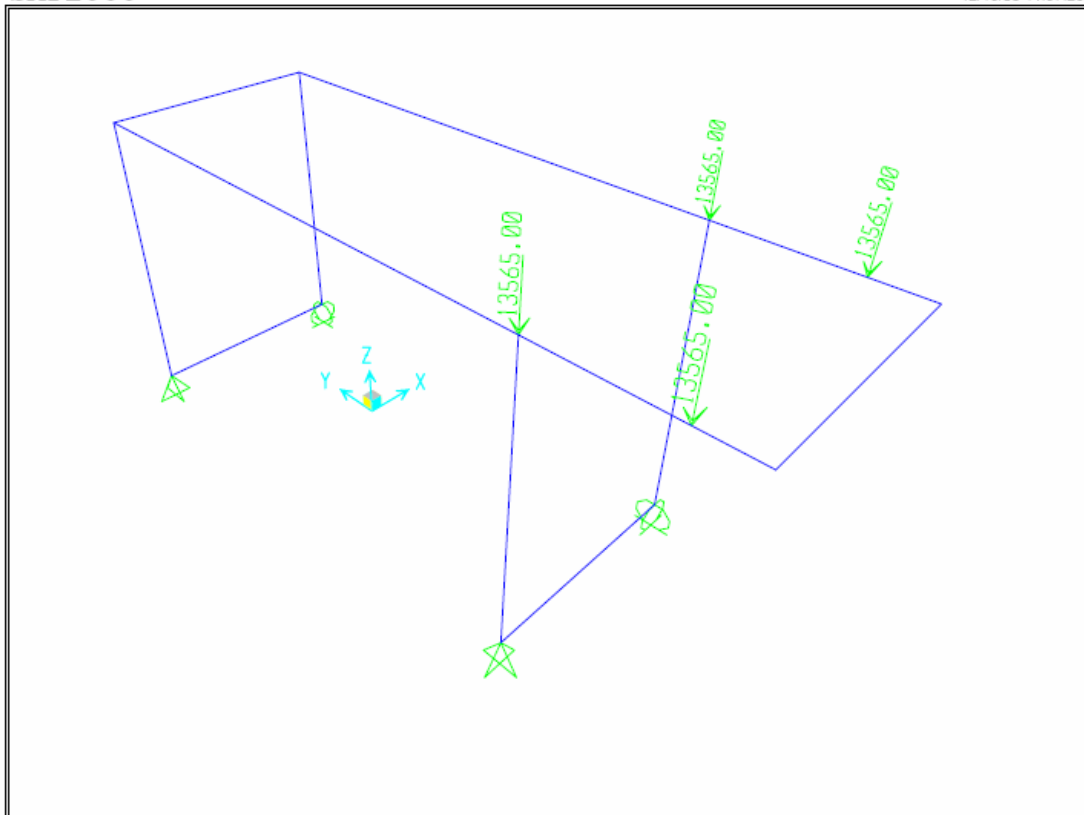
b. Sơ đồ các bước chung để tính toán thiết kế bằng SAP 2000.



Dưới đây là hình ảnh tính toán kết cấu thép cầu trục chân dê bằng SAP2000 theo hình 3.2.



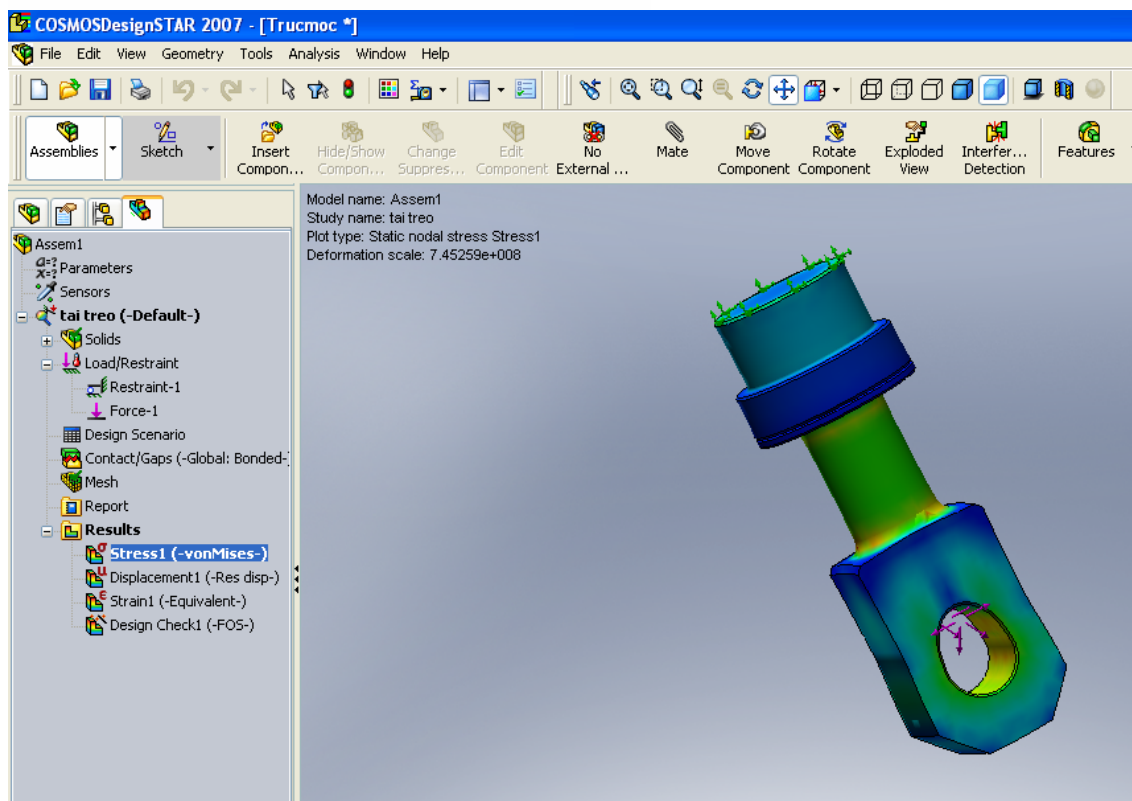
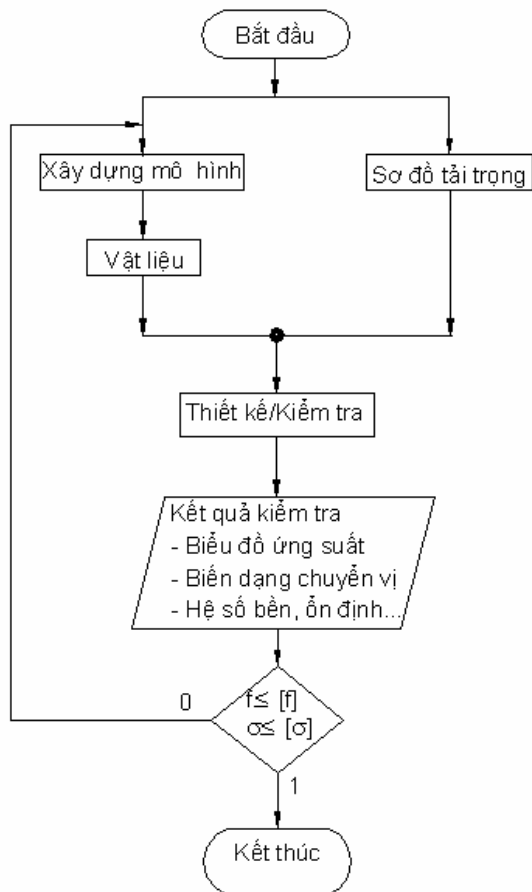
SAP2000 v11.0.0 - File:Hekhung_CLN_BANCHAT - 3-D View - Kgf, mm, C Units



SAP2000 v11.0.0 - File:Hekhung_CLN_BANCHAT - Frame Span Loads (XECON3) (As Defined) - Kgf, mm, C Units

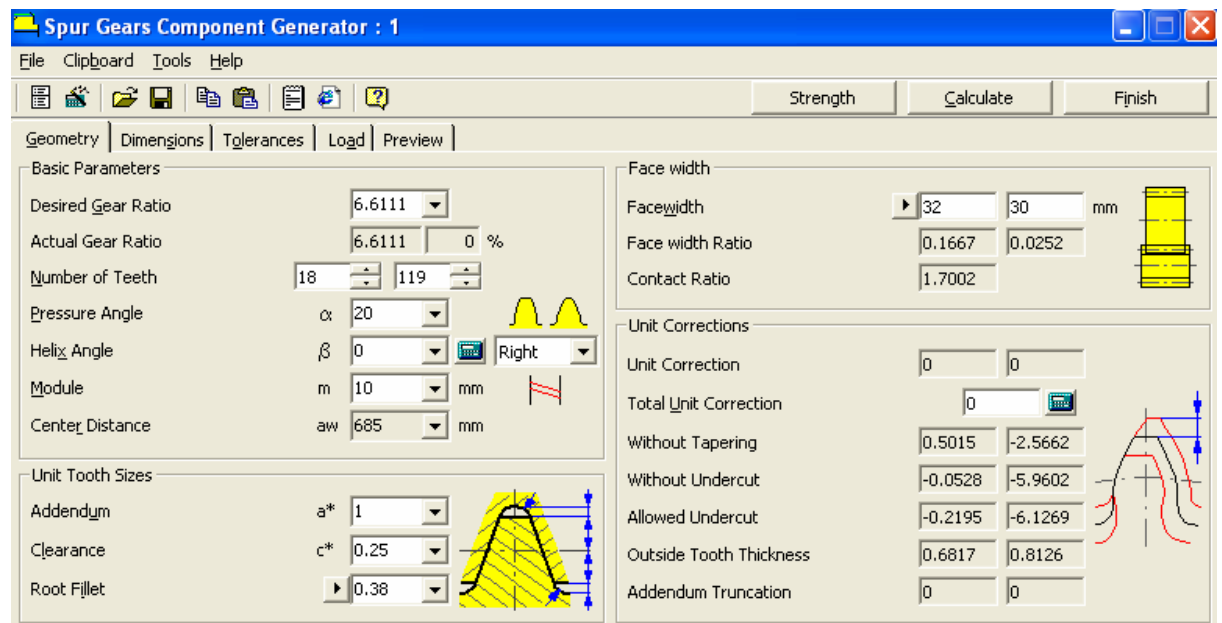
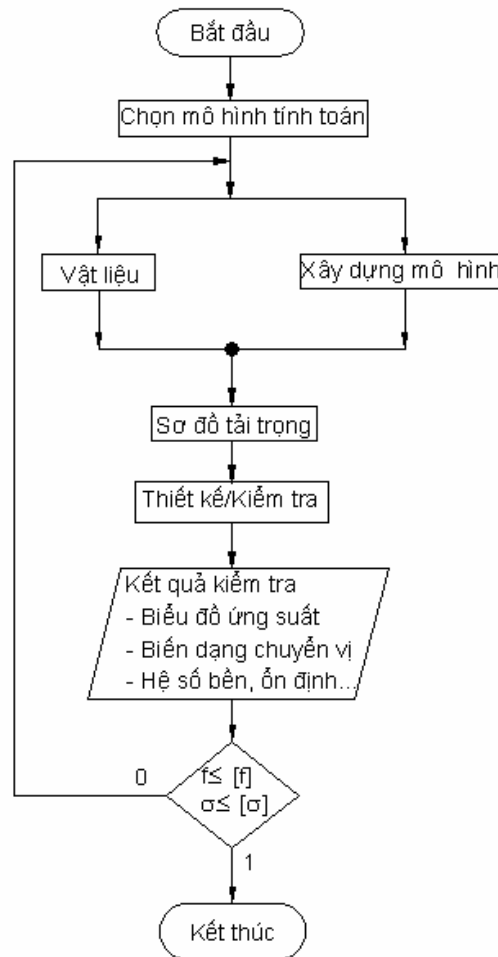
Hình 3.2 Tính toán kết cấu thép hệ khung của cầu trục

c. Sơ đồ tính toán bằng Cosmos



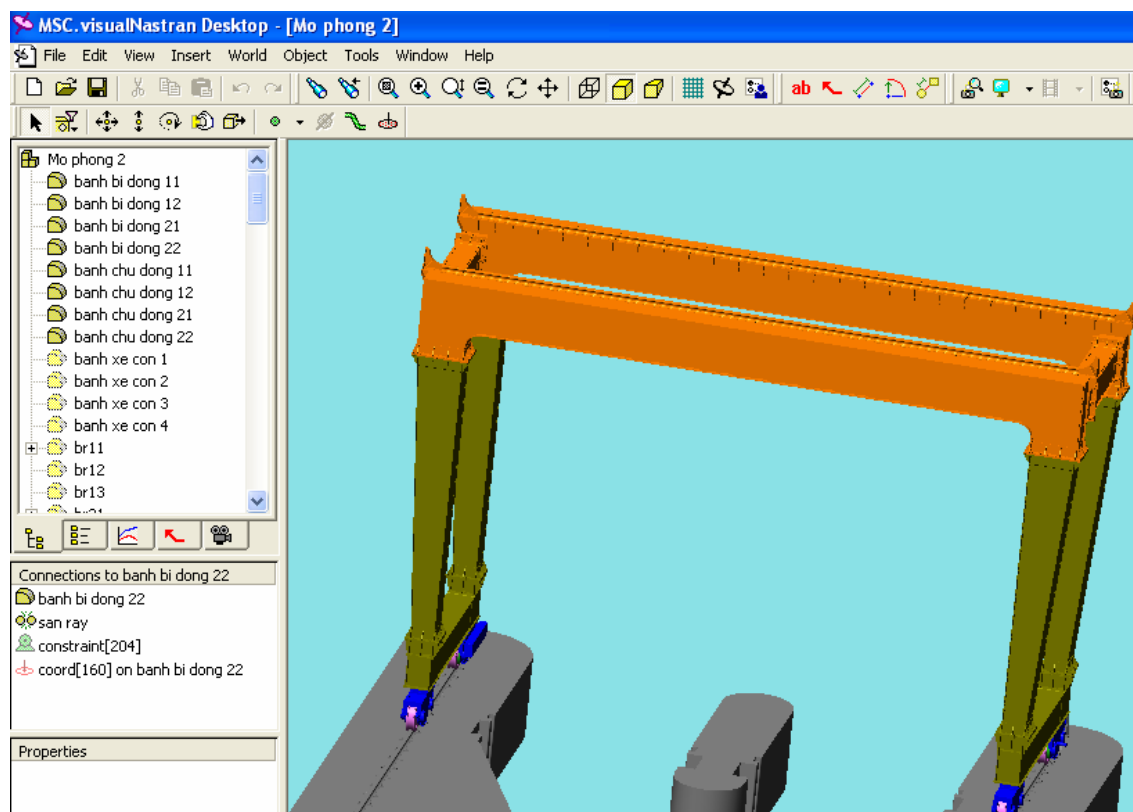
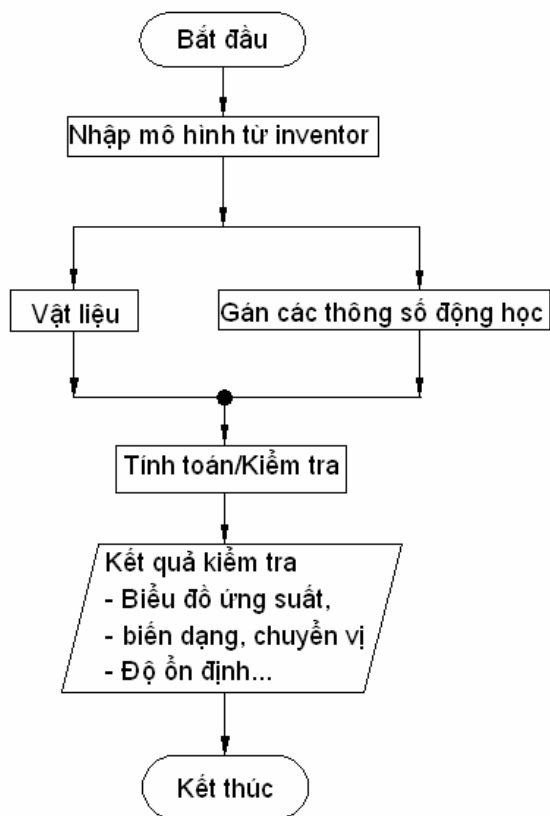
Hình 3.3 Tính toán cụm móc nâng bằng Cosmos

d. Sơ đồ tính toán bằng inventor



Hình 3.4 Tính toán cụm bánh răng ngoài bằng Inventor

e. Sơ đồ kiểm tra bằng MSC.visualnastran



Hình 3.5 Mô phỏng hệ khung-Cầu trục 2x63/2x10

3.3. Lựa chọn và kiểm chứng kết quả

3.3.1. Các cơ sở so sánh.

Như chúng ta đã biết việc tính toán thiết kế và chế tạo các thiết bị cơ khí thủy công ở Việt Nam và trên thế giới đã có từ lâu. Tuy nhiên ở Việt Nam việc ứng dụng chuyên sâu các phần mềm chuyên dụng vào tính toán thiết kế cầu trục chân dè chưa được áp dụng. Nhóm đề tài qua nghiên cứu tìm hiểu đã tổng hợp được quá trình tính toán thiết kế cầu trục bằng phần mềm.

Để làm rõ các kết quả tính toán bằng các phần mềm chuyên dụng trong đề tài, ứng dụng vào tính toán cầu trục chân dè trong công trình thủy điện. So sánh kết quả của phần mềm tính với các phương pháp tính khác, trong một số công trình đã thực hiện như:

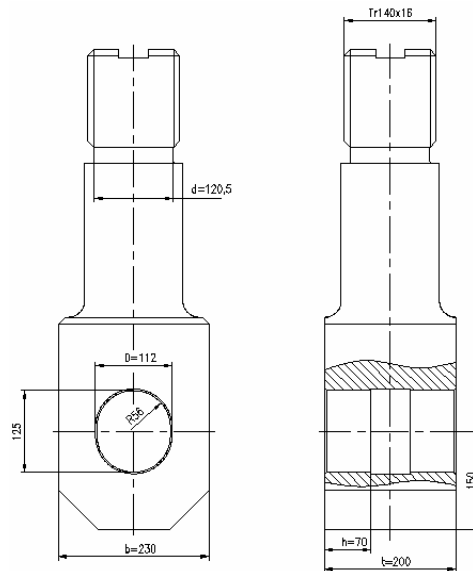
- So sánh kết quả thu được từ phương pháp tính toán giải tích truyền thống.
- So sánh kết quả tính bằng phần mềm trong đề tài với một số phương pháp tính bằng các phần mềm khác.

3.3.2. So sánh các kết quả.

a. So sánh các kết quả khi tính toán với phương pháp giải tích.

Ở đây trình bày tính toán một số chi tiết máy điển hình của cầu trục:

Bảng 3.1 so sánh khi tính bằng phần mềm với phương pháp giải tích	
Tính bằng phương pháp giải tích	Tính bằng COMOS
1. Tính cụm móc nâng 63 tấn	
- Vật liệu chế tạo móc treo thép 20-2ГП ГОСТ 1050-88 sản phẩm rèn nhóm. IV КП-175 ГОСТ 8479-70	
- Giới hạn chảy $\sigma_{ch}=175\text{MPa}$, Giới hạn bền $\sigma_b=355\text{MPa}$	
- Ứng suất kéo cho phép của phần đuôi móc $[\sigma_p]=70\text{MPa}$	
- Ứng suất kéo cho phép của toàn bộ móc treo $[\sigma_1]=104\text{MPa}$	
- Ứng suất kéo cho phép theo mặt phẳng hướng kính $[\sigma_{bear}]=60\text{MPa}$	



Hình 3.6 Sơ đồ tính móc treo

<ul style="list-style-type: none"> - Ứng suất thực tế của phần đuôi móc treo, $\sigma=56\text{MPa}$ -Ứng suất bền kéo của móc treo, $\sigma_1=54\text{MPa}$ - Ứng suất kéo của móc treo theo phương hướng kính, $\sigma_{\text{bear}}=41\text{ MPa}$ 	<ul style="list-style-type: none"> -Hệ số an toàn khi tính ứng suất tổng thể của móc làm 1,53
--	--

2. Tính toán cụm bánh răng trong cơ cấu nâng phụ cầu trục 2x63/2x10 tấn

Bánh răng chủ động/bị động: 18/119

Mo đun : 10

Chiều rộng răng: 120/120

Hệ số dạng răng: 0,098/ 0,14326

Hệ số vận tốc: 0,957/0,957

Hệ số mài mòn: 0,8/0,8

Vật liệu chế tạo bánh răng chủ động/ bị động: thép 45/ thép 50Π có giới hạn ứng suất tương ứng: giới hạn bền tương ứng: $\sigma_b= 590/ 560\text{ MPa}$;

giới hạn chảy tương ứng: $\sigma_{ch}= 345/334\text{ MPa}$

Tính bằng giải tích

Tính bằng Inventor

Bánh răng chủ động: hệ số dự trữ khi tính toán về uốn tại tiết diện nguy hiểm $\eta = [\sigma]/\sigma = 137/118$

Bánh răng bị động: hệ số dự trữ khi tính toán về uốn: $\eta = [\sigma]/\sigma = 132/77$

hệ số dự trữ khi tính theo ứng suất tiếp: $\eta_{tx} = [\sigma_{bear}]/\sigma_{bear} = 600/70$

Calculation Results			
		Gear 1	Gear 2
Factor of Safety from Pitting	SH	1.299	1.753
Factor of Safety from Tooth Breakage	SF	3.976	4.764
Static Safety in Contact	SHst	2.666	2.979
Static Safety in Bending	SFst	8.916	10.533
Strength Check		True	

Dựa vào kết quả tính toán 02 chi tiết điển hình, kết luận việc tính bằng phần mềm là chính xác, tin cậy.

b. So sánh các kết quả khi tính toán bằng phần mềm khác.

- Tính toán hệ khung cầu trục 2x63/2x10 tần thủy điện A.vương:

Trong tính toán ta coi các cụm là cố định kiểm ngàm:

+ Trường hợp 1: Sơ đồ tính toán có tính đến lực xô cầu trục

+ Trường hợp 2: Sơ đồ tính toán không tính đến lực xô cầu trục

+ Trường hợp 3: Sơ đồ tính toán có tính đến lực xoắn vặn của cầu trục

Kiểm tra khả năng tải của kết cấu thép cầu trục

- Các thông số đặc tính của mặt cắt

F - Diện tích mặt cắt;

I_y - Momen quán tính của mặt cắt đối với trục y;

I_z - Momen quán tính của mặt cắt đối với trục z;

I_{kp} - Momen quán tính của mặt cắt khi xoắn;

$W_y (i_1, i_2 \dots i_n)$ Momen kháng uốn của mặt cắt đối với trục y tại các điểm $i_1, i_2 \dots i_n$;

$W_z (i_1, i_2 \dots i_n)$ -Momen kháng uốn của mặt cắt đối với trục z tại các điểm $i_1, i_2 \dots i_n$;

$S_y (i_1, i_2 \dots i_n)$ - Momen tĩnh phần mặt cắt nằm xa hơn tọa độ các điểm $i_1, i_2 \dots i_n$; so với trục Y;

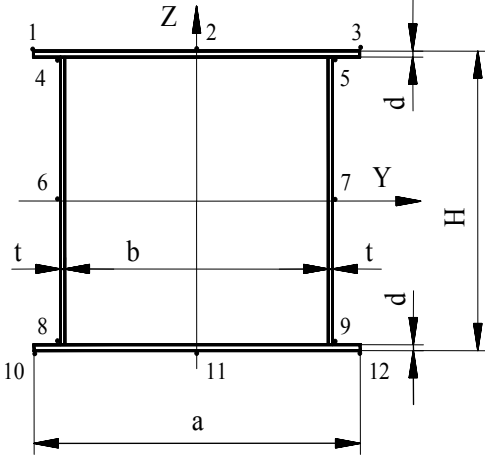
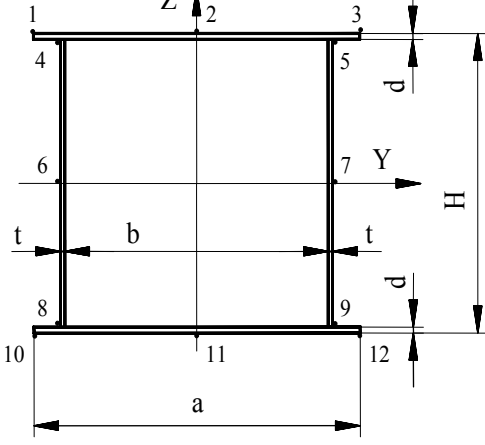
$S_z (i_1, i_2 \dots i_n)$ -Momen tĩnh phần mặt cắt nằm xa hơn tọa độ các điểm $i_1, i_2 \dots i_n$; so với trục Z;

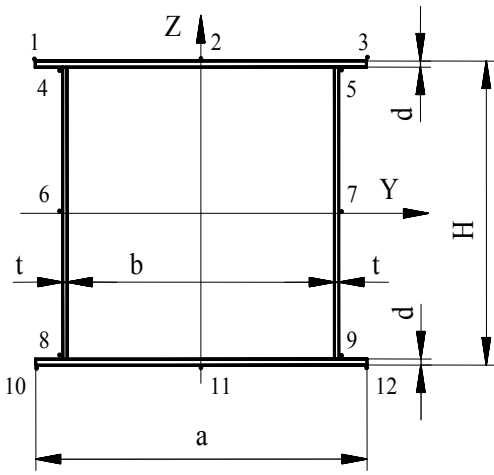
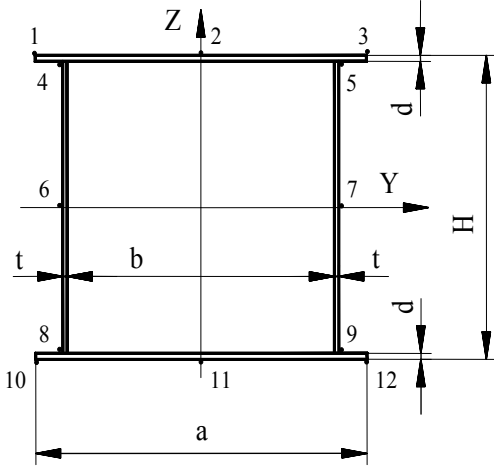
EF – Độ cứng vững của mặt cắt ngang khi chịu kéo (nén);

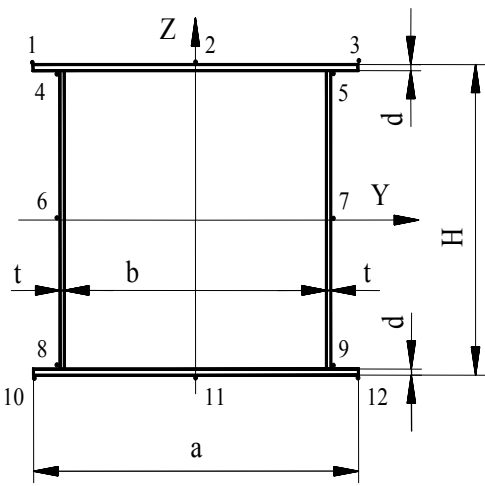
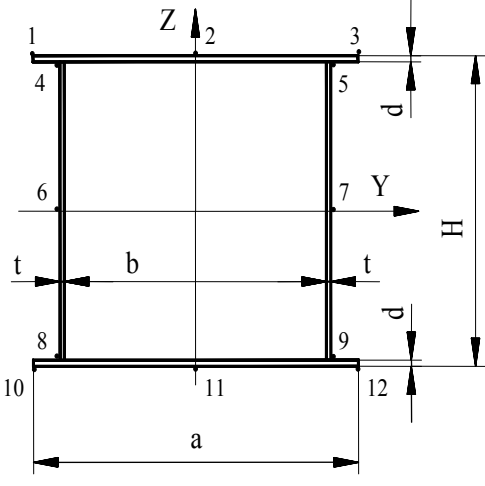
$EI_y; EI_z$ – Độ cứng uốn của mặt cắt ngang tương ứng với trục Y-Y và Z-Z;

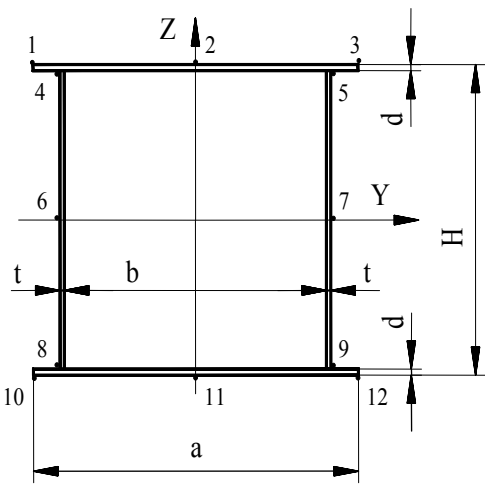
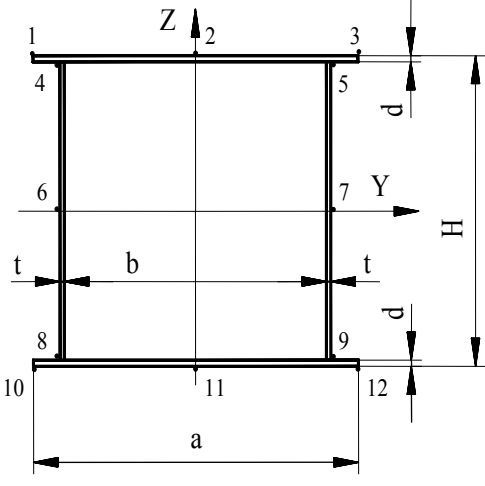
GI_{kp} – Độ cứng xoắn của mặt cắt ngang.

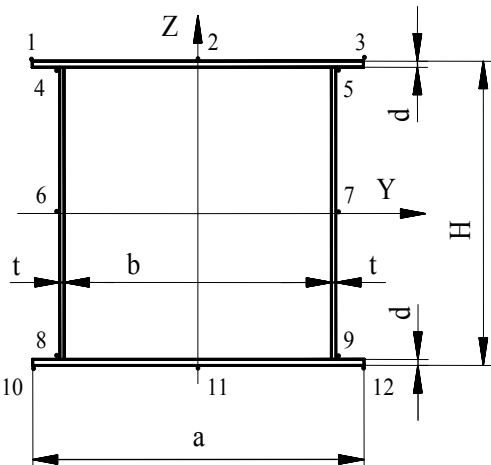
Bảng 3.7 - Loại mặt cắt, đặc tính hình học, độ cứng.

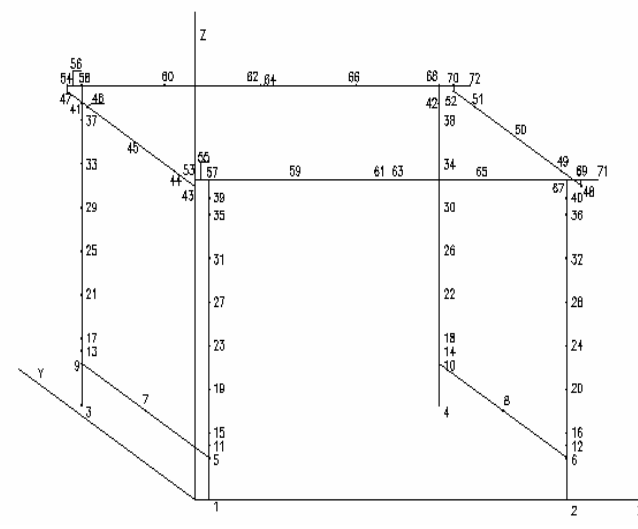
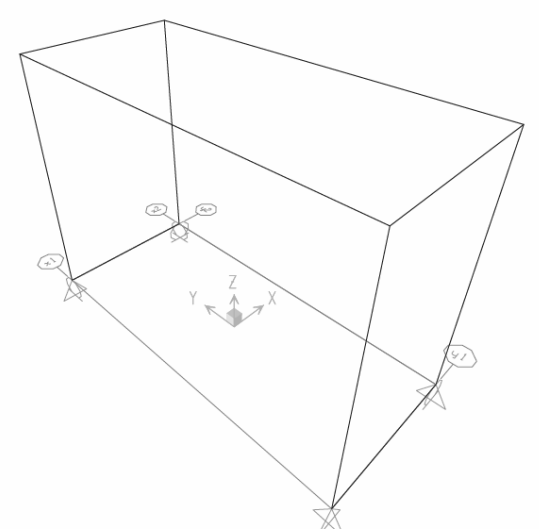
TT	Mặt cắt	Đặc tính	
		Đặc tính hình học	Độ cứng
2	 <p>Kích thước cm</p> <p>a= 67 d= 1 H= 80 t= 0.8 b= 54</p> <p>Mặt cắt giằng chân (phần tử 5 ÷ 8)</p>	$F= 258.8 \text{ cm}^2$ $I_y= 272358 \text{ cm}^4$ $I_z= 143829 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 244116 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 6809 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 6984 \text{ cm}^3$ $W_{z(1,3,10,12)}= 4293 \text{ cm}^3$ $W_{z(4,5,6,7,8,9)}= 5174 \text{ cm}^3$ $Sy_{(4,5,8,9)}= 1323 \text{ cm}^3$ $Sy_{(6,7)}= 1932 \text{ cm}^3$ $Sz_{(2,11)}= 1416 \text{ cm}^3$	$EF= 543480 \text{ tc}$ $EI_y= 57195 \text{ tcm}^2$ $EI_z= 30204 \text{ tcm}^2$ $GI_{kp}= 19773 \text{ tcm}^2$
3	 <p>Kích thước, cm</p> <p>a= 81 d= 1 H= 56 t= 0.8 b= 69</p> <p>Mặt cắt tại các điểm (phần tử 13 ÷ 20)</p>	$F= 248.4 \text{ cm}^2$ $I_y= 143521 \text{ cm}^4$ $I_z= 193814 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 212745 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 5126 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 5316 \text{ cm}^3$ $W_{z(1,3,10,12)}= 4786 \text{ cm}^3$ $W_{z(4,5,6,7,8,9)}= 5490 \text{ cm}^3$ $Sy_{(4,5,8,9)}= 1114 \text{ cm}^3$ $Sy_{(6,7)}= 1405 \text{ cm}^3$ $Sz_{(2,11)}= 1574 \text{ cm}^3$	$EF= 521640 \text{ tc}$ $EI_y= 30139 \text{ tcm}^2$ $EI_z= 40701 \text{ tcm}^2$ $GI_{kp}= 17232 \text{ tcm}^2$

TT	Mặt cắt	Đặc tính	
		Đặc tính hình học	Độ cứng
4	 <p>Kích thước, cm</p> <p>a= 81 d= 1 H= 66.8 t= 0.8 b= 69</p> <p>Tiết diện (phần tử 21 ÷ 24)</p>	$F= 265.68 \text{ cm}^2$ $I_y= 211644 \text{ cm}^4$ $I_z= 214862 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 277464 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 6337 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 6532 \text{ cm}^3$ $W_{z(1,3,10,12)}= 5305 \text{ cm}^3$ $W_{z(4,5,6,7,8,9)}= 6087 \text{ cm}^3$ $S_{y(4,5,8,9)}= 1332 \text{ cm}^3$ $S_{y(6,7)}= 1752 \text{ cm}^3$ $S_{z(2,11)}= 1725 \text{ cm}^3$	$EF= 557928 \text{ tc}$ $EI_y= 44445 \text{ tcm}^2$ $EI_z= 45121 \text{ tcm}^2$ $GI_{kp}= 22475 \text{ tcm}^2$
5	 <p>kích thước, cm</p> <p>a= 81 d= 1 H= 77.6 t= 0.8 b= 69</p> <p>Tiết diện (phần tử 25 ÷ 28)</p>	$F= 282.96 \text{ cm}^2$ $I_y= 295261 \text{ cm}^4$ $I_z= 235910 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 345358 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 7610 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 7811 \text{ cm}^3$ $W_{z(1,3,10,12)}= 5825 \text{ cm}^3$ $W_{z(4,5,6,7,8,9)}= 6683 \text{ cm}^3$ $S_{y(4,5,8,9)}= 1551 \text{ cm}^3$ $S_{y(6,7)}= 2123 \text{ cm}^3$ $S_{z(2,11)}= 1876 \text{ cm}^3$	$EF= 594216 \text{ tc}$ $EI_y= 62005 \text{ tcm}^2$ $EI_z= 49541 \text{ tcm}^2$ $GI_{kp}= 27974 \text{ tcm}^2$

TT	Mặt cắt	Đặc tính	
		Đặc tính hình học	Độ cứng
6	 <p>kích thước, cm</p> <p>a= 81 d= 1 H= 88.4 t= 0.8 b= 69</p> <p>tiết diện (phần tử 29 , 32)</p>	$F= 300.24 \text{ cm}^2$ $I_y= 395380 \text{ cm}^4$ $I_z= 256959 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 415709 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 8945 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 9152 \text{ cm}^3$ $W_z(1,3,10,12)= 6345 \text{ cm}^3$ $W_z(4,5,6,7,8,9)= 7279 \text{ cm}^3$ $Sy(4,5,8,9)= 1770 \text{ cm}^3$ $Sy(6,7)= 2516 \text{ cm}^3$ $Sz(2,11)= 2026 \text{ cm}^3$	$EF= 630504 \text{ TC}$ $EI_y= 83030 \text{ TCM}^2$ $EI_z= 53961 \text{ TCM}^2$ $GI_{kp}= 33672 \text{ TCM}^2$
7	 <p>kích thước, cm</p> <p>a= 81 d= 1 H= 99.2 t= 0.8 b= 69</p> <p>tiết diện (phần tử 33 , 36)</p>	$F= 317.52 \text{ cm}^2$ $I_y= 513009 \text{ cm}^4$ $I_z= 278007 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 488001 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 10343 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 10556 \text{ cm}^3$ $W_z(1,3,10,12)= 6864 \text{ cm}^3$ $W_z(4,5,6,7,8,9)= 7876 \text{ cm}^3$ $Sy(4,5,8,9)= 1989 \text{ cm}^3$ $Sy(6,7)= 2933 \text{ cm}^3$ $Sz(2,11)= 2177 \text{ cm}^3$	$EF= 666792 \text{ TC}$ $EI_y= 107732 \text{ TCM}^2$ $EI_z= 58381 \text{ TCM}^2$ $GI_{kp}= 39528 \text{ TCM}^2$

TT	Mặt cắt	Đặc tính	
		Đặc tính hình học	Độ cứng
8	 <p>Kích thước, cm</p> <p>a= 81 d= 1 H= 110 t= 0.8 b= 69</p> <p>Tiết diện (phần tử 37 ÷ 40)</p>	$F= 334.8 \text{ cm}^2$ $I_y= 649156 \text{ cm}^4$ $I_z= 299055 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 561851 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 11803 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 12021 \text{ cm}^3$ $W_z(1,3,10,12)= 7384 \text{ cm}^3$ $W_z(4,5,6,7,8,9)= 8472 \text{ cm}^3$ $Sy(4,5,8,9)= 2207 \text{ cm}^3$ $Sy(6,7)= 3374 \text{ cm}^3$ $Sz(2,11)= 2328 \text{ cm}^3$	$EF= 703080 \text{ TC}$ $EI_y= 136323 \text{ TCM}^2$ $EI_z= 62802 \text{ TCM}^2$ $GI_{kp}= 45510 \text{ TCM}^2$
9	 <p>Kích thước, cm</p> <p>a= 81 d= 1.2 H= 120 t= 1 b= 69</p> <p>Mặt cắt dầm chính (phần tử 63 ÷ 74)</p>	$F= 429.6 \text{ cm}^2$ $I_y= 957000 \text{ cm}^4$ $I_z= 394428 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 780834 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 15950 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 16276 \text{ cm}^3$ $W_z(1,3,10,12)= 9739 \text{ cm}^3$ $W_z(4,5,6,7,8,9)= 11111 \text{ cm}^3$ $Sy(4,5,8,9)= 2887 \text{ cm}^3$ $Sy(6,7)= 4616 \text{ cm}^3$ $Sz(2,11)= 3042 \text{ cm}^3$	$EF= 902160 \text{ TC}$ $EI_y= 200970 \text{ TCM}^2$ $EI_z= 82830 \text{ TCM}^2$ $GI_{kp}= 63248 \text{ TCM}^2$

TT	Mặt cắt	Đặc tính	
		Đặc tính hình học	Độ cứng
10	 <p>Kích thước, cm</p> <p>a= 60 d= 1 H= 80 t= 0.8 b= 48.4</p> <p>Tiết diện (phần tử 47 ÷ 50)</p>	$F= 244.8 \text{ cm}^2$ $I_y= 250514 \text{ cm}^4$ $I_z= 111531 \text{ cm}^4$ $I_{kp}= 204221 \text{ cm}^4$ $W_{y(1,2,3,10,11,12)}= 6263 \text{ cm}^3$ $W_{y(4,5,8,9)}= 6423 \text{ cm}^3$ $W_{z(1,3,10,12)}= 3718 \text{ cm}^3$ $W_{z(4,5,6,7,8,9)}= 4461 \text{ cm}^3$ $S_{y(4,5,8,9)}= 1185 \text{ cm}^3$ $S_{y(6,7)}= 1793 \text{ cm}^3$ $S_{z(2,11)}= 1218 \text{ cm}^3$	$EF= 514080 \text{ tc}$ $EI_y= 52608 \text{ tcm}^2$ $EI_z= 23421 \text{ tcm}^2$ $GI_{kp}= 16542 \text{ tcm}^2$

Theo tài liệu tính toán của công ty Zaprozhe-Ucraina với sự hỗ trợ của phần mềm “Лира”	Tính toán bằng phần mềm SAP2000
	
Hình 3.7 Sơ đồ tính nội lực kết cấu thép trên phần mềm Лира	Hình 3.8 Sơ đồ tính nội lực kết cấu thép trên phần mềm SAP

Bảng 3.2 Kết quả tính toán khi tính bằng phần mềm “Лупа”

Tình huống	Số phần tử	Số cụm	Loại mặt cắt	Nội lực	Điểm mặt cắt	Ứng suất, Мпа		
						σ	τ	σ_p
1	37	39	8	N= -737.643 Mkp= -0.884 My= 131.287 Qz= 15.624 Mz= 108.656 Qy= -19.788	1	-18.4	0	18.4
					2	-33.2	1.6	33.3
					3	-47.9	0	47.9
					4	-20.1	0.5	20.1
					5	-45.8	0.6	45.8
					6	-9.2	0.8	9.3
					7	-34.9	0.9	34.9
					8	1.7	0.5	1.9
					9	-23.9	0.6	24.0
					10	3.8	0	3.8
					11	-10.9	1.5	11.2
					12	-25.6	0	25.6
1	39	41	8	N= -369.984 Mkp= -9.875 My= -125.576 Qz= -15.054 Mz= 115.886 Qy= -25.39	1	15.3	0	15.3
					2	-0.4	2.6	4.6
					3	-16.1	0	16.1
					4	13.1	1.2	13.2
					5	-14.3	-0.1	14.3
					6	2.6	1.4	3.6
					7	-24.7	0.1	24.7
					8	-7.8	1.2	8.1
					9	-35.2	-0.1	35.2
					10	-6.0	0	6.0
					11	-21.7	1.3	21.8
					12	-37.4	0	37.4
1	63	61	9	N= 5.838 Mkp= 1.258 My= 1979.462 Qz= 22.171 Mz= -65.825 Qy= -1.095	1	131.0	0	131.0
					2	124.2	0.0	124.2
					3	117.5	0	117.5
					4	127.7	0.5	127.7
					5	115.8	0.6	115.8
					6	6.1	0.8	6.2
					7	-5.8	1.0	6.0
					8	-115.6	0.5	115.6
					9	-127.4	0.6	127.4
					10	-117.2	0	117.2
					11	-124.0	0.1	124.0
					12	-130.7	0	130.7

Bảng 3.3 Kết quả tính toán khi tính bằng phần mềm SAP2000v11

Tình huống	Số phần tử	Số cụm	Loại mặt cắt	Nội lực	Điểm mặt cắt	Ứng suất, MPa		
						σ	τ	σ_p
1	37	39	8	N= -735.632 Mkp= -0.872 My= 131.211 Qz= 15.775 Mz= 108.658 Qy= -19.782	1	-18.4	0	18.4
					2	-33.1	1.6	33.2
					3	-47.8	0	47.8
					4	-20.1	0.5	20.1
					5	-45.7	0.6	45.7
					6	-9.1	0.8	9.2
					7	-34.8	0.9	34.8
					8	1.8	0.5	2.0
					9	-23.9	0.6	23.9
					10	3.9	0	3.9
					11	-10.9	1.5	11.2
					12	-25.6	0	25.6
1	39	41	8	N= -368.943 Mkp= -9.823 My= -125.571 Qz= -15.055 Mz= 112.342 Qy= -25.31	1	14.8	0	14.8
					2	-0.4	2.6	4.5
					3	-15.6	0	15.6
					4	12.7	1.2	12.8
					5	-13.8	-0.1	13.8
					6	2.2	1.4	3.3
					7	-24.3	0.1	24.3
					8	-8.2	1.2	8.4
					9	-34.7	-0.1	34.7
					10	-6.4	0	6.4
					11	-21.7	1.3	21.8
					12	-36.9	0	36.9
1	63	61	9	N= 5.912 Mkp= 1.225 My= 1977.45 Qz= 22.18 Mz= -65.81 Qy= -1.152	1	130.9	0	130.9
					2	124.1	0.0	124.1
					3	117.4	0	117.4
					4	127.6	0.5	127.6
					5	115.7	0.6	115.7
					6	6.1	0.8	6.2
					7	-5.8	1.0	6.0
					8	-115.4	0.5	115.4
					9	-127.3	0.6	127.3
					10	-117.1	0	117.1
					11	-123.8	0.1	123.8
					12	-130.6	0	130.6

- Từ các kết quả tính toán trên ta thấy có sự khác biệt nhỏ giữa 2 phần mềm tính. Hệ số an toàn bền ổn định đều nhỏ hơn 1. Phương pháp tính toán bằng phần mềm SAP là chính xác, tin cậy.

3.4. Kết luận

Nhóm tác giả đã sử dụng bộ phần mềm tính toán thiết kế cầu trục chân dê cửa nhận nước thủy điện bản chất và đã dùng bộ phần mềm này kiểm nghiệm lại thiết kế Cầu trục chân dê 2x63/2x10 tấn thủy điện A.Vương do công ty Zaprozhe-Ucraina tính toán và qua kiểm tra một số công trình đã thực hiện, nhóm tác giả nhận thấy bộ phần mềm có độ tin cậy cao, chính xác, phương pháp tính toán thiết kế cầu trục của nhóm nghiên cứu là hợp lý. Với việc thiết kế bằng phần mềm này đã giúp cho các kỹ sư của Viện rút ngắn được thời gian thiết kế (06 kỹ sư thiết kế cần 04 tháng để hoàn thiện 01 cầu trục chân dê, khi dùng các phần mềm thì chỉ cần 01 kỹ sư làm trong 01 tháng), các kết cấu thiết kế là tối ưu. Nhóm đề tài đã sử dụng các phần mềm nghiên cứu để tính toán thiết kế bộ cầu trục chân dê cửa lấy nước tải trọng 2x50+2x10+5 tấn thủy điện bản chất.

Từ các nhận xét trên nhóm nghiên cứu kiến nghị dùng các phần mềm chuyên dụng để tính toán thiết kế cầu trục chân dê cho công trình thủy điện.

CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Sau một thời gian nghiên cứu, tìm hiểu và làm việc với tinh thần khoa học, nghiêm túc nhóm đề tài đã khai thác một cách hiệu quả các phần mềm chuyên dụng MSC.Visual Nastran, Sap2000, COSMOS, Inventor. Đó là việc ứng dụng thành công vào thiết kế cầu trục chân dè cho các công trình thủy điện như Bản Chát, Srêpok 3, Buôn Tua Srah...

Đề tài đã thực hiện đầy đủ các yêu cầu mục tiêu đặt ra đó là:

- +Làm chủ phần mềm tính toán kết cấu thép (bao gồm nghiên cứu nắm vững các tính năng ưu việt của các phần mềm, nghiên cứu chuyên sâu về tính toán thiết kế kết cấu thép)...
- +Làm chủ phần mềm mô phỏng động lực học MSC.visualNastran.
- +Làm chủ phần mềm tính toán chi tiết máy Inventor và Cosmos.
- + Ứng dụng kết quả nghiên cứu vào tính toán thiết kế Cầu trục chân dè Cửa lấy nước Thủy điện Bản chát.

Các phương pháp tính toán truyền thống trước đây khi tính toán thường đưa một số giả thiết về mô hình đơn giản hơn để thực hiện. Tuy nhiên nếu kết cấu phức tạp hơn hoặc khác nhiều so với mô hình thì sai số của lời giải sẽ rất lớn. Với các phần mềm nghiên cứu trong đề tài chúng ta đã tính được các mô hình phức tạp, đặc biệt các kết quả tính toán cho phép ta nhìn thấy sự phân bố nội lực, chuyển vị trong toàn bộ kết cấu, cùng với khả năng dễ thay đổi các thông số khi thiết kế của các phần mềm đã giúp cho các kỹ sư lựa chọn được các kết cấu phù hợp an toàn đem lại hiệu quả kinh tế cao.

Qua so sánh kết quả tính toán bằng các phần mềm và kết quả tính toán bằng các phương pháp khác, cho thấy giá trị tính toán có độ tin cậy cao, đáp ứng được các yêu cầu đề ra đối với một kết cấu phức tạp trong tính toán và chế tạo của nước ta. Việc làm chủ các phần mềm chuyên dụng khẳng định sự vươn lên làm chủ khoa học tiên tiến của nhóm đề tài. Ứng dụng các phần mềm vào quá trình tính toán thiết kế giúp ta đẩy nhanh tiến độ cho các công trình. Nhất là nước ta đang

đẩy mạnh xây dựng các công trình thủy điện phục vụ và ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của đất nước.

Với sự thành công của đề tài, nhóm đề tài mong muốn tiếp tục công việc tối ưu hóa việc sử dụng phần mềm, chuẩn hóa các tài liệu quy phạm, tiêu chuẩn cho việc thiết kế các hạng mục cầu trục chân dê trong các công trình thủy điện, khuyến cáo các nhà sản xuất cầu trục sử dụng 04 phần mềm của đề tài để tính toán thiết kế đem lại sự tối ưu của kết cấu và hiệu quả kết cấu. Qua kiến thức thu được trong quá trình nghiên cứu đề tài, chúng tôi muốn dùng các kết quả nghiên cứu để thẩm tra các kết quả tính toán các công trình liên quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1].СТП 031000-525-85. Механическое оборудование и специальные стальные конструкции гидротехнических и гидроэнергетических сооружений. Металлические конструкции козловых кранов. Указания по расчету.
- [2]. СНиП II-23-81. Часть II Нормы проектирования. Глава 23 Стальные конструкции.
- [3]. Справочник по строительной механике корабля. Т.3. динамика и устойчивость корпусных конструкций. – Л.: Судостроение, 1982.
- [4]. ISO4301/1. Краны и подъемные устройства. Классификация.
- [5]. Под ред. М.М.Гохберга. Справочник по кранам. Т. 2. Машиностроение. Л., 1988
- [6]. СТП 031000-523-85. Механическое оборудование гидротехнических сооружений. Механизмы подъема. Указания по расчету.
- [7]. А.П.Шабашов, А.Г.Лысяков. Мостовые краны общего назначения. Машиностроение. М., 1980
- [8].CMAA Specification #70, Revised 1994. Specifications for top running bridge and gantry type multiple girder electric overhead traveling cranes
- [9].Thiết kế cơ khí với solidworks 2004- Phạm Quang Huy- NXB KHKT, 2004
- [10].Tính toán kết cấu với SAP 2000 - Phùng Thị Nguyệt –NXB Giao thông vận tải-2004
- [11]. COMOS designSTAR Tutorials.
- [12]. Ham Thuan – Đa My Hydropower project for Ham Thuan scheme as built drawing for steel penstock and liner; 2001; HITACHI ZOSSEN CORPORATION.
- [13].Tài liệu thiết kế Công trình thủy điện A.Vương.
- [14].Máy và thiết bị nâng- Phạm Quang Dũng - NXB KHKT, 2005
- [15].Tính toán máy trục- Đào Trọng Thường - NXB KHKT, 2005
- [16].Thiết kế chi tiết máy- Nguyễn Trọng Hiệp- Đào Văn Lắm- NXB Giáo dục, 1997
- [17].Tập hợp tiêu chuẩn thiết kế thiết bị nâng TCVN 4244-2005
- [18].Quy phạm thiết kế các thiết bị nâng FEM 1.001 -1998
- [19]. Steel Design Manual – Computer & Structures, INC, 2000
- [20].Quy phạm thiết kế nghiệm thu thiết bị cơ khí thủy công
KHĐY 73.1-00130234.026-2001

NARIME



BỘ CÔNG THƯƠNG

VIỆN NGHIÊN CỨU CƠ KHÍ

Địa chỉ: Số 4 - đường Phạm Văn Đồng - Cầu Giấy - Hà Nội

Tel: 38374069- Fax: 37649095 - Email: Narime-tttdh@hn.vnn.vn

THUYẾT MINH TÍNH TOÁN

CẦU TRỤC CHÂN DÊ CỬA LẤY NƯỚC

$$Q= 2 \times 50T + 2 \times 10T + 5T$$

$$Lk=19\text{ m}$$

CÔNG TRÌNH THUYẾT ĐIỆN BẢN CHẤT

Người lập : Nguyễn Đăng Hiếu

Người kiểm tra : Nguyễn Lâm Tuấn Anh

Viện duyệt :

HÀ NỘI, 2008

THUYẾT MINH TÍNH TOÁN CẦU TRỤC CHÂN DÊ	
1. Đặc tính kỹ thuật cầu trục chân dê.....	1
2. Tính toán cơ cấu nâng chính	2
2.1. Các thông số đầu vào	2
2.2. Tính chọn dây cáp.....	3
2.3. Tính tang quần cáp.....	3
2.4. Tính toán chọn động cơ điện	4
2.5. Tính toán truyền động cơ khí	4
2.6. Tính chọn phanh.....	5
2.7. Tính sức bền cụm móc nâng 50 T.....	6
3. Tính toán cơ cấu nâng phụ	7
3.1. Các thông số đầu vào	8
3.2. Tính chọn dây cáp.....	8
3.3. Tính cụm tang quần cáp.....	8
3.4. Tính toán chọn động cơ điện	9
3.5. Tính chọn truyền động cơ khí	9
3.6. Tính chọn phanh.....	10
3.7. Tính sức bền cụm móc nâng phụ 10 tấn.....	11
4. Tính toán cơ cấu di chuyển cầu trục	13
4.1. Các thông số đầu vào	13
4.2. Xác định các thông số lực cản.....	13
4.3. Lựa chọn động cơ điện, phanh, hộp giảm tốc.....	14
4.4. Tính, lựa chọn cặp bánh răng ngoài hộp	14
4.5. Kiểm tra động cơ điện về momen mở máy.....	15
4.6. Tính toán kiểm tra bám cho bánh xe	15
4.7. Tính chọn kiểm tra bánh xe và ray.....	16
a). Tính áp lực max lên bánh xe.....	17
b). Tính kiểm tra bánh xe và ray.....	18
4.8. Tính toán trục bánh xe	18
4.9. Tính chọn ổ lăn cụm di chuyển cầu trục.....	19

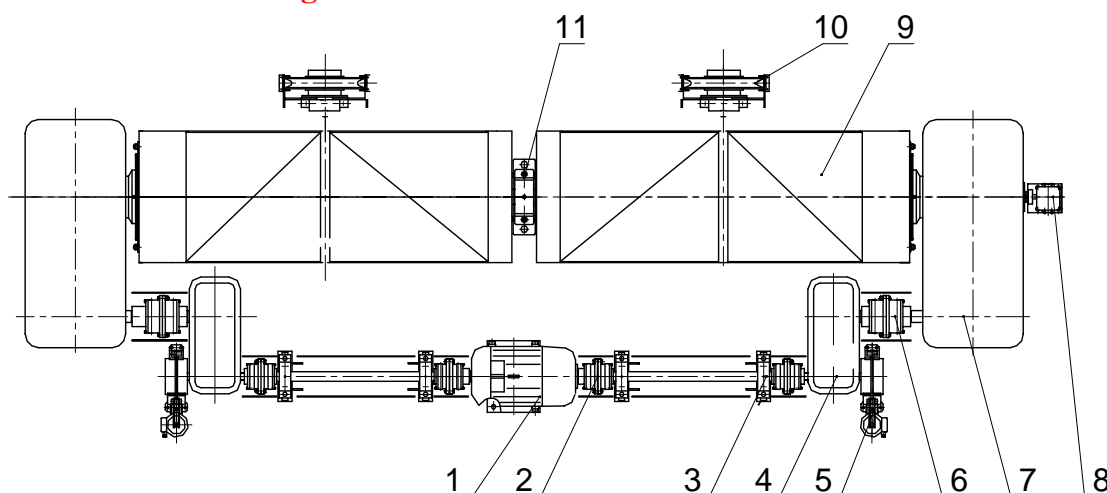
5. Tính toán cơ cấu di chuyển xe con.....	20
5.1. Các thông số đầu vào	20
5.2. Xác định các thông số lực cản.	20
5.3. Lựa chọn động cơ điện.....	21
5.4. Tính, lựa chọn cặp bánh răng ngoài hộp	21
5.5. Tính toán kiểm tra bánh xe và ray.	22
a). Tính áp lực max lên bánh xe.....	22
b). Tính kiểm tra bánh xe và ray.	22
5.6. Tính toán trục bánh xe.	23
5.7. Tính chọn ổ lăn cụm di chuyển xe con.	23
6. Tính ổn định lật cho cầu trục chân dê.....	24
6.1. Kiểm tra ổn định của cầu trục ở trạng thái gió bão.....	24
6.2. Kiểm tra ổn định của cầu trục khi đang làm việc.	26
7. Tính toán kết cấu thép Hệ khung cầu trục	28
7.1. Chọn các thông số mặt và vật liệu.	28
7.2. Các chế độ tải trọng tác dụng lên khung thép cầu trục.....	29
7.3. Kiểm tra các kết quả tính toán.	30
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	31
PHỤ LỤC.....	
Pl.1. Tính toán cặp bánh răng ngoài -Bộ chạy bằng inventor.....	
Pl.2. Tính toán trục bánh xe -Bộ chạy bằng inventor	
Pl.3. Tính chọn ổ lăn -Bộ chạy bằng inventor	
Pl.4. Tính toán cặp bánh răng ngoài- Cụm di chuyển xe con. bằng inventor.....	
Pl.5. Tính trục bánh xe -Cụm di chuyển xe con bằng inventor	
Pl.6. Tính chọn ổ lăn -Cụm di chuyển xe con bằng inventor.....	
Pl.7. Tính kiểm tra Hệ khung cầu trục bằng SAP2000.	

THUYẾT MINH TÍNH TOÁN CẦU TRỤC CHÂN DÊ

1. Đặc tính kỹ thuật cầu trục chân dê

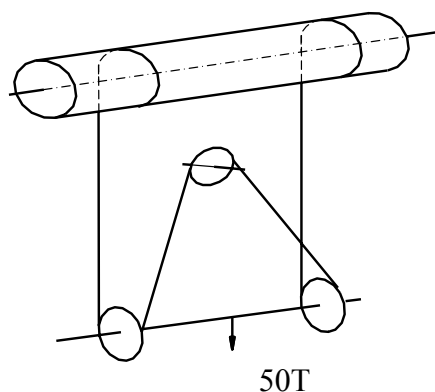
Thông số kỹ thuật	Giá trị	Đ.vị
Chế độ làm việc phân loại theo FEM (ISO)	1AM (A2)	
Nguồn điện, tần số (Hz), điện áp	Xoay chiều, 50Hz, 380/220V	
Điều khiển cầu trục	Từ Cabin	
Cấp điện cho cầu trục	Tang quần cáp	
Khẩu độ cầu trục	19	m
Khẩu độ xe con	7.75	m
Chế độ làm việc của cơ cấu nâng chính theo FEM	M5	
Tải trọng nâng chính	2x50	Tấn
Số lượng móc nâng chính	2	cái
Khoảng cách 2 móc nâng chính	3.41	m
C/đ làm việc của các cơ cấu nâng phụ theo FEM	M5	
Tải trọng nâng phụ 1	2x10	Tấn
Số lượng móc nâng phụ	2	cái
Khoảng cách 2 móc nâng phụ	3.41	m
Tải trọng nâng Monoray	5	Tấn
Số lượng Monoray	1	cái
Tốc độ nâng hạ móc chính xấp xỉ	0,8...5,0	m/ph
Tốc độ nâng hạ móc nâng phụ xấp xỉ	0,8...8,0	m/ph
Tốc độ nâng hạ móc nâng Monoray	1,6/10	m/ph
Chiều cao nâng móc nâng chính	72	m
Chiều cao nâng hạ móc nâng phụ	76	m
Chiều cao nâng hạ móc nâng Monoray	12,1	m
CĐLV của cơ cấu di chuyển cầu trục theo FEM	M5	
Vận tốc di chuyển cầu trục	4,0...8,0	m/ph
Đường kính bánh xe	710	mm
Tổng số bánh xe chủ động	8	
Loại ray di chuyển cầu trục, bề rộng hữu ích	100	mm
CĐLV của cơ cấu di chuyển xe con theo FEM	M5	
Vận tốc di chuyển xe con xấp xỉ	2,0...4,0	m/ph
Đường kính bánh xe	500	mm
Tổng số bánh xe chủ động	4	
Loại ray di chuyển xe con, bề rộng hữu ích	70	mm
Tổng công suất tiêu thụ	159.4	kW
Tổng trọng lượng trọn bộ cầu trục (không kể ray, dầm thử tải)	139.00	Tấn

2. Tính toán cơ cấu nâng chính



Sơ đồ dẫn động cơ cấu nâng chính

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Động cơ điện NH=110kW, p=6, liên phanh, n=990 vg/ph
kiểu lắp chân đế, điều khiển biến tần | 6. Khớp nối răng $T_N=23000\text{Nm}$ |
| 2. Khớp răng $T_N = 10000\text{Nm}$ | 7. Hộp giảm tốc cấp chậm $i_N=31,5$ |
| 3. Gối ổ | 8. Cụm đếm vòng |
| 4. Hộp giảm tốc cấp nhanh $i_N=12,5$ | 9. Tang |
| 5. Phanh thủy lực Mph=75-1050Nm | 10. Cụm pully hạn vị quá tải |
| | 11. Gối ổ kép |



Sơ đồ tạo bội suất palăng

2.1 Các thông số đầu vào

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Tải trọng danh nghĩa của cơ cấu nâng chính	Q	2x50000	kG	
Tải trọng danh nghĩa của 1 móc nâng	Q_1	50000	kG	
Khối lượng của bộ phận mang vật	Q_h	720	kG	
Vận tốc nâng max theo yêu cầu	v	5	m/ph	
Chiều cao nâng lớn nhất	H	72	m	
Bội suất palăng	m	2		tang kép

2.2 Tính chọn dây cáp

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Hiệu suất làm việc của palăng	η_n	0.98		
Lực căng lớn nhất xuất hiện ở nhánh dây cuốn cáp	S	126929.4	N	
$S = \frac{(Q_1 + Q_h) \times 9,81}{2 \times m \times \eta_n}$				
Hệ số an toàn bền của dây cáp	Z_{\min}	5		
Đường kính dây cáp	d	30	mm	
Loại dây cáp làm bằng thép mạ, lõi kim loại, chống ăn mòn				
Giới hạn bền của sợi cáp		1960	N/mm ²	
Lực kéo đứt của dây cáp	S_p	822000	N	
Hệ số sử dụng thực tế của dây cáp	Z_f	6.476		TRUE
$Z_f = \frac{S_p}{S}$				$Z_f > Z_{\min}$

2.3 Tính tang quần cáp

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Đường kính nhỏ nhất của tang theo đáy rãnh	D_d^{\min}	510	mm	
$D_d^{\min} = (18-1)d$				
Bước cuốn cáp	t	33	mm	
$t = d + (2-3)$				
Chọn đ k nhỏ nhất của tang theo đáy rãnh	D	1170	mm	
Đường kính tang tại tâm cáp	D_{cp}	1200	mm	
Chiều dài danh nghĩa 1 nhánh cáp quần lên tang	l	144	m	
$l = H \cdot m$				
Số vòng cáp dự trữ không sử dụng đến	Z_0	3	vòng	
Số vòng cáp làm việc trên tang	Z_1	38.2		
$Z_1 = l / (3,14 \cdot D_{CP})$				
Số vòng cáp phải cuốn ở 1 nhánh	Z	41.2	vòng	
$Z = Z_1 + Z_0$				
Chiều dài phần cắt ren toàn bộ trên tang	L_0	2719.2	mm	
$L_0 = 2 \cdot Z \cdot t$				
K/c min giữa trục tang với trục ròng rọc ở treo móc	h_{\min}	650	mm	sơ bộ
K/c giữa 2 ròng rọc ở ổ treo móc	L_4	200	mm	
Phần giữa của tang không cắt rãnh	L_3	80	mm	
Chiều dài tang để bắt bulông thân tang vào máy trục	L_2	110	mm	
Chiều dài phần tang để cặp đầu cáp	L_1	99	mm	
Chiều dài toàn bộ của tang	L	3217.2	mm	3200

$L=L_0+2L_1+2L_2+L_3$				
Chọn chiều dày tang	δ	32.4	mm	
$\delta = 0.02 \cdot D + 9$				
Vật liệu chế tạo tang	Thép 35Л ГОСТ 977-88			
Giới hạn chảy của vật liệu chế tạo tang	σ_{yp}	320	Mpa	
Giới hạn bền của vật liệu tang	σ_u	569	MPa	
Giới hạn bền nén cho phép của tang	$[\sigma_b]$	160	Mpa	
$[\sigma_b] = \frac{\sigma_{yp}}{2}$				
Hệ số giảm ứng suất đối với tang bằng thép	φ	0.7		
Hệ số phụ thuộc vào số lớp quấn cáp trên tang	k	1		
Hệ số thử tải tĩnh	k_t	1.25		
Ứng suất nén thực tế của tang	σ_b	103.875		TRUE
$\sigma_b = \frac{k \cdot \varphi \cdot k_t \cdot S}{\delta \cdot t}$				$\sigma_b < [\sigma_b]$

2.4 Tính toán chọn động cơ điện

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Số động cơ dẫn động cơ cầu nâng	n	2		
Hiệu suất tổng cộng của cơ cầu nâng	η_o	0.85		
Công suất động cơ tĩnh cần thiết để chọn động cơ	P_{ct}	97.5	kW	
$P_{ct} = \frac{2 \times (Q_l + Q_h) \times v}{6120 \times \eta_o}$				
Chọn động cơ roto lồng sóc, liên phanh, điều khiển biến tần có các thông số:				
Công suất danh nghĩa của động cơ	N_H	110	kW	Ok
Tốc độ định mức max của động cơ	n_H	990	v/ph	
Dòng định mức	I_B	192	A	
M_K/M_B		2.4		
Cấp cách điện F, cấp bảo vệ IP 55				
Điện áp sử dụng 400V, 50Hz				
Phanh đĩa điện từ liên động cơ, $M_{ph} = 1600Nm$				

2.5 Tính toán truyền động cơ khí

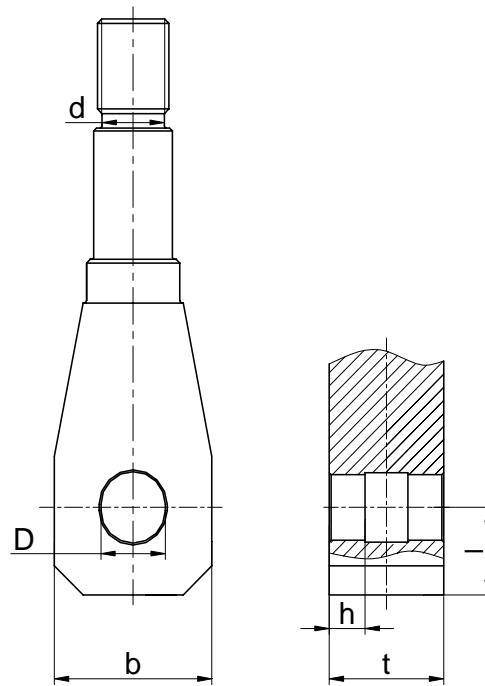
Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Số vòng quay cần thiết của tang để đảm bảo vận tốc nâng	n_t	2.6539	v/ph	
$n_t = \frac{v \cdot m}{3.14 \cdot D_{CP}}$				
Tỷ số truyền chung cần thiết để đạt vận tốc nâng	i_m	373.03		
$i_m = \frac{n_H}{n_t}$				
Chọn hộp giảm tốc thứ nhất có các thông số chính sau:				
Kiểu hộp giảm tốc: bánh răng trụ :				

có 2 đầu trục vào, 1 đầu trục ra				
Công suất truyền qua hộp giảm tốc (n=1000)	P_N	73	kW	
Chế độ làm việc theo FEM : M5				
Tỉ số truyền danh nghĩa của HGT thứ 1	i_N	12.5		
Tỉ số truyền thực tế của HGT thứ 1	i_1	12.41		
Tỉ số truyền của HGT thứ 2 cần chọn	i_m/i_1	30.059		
Chọn hộp giảm tốc thứ 2 có các thông số chính như sau:				
Kiểu hộp giảm tốc: bánh răng trụ				
Kiểu trục ra là trục răng				
Momen trên trục chậm	M_N	200000	Nm	
Lực hướng kính trên trục chậm	F_R	16700	kG	
Tỉ số truyền danh nghĩa HGT thứ 2	i_N	31.5		
Tỉ số truyền thực tế của HGT thứ 2	i_2	31.5		
Tổng tỉ số truyền thực tế	i_0	390.92		
$i_0 = i_1 \cdot i_2$				
Vận tốc nâng thực tế lớn nhất	V_ϕ	4.77	m/ph	
$V_\theta = \frac{\pi \times D_{cp} \times n_H}{m \times i_0}$				

2.6 Tính Chọn phanh

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Tải trọng nâng	Q_H	100000	kG	
Khối lượng của 02 móc nâng chính	Q_m	1440	kG	
Đường kính tang tại tâm cáp	D_{CP}	1200	mm	
Hệ số an toàn phanh	k	1.5		
Momen phanh được xác định theo công thức	M_{PH}	1217.13	N.m	
$M_{PH} = \frac{9.81 \cdot k \cdot 1.25 \cdot (Q_H + Q_m) \cdot D_{cp} \cdot \eta_0}{2 \cdot m \cdot i_0 \cdot 1000}$				
Chọn phanh điện thủy lực theo DIN 15435, là loại phanh phù hợp với kết cấu, thông dụng				
Có momen phanh	$[M_{PH}]$	75-1050	N.m	
Đường kính bánh phanh	D	315	mm	
Số lượng phanh		2	chiếc	

2.7 Tính sức bền cụm móc nâng 50T

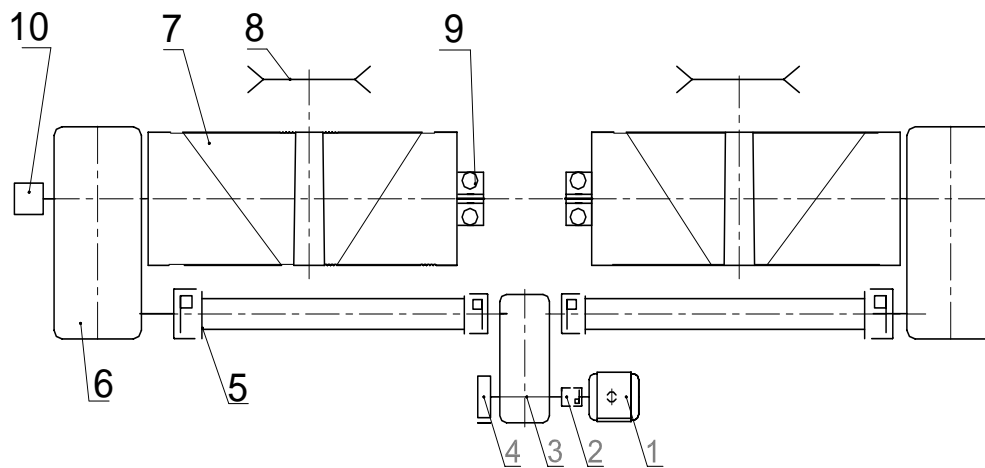


Sơ đồ tính toán cụm móc nâng

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Chọn vật liệu làm móc thép 20-2ГП ГОСТ 1050-88				
Sản phẩm rèn nhóm IV КП-175 ГОСТ 8479-70				
Giới hạn chảy	σ_{yp}	175	MPa	
Giới hạn bền	σ_u	355	MPa	
Ứng suất kéo cho phép của phần đuôi móc treo	$[\sigma_p]$	69.6	MPa	
$[\sigma_p] = \frac{\sigma_{yp} \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}$				
Hệ số chuyển đổi	c	1		
Hệ số chế độ làm việc	γ_c	0.8		
Hệ số độ tin cậy về vật liệu	γ_m	1.15		
Hệ số tin cậy theo công dụng làm việc	γ_n	1.75		
Ứng suất kéo cho phép của toàn bộ móc treo	$[\sigma_b]$	104.3	Mpa	
$[\sigma_b] = \frac{\sigma_{yp} \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}$				
Hệ số chuyển đổi	c	1.2		
Hệ số chế độ làm việc	γ_c	1		
Hệ số độ tin cậy về vật liệu	γ_m	1.15		
Hệ số tin cậy theo công dụng làm việc	γ_n	1.75		
Ứng suất kéo cho phép theo mặt phẳng hướng kính của móc treo	$[\sigma_{bear}]$	60.9	Mpa	

$[\sigma_{bear}] = \frac{\sigma_{yp} \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}$				
Hệ số chuyển đổi	c	0.4		
Hệ số chế độ làm việc	γ_c	1		
Hệ số độ tin cậy về vật liệu	γ_m	1.15		
Hệ số độ tin cậy theo công dụng làm việc	γ_n	1		
Tải trọng hàng nâng danh nghĩa của 1 móc treo	Q	50000	kG	
Tải trọng hàng nâng của 1 móc treo (khi thử tải)	Q_1	62500	kG	
$Q_1 = 1,25 \cdot Q$				
Đường kính cuống móc	d	120.5	mm	
Gia tốc trọng trường	g	9.81	m/s ²	
Ứng suất thực tế của phần đuôi móc treo	σ_p	53.8	N/mm ²	TRUE
$\sigma_p = \frac{4 \cdot Q_1 \cdot g}{\pi \cdot d^2}$				$\sigma_p < [\sigma_p]$
Ứng suất kéo của móc treo	σ_1	57.3	Mpa	TRUE
$\sigma_1 = \frac{k_\alpha \cdot Q_1 \cdot g}{b \cdot t}$				$\sigma_1 < [\sigma_b]$
Hệ số tập trung ứng suất	k_α	4.3		
Bề rộng móc treo	b	230	mm	
Bề dày móc treo	t	200	mm	
Bề rộng lỗ	D	112	mm	
Chiều dày thành	h	70	mm	
Ứng suất kéo thực tế theo mặt phẳng hướng kính của móc	σ_{bear}	39.1	MPa	TRUE
$\sigma_{bear} = \frac{Q_1 \cdot g}{D \cdot 2 \cdot h}$				$\sigma_{bear} < [\sigma_{bear}]$

3. Tính toán cơ cấu nâng phụ



Sơ đồ dẫn động cơ cấu nâng phụ

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. Động cơ điện NH=37kW, p=6, liên phanh, n=975vg/ph
kiểu lắp chân đế, điều khiển biến tần | 6. Hộp giảm tốc 2, $i_N=16$ |
| 2. Khớp nối kiểu BWN theo K422 | 7. Tang |
| | 8. Cụm Puly hạn vị quá tải |

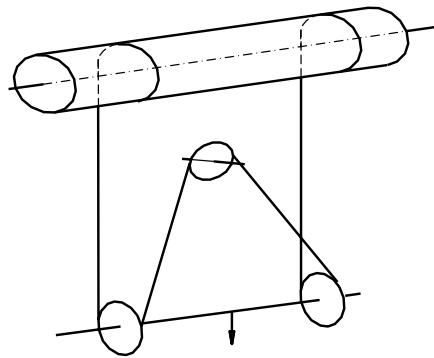
3. Hộp giảm tốc1, $i_N=10$

4. Phanh thuỷ lực $M_{ph}=75-1050$ Nm

5. Khớp răng nối ống

9. Gối ổ

10. Cụm đếm vòng



10T

Sơ đồ tạo bội suất palăng

3.1 Các thông số đầu vào

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Tải trọng danh nghĩa của cơ cấu nâng phụ 1	Q	2x10000	kG	
Tải trọng danh nghĩa của 1 móc nâng	Q_1	10000	kG	
Khối lượng của bộ phận mang vật	Q_h	161	kG	
Vận tốc nâng max theo yêu cầu	v	8	m/ph	
Chiều cao nâng lớn nhất	H	76	m	
Bội suất palăng	m	2		tang kép

3.2 Tính chọn dây cáp

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Hiệu suất làm việc của palăng	η_n	0.98		
Lực căng lớn nhất xuất hiện ở nhánh dây quấn cáp	S	25428.4	N	
$S = \frac{(Q_1 + Q_h) \times 9,81}{2 \times m \times \eta_n}$				
Hệ số an toàn bền của dây cáp	Z_{min}	5		
Đường kính dây cáp	d	13	mm	
Loại dây cáp, làm bằng thép mạ, lõi kim loại, chống ăn mòn				
Giới hạn bền của sợi cáp		1960	N/mm ²	
Lực kéo đứt của dây cáp	S_p	156000	N	
Hệ số sử dụng thực tế của dây cáp	Z_f	6.13		TRUE
$Z_f = \frac{S_p}{S}$				$Z_f > Z_{min}$

3.3 Tính cụm tang quấn cáp

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Đường kính nhỏ nhất của tang theo đáy rãnh	D_d^{min}	221	mm	
Bước cuộn cáp	t	15	mm	
$t = d + (2-3)$				
Chọn đ k nhỏ nhất của tang theo đáy rãnh	D	820	mm	

Đường kính tang tại tâm cáp	D_{CP}	833	mm	
$D_{CP} = D + d$				
Chiều dài danh nghĩa 1 nhánh cáp cuốn lên tang	l	152	m	
Số vòng cáp dự trữ không sử dụng đến	Z_0	3	vòng	
Số vòng cáp phải cuốn ở 1 nhánh	Z	61.1	vòng	
Chiều dài phần cắt ren toàn bộ trên tang	L_0	1833	mm	
K/c min giữa trục tang với trục ròng rọc ở treo móc	h_{min}	650	mm	
K/c giữa 2 ròng rọc ở ổ treo móc	L_4	300	mm	
Phần giữa của tang ko cắt rãnh	L_3	209	mm	
Chiều dài tang để làm thành bên	L_2	43	mm	
Chiều dài phần tang để cặp đầu cáp	L_1	45	mm	
Chiều dài toàn bộ của tang	L	2218	mm	2300
Chọn chiều dày tang	δ	20.4	mm	
$\delta = 0.02 \cdot D + 6$				
Vật liệu chế tạo tang	Thép 35Л ГОСТ 977-88			
Giới hạn chảy của vật liệu chế tạo tang	σ_{yp}	320	Mpa	
Giới hạn bền của vật liệu tang	σ_u	569	MPa	
Giới hạn bền nén của tang	$[\sigma_b]$	160	Mpa	
$[\sigma_b] = \frac{\sigma_{yp}}{2}$				
Hệ số giảm ứng suất đối với tang bằng thép	φ	0.7		
Hệ số phụ thuộc vào số lớp quấn cáp trên tang	k	1		
Hệ số thử tải tĩnh	k_t	1.25		
Ứng suất nén thực tế của tang	σ_b	72.712		TRUE
$\sigma_b = \frac{k \cdot \varphi \cdot k_t \cdot S}{\delta \cdot t}$				$\sigma_b < [\sigma_b]$

3.4 Tính toán chọn động cơ điện

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Số động cơ dẫn động cơ cầu nâng	z	1		
Hệ số thử tải động	k_d	1.1		
Hiệu suất tổng cộng của cơ cầu nâng	η_o	0.85		
Công suất động cơ cần thiết	P_{ct}	34.328	kW	
$P_{ct} = \frac{2 \times (k_d \times Q_1 + Q_h) \times v}{6120 \times \eta_o}$				
Chọn động cơ, liên phanh, điều khiển biến tần có ký hiệu				
Công suất danh nghĩa của động cơ	N_H	37	kW	
Tốc độ định mức của động cơ	n_{H1}	975	v/ph	
Dòng định mức (400V)	I_B	66	A	
M_K/M_B		2.3		
Cấp cách điện F, cấp bảo vệ IP 55				
Điện áp sử dụng 400V, 50Hz				
Phanh đĩa điện từ liên động cơ, $M_{ph}=800Nm$				

3.5 Tính, chọn truyền động cơ khí

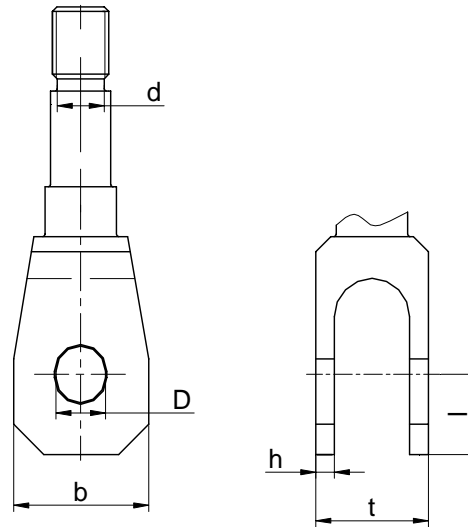
Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Số vòng quay cần thiết của tang để đảm bảo vận tốc nâng	n_t	6.1171	v/ph	
$n_t = \frac{v \cdot m}{3,14 \cdot D_{CP}}$				
Tỷ số truyền cần thiết để đạt vận tốc nâng	i_m	159.39		
$i_m = \frac{n_H}{n_t}$				
Chọn hộp giảm tốc có các thông số chính sau:				
Kiểu hộp giảm tốc: bánh răng trụ có 2 đầu trục vào, 2 đầu trục ra				
Công suất truyền qua hộp giảm tốc (n=1000)	P_N	42	kW	ZQ500
Chế độ làm việc theo FEM : M5				
Tỉ số truyền danh nghĩa của HGT thứ nhất	i_{N1}	10		
Tỉ số truyền thực tế của hộp giảm tốc thứ nhất	i_1	10.35		
Tỉ số truyền của HGT thứ hai cần chọn	i_{02}	15.400		
Chọn HGT thứ hai có các thông số như sau:				
Công suất truyền qua hộp giảm tốc (n=1000)	P_N	106	kW	
Momen trên trục chậm	M_N	70	kNm	ZQ750
Lực hướng tâm trên đầu trục chậm	Pr	6200	kg	
Chế độ làm việc theo FEM : M5				
Tỉ số truyền danh nghĩa của HGT thứ hai	i_{N2}	16		
Tỉ số truyền thực tế của HGT thứ 2	i_2	15.750		
Tỉ số truyền thực tế của hệ dẫn động	i_0	163.013		4 cấp
$i_0 = i_1 \cdot i_2$				
Vận tốc nâng thực tế, max	V_ϕ	7.82	m/ph	
$V_0 = \frac{\pi \times D_{cp} \times n_H}{m \times i_0}$				
Động cơ điều khiển biến tần tỉ lệ 1:10 nên				
Vận tốc nâng thực tế, min	$V_{\phi min}$	0.78	m/ph	

3.6 Tính chọn phanh

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Tải trọng nâng	Q_H	20000	kG	
Khối lượng 02 móc nâng phụ	Q_m	322	kG	
Đường kính tang tại tâm cáp	D_{CP}	833	mm	
Hệ số an toàn phanh	k	1.5		
Momen phanh được xác định theo công thức	M_{PH}	404.61	N.m	
$M_{PH} = \frac{9.81 \cdot k \cdot (1.25 \cdot Q_H + Q_m) \cdot D_{cp} \cdot \eta_0}{2 \cdot m \cdot i_0 \cdot 1000}$				
Chọn phanh điện thủy lực, là loại phanh phù hợp với kết cấu, thông dụng theo DIN 15435				
Có momen phanh	$[M_{PH}]$	75-1050	N.m	

Có đường kính bánh phanh	D	315	mm	
--------------------------	---	-----	----	--

3.7 Tính sức bền cụm móc nâng phụ 10 Tấn

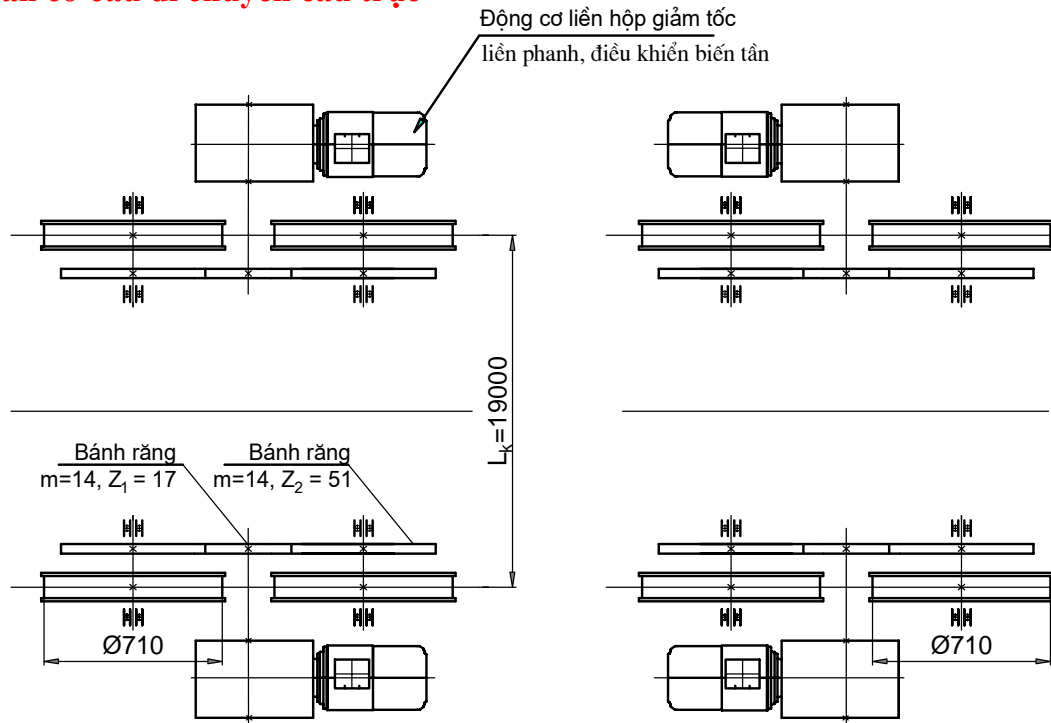


Sơ đồ tính toán cụm móc nâng phụ 10 tấn

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Chọn vật liệu làm móc thép 20-2ГП ГОСТ 1050-88				
Sản phẩm rèn nhóm IV КП-175 ГОСТ 8479-70				
Giới hạn chảy	σ_{yp}	175	MPa	
Giới hạn bền	σ_u	355	MPa	
Ứng suất kéo cho phép của phần đuôi móc treo	$[\sigma_p]$	69.6	MPa	
$[\sigma_p] = \frac{\sigma_{yp} \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}$				
Hệ số chuyển đổi	c	1		
Hệ số chế độ làm việc	γ_c	0.8		
Hệ số độ tin cậy về vật liệu	γ_m	1.15		
Hệ số tin cậy theo công dụng làm việc	γ_n	1.75		
Ứng suất kéo cho phép của toàn bộ móc treo	$[\sigma_b]$	104.3	Mpa	
$[\sigma_b] = \frac{\sigma_{yp} \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}$				
Hệ số chuyển đổi	c	1.2		
Hệ số chế độ làm việc	γ_c	1		
Hệ số độ tin cậy về vật liệu	γ_m	1.15		
Hệ số tin cậy theo công dụng làm việc	γ_n	1.75		
Ứng suất kéo cho phép theo mặt phẳng hướng kính của móc treo	$[\sigma_{bear}]$	60.9	Mpa	

$[\sigma_{bear}] = \frac{\sigma_{yp} \cdot c \cdot \gamma_c}{\gamma_m \cdot \gamma_n}$				
Hệ số chuyển đổi	c	0.4		
Hệ số chế độ làm việc	γ_c	1		
Hệ số độ tin cậy về vật liệu	γ_m	1.15		
Hệ số độ tin cậy theo công dụng làm việc	γ_n	1		
Tải trọng hàng nâng danh nghĩa của 1 móc treo	Q	10000	kG	
Tải trọng hàng nâng của 1 móc treo (khi thử tải)	Q_1	12500	kG	
$Q_1 = 1,25 \cdot Q$				
Đường kính cuộn móc	d	55.7	mm	
Gia tốc trọng trường	g	9.81	m/s ²	
Ứng suất thực tế của phần đuôi móc treo	σ_p	50.35	N/mm ²	TRUE
$\sigma_p = \frac{4 \cdot Q_1 \cdot g}{\pi \cdot d^2}$				$\sigma_p < [\sigma_p]$
Ứng suất kéo của móc treo	σ_1	20.06	Mpa	TRUE
$\sigma_1 = \frac{k_\alpha \cdot Q_1 \cdot g}{b \cdot t}$				$\sigma_1 < [\sigma_b]$
Hệ số tập trung ứng suất	k_α	4.3		
Bề rộng móc treo	b	180	mm	
Bề dày móc treo	t	146	mm	
Bề rộng lỗ	D	72	mm	
Chiều dày thành	h	20	mm	
Ứng suất kéo thực tế theo mặt phẳng hướng kính của móc	σ_{bear}	42.58	MPa	TRUE
$\sigma_{bear} = \frac{Q_1 \cdot g}{D \cdot 2 \cdot h}$				$\sigma_{bear} < [\sigma_{bear}]$

4. Tính toán cơ cấu di chuyển cầu trục



Sơ đồ động cơ cầu di chuyển

4.1 Các thông số đầu vào

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Khối lượng cầu trục tính toán	G_{CT}	67652	kG	
Khối lượng của xe tời	G_{XT}	55589	kG	
Khối lượng tổng (cầu trục+xe tời)	G_{TCT}	123241	kG	
Khối lượng hàng nâng	G_H	100000	kG	
Vận tốc yêu cầu lớn nhất	v	0.133	m/s	8 m/ph
Đường kính bánh xe	D_w	710	mm	
Tổng số bánh xe	n	8		
Kiểu dẫn động				dẫn động riêng
Điều khiển động bộ điện bằng biến tần				

4.2 Xác định các thông số lực cản

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Đường kính ổ trục	d_s	130	mm	
Hệ số ma sát ổ trục	f	0.015		
Hệ số ma sát lăn của bánh xe	μ	0.8		
Hệ số ma sát bánh xe và ray	k_r	3.2		
Lực cản do ma sát	W_{ms}	4211.86	kG	
$W_{ms} = \frac{(G_{TCT} + 1,4 \cdot G_H) \cdot (f \cdot d_s + 2 \cdot \mu) \cdot k_r}{D_w}$				
Hệ số độ dốc	α	0.003		
Lực cản do dốc	W_d	789.72	kG	
$W_d = (G_{CT} + 1,4 \cdot G_H) \cdot \alpha$				
Diện tích chịu gió cản trục	F_{ct}	85	m ²	

Áp lực gió theo vùng địa hình khi tính cơ cấu di chuyển	p	40	kG/m ²	
Lực cản do gió	W_g	3400	kG	
$W_g = p \cdot F_{ct}$				
Lực cản tổng cộng	W	8401.6	kG	
$W = W_{ms} + W_d + W_g$				

4.3 Lựa chọn động cơ điện, phanh, hộp giảm tốc

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Số lượng động cơ dẫn động	z	4		
Hiệu suất truyền chuyển động	η	0.85		
H/s khởi động trung bình của động cơ	ψ	1.1		
Công suất động cơ cần thiết	P_{st}	11.753	kW	
$P_{st} = \frac{9,81 \cdot W \cdot v}{1000 \cdot \eta \cdot \psi}$				
Công suất cần thiết của 1 cụm dẫn động	N_{ct}	2.938	kW	
Chọn động cơ liên HGT, liên phanh điều khiển biến tần có các thông số:				
Công suất danh nghĩa lớn nhất của động cơ	N	4	kW	TRUE
Kiểu hộp giảm tốc: bánh răng côn, trụ				
Momen xoắn đầu ra của hộp giảm tốc	M_k	3386	Nm	
TST của hộp giảm tốc	i_h	85.98		
Tốc độ quay danh nghĩa của động cơ	n	970	v/ph	
Số vòng quay của trục ra của hộp giảm tốc	n_l	11.3	v/ph	
Số vòng quay của bánh xe đảm bảo tốc độ di chuyển	n_{bx}	3.588	v/ph	
$n_{bx} = \frac{60 \cdot v}{3,14 \cdot D_w \cdot 10^{-3}}$				
TST chung của cơ cấu di chuyển	i_c	270.31		
$i_c = n/n_{bx}$				
Tst cần thiết của cặp bánh răng ngoài hộp	i_{nh}	3.149		
$i_{nh} = n_l/n_{bx}$				

4.4 Tính, lựa chọn cặp bánh răng ngoài hộp

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Tỉ số truyền cần thiết của cặp bánh răng ngoài hộp	i_{nh}	3.149		
Khoảng cách trục các bánh răng	a_w	476	mm	
Mo đun	m	12		
Chọn số răng bánh răng nhỏ	z_1	19		
Chọn số răng bánh răng lớn	z_2	60		
Bề rộng răng	b_w	110	mm	
Tỉ số truyền thực tế	i_o	3.16		
$i_o = z_2/z_1$				
Vận tốc di chuyển thực tế max của cầu trục	V_f	7.98	m/ph	

$V_f = \frac{3,14.D_w.n}{1000.i_h.i_0}$				
Động cơ điều khiển biến tần tỉ lệ 1:2				
Vận tốc di chuyển thực tế của cầu trục là	V	3,99÷7,98	m/ph	
Tính toán kiểm tra bên bánh răng				
Vật liệu làm các bánh răng, 40XH				
Nhiệt luyện : tôi bề mặt đạt độ cứng bề mặt răng 48...52HRC				
Tính kiểm tra bánh răng theo ISO 6336:1996 trên inventor xem phụ lục				
Kiểm tra với các thông số chính như sau:				
Công suất đầu vào	P	4	kW	
Số vòng quay đầu vào	n	11.3	v/ph	
Momen xoắn đầu vào	Mk	3386	Nm	
Cấp chính xác của cặp bánh răng	cấp	8		
Thời gian phục vụ	h	10000	giờ	
Kết luận bánh răng đảm bảo bền				

4.5 Kiểm tra động cơ điện về momen mở máy

Momen cần cầu trục chân đế khi nâng tải qui đổi về trục động cơ	M_{cd}	15.7	kG.m	
$M_{cd} = \frac{W.D_w}{2.\eta.I_t}$				
Tổng lực cản di chuyển	W	8401.579	kG	
Đường kính bánh xe	D_w	0.71	m	
Hiệu suất truyền động	η	0.7		
Tỷ số truyền chung của bộ truyền	I_t	271.516		
$I_t = i_0.i_h$				
Momen khởi động của động cơ được xác định	$M_{kd\ max}$	20.87	kG.m	
$M_{kd\ max} = 1,33x M_{cd}$				
Momen định mức của động cơ	M_m	15.75	kGm	
$M_m = \frac{955.N.z}{n}$				
Tốc độ quay của động cơ	n	970	vg/ph	
Số động cơ dẫn động	z	4		
Công suất động cơ	N	4	kW	
Hệ số quá tải của động cơ	φ	1.32		
$\varphi = \frac{M_{kd\ max}}{M_m}$				
Hệ số quá tải cho phép của động cơ	$[\varphi]$	2.2		TRUE
Kết luận động cơ đảm bảo momen mở máy				$\varphi < [\varphi]$

4.6 Tính toán kiểm tra bầm cho bánh xe

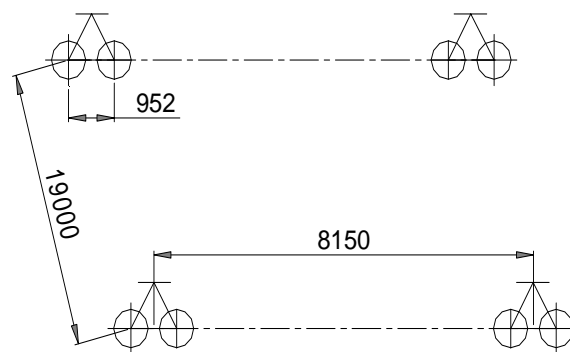
Tổng áp lực lên các bánh dẫn khi ko có vật nâng	G'_d	82160.67	kG	
$G'_d = \frac{G_{CT} + G_{XT}}{1.5}$				

W_{ms}^0

Lực cản di chuyển do ma sát khi không có vật nâng	W_{ms}^0	1971.86	kG	
$W_{ms}^0 = \frac{G_{TCT} (f.d_s + 2.\mu).k_r}{D_w}$				
Lực cản do dốc khi ko có vật nâng	W_d^0	369.723	kG	
$W_d^0 = G_{TCT} . \alpha$				
Lực cản di chuyển do gió	W_g^0	3400	kG	
$W_g^0 = p.F_c^0$				
Tổng lực cản di chuyển tĩnh	W_t^0	5741.58	kG	
$W_t^0 = W_{ms}^0 + W_d^0 + W_g^0$				
Hệ số bám của bánh xe vào ray	φ	0.12		
Hệ số an toàn bám	k_b	1.8		
$k_b = \frac{G'_d . \varphi}{W_t^0 - G'_d . f . \frac{d_s}{D_w}}$				
Hệ số an toàn bám cho phép	$[k_b]$	1.1		TRUE
Kết luận bánh xe đảm bảo điều kiện bên bám				

4.7 Tính chọn kiểm tra bánh xe và ray

a) Tính áp lực max lên bánh xe



Sơ đồ dẫn động cơ cầu di chuyển cầu trục

Xét 2 trường hợp tính toán tải trọng max lên bánh xe

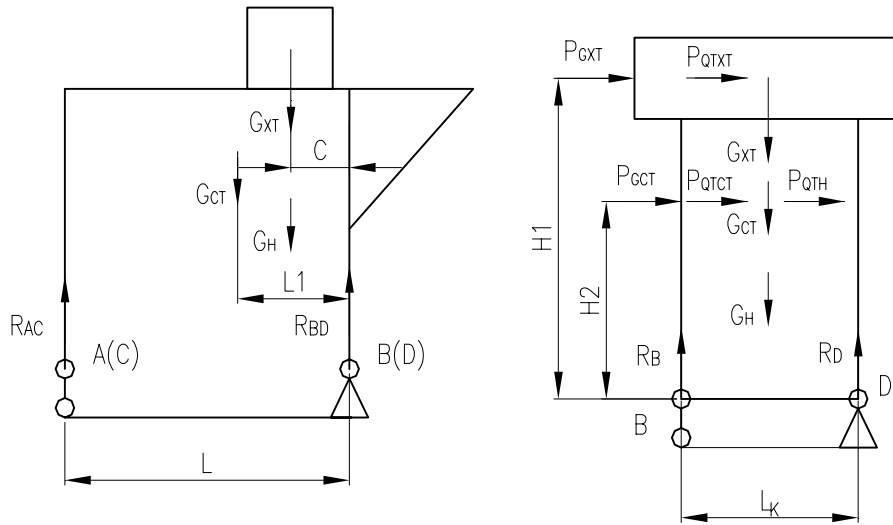
Trường hợp I

Cầu trục đứng yên, xe tời mang hàng max di chuyển với tốc độ cao phanh gấp, gió thổi theo chiều di chuyển của xe tời

Trường hợp II

Xe tời mang hàng max lệch về 1 bên phía cong xon, cầu trục di chuyển với tốc độ max phanh gấp gió thổi th chiều di chuyển của cầu trục.

Trường hợp nguy hiểm nhất tính toán tải trọng max lên bánh xe là trường hợp II



Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Khối lượng cầu trục	G_{CT}	67652	kG	
Khối lượng xe tời	G_{XT}	55589	kG	
Khối lượng hàng nâng	G_H	100000	kG	
Khối lượng xe tời và hàng nâng max khi tính toán	G_{XH}	180589	kG	
$G_{XH} = G_{XT} + 1,25G_H$				
Số bánh xe cầu trục	S	8		
Khẩu độ của cầu trục	L	19000	mm	
Khoảng cách tâm 2 cầu của cầu trục	L_K	8150	mm	
Trọng tâm cầu trục cách chân B(D) 1 khoảng	L1	7720	mm	
Trọng tâm xe tời và hàng nâng cách chân B(D) 1 khoảng	C	1500	mm	
Lực gió tác dụng lên cầu trục	P_{GCT}	2280	kG	Xem phần tính ổn định
Lực gió tác dụng lên xe tời	P_{GXT}	1120	kG	
Chiều cao điểm đặt quy đổi gió lên xe tời	H1	12,5	m	
Chiều cao điểm đặt quy đổi gió lên cầu trục	H2	8	m	
Lực quán tính của xe con khi phanh gấp cầu trục	P_{QTXT}	1160	kG	
Lực quán tính của khung cầu trục khi phanh gấp cầu trục	P_{QTCT}	1411	kG	
Lực quán tính của hàng nâng khi phanh gấp cầu trục	P_{QTH}	2086	kG	
Phản lực gối do: trọng lượng cầu trục tạo ra	$R_{BD(GCT)}$	40163.92	kG	
$R_{BD(GCT)} = \frac{G_{CT} * (L - L1)}{L}$				
: trọng lượng xe tời và hàng nâng tạo ra	$R_{BD(GXT)}$	166331.97	kG	
$R_{BD(GXH)} = \frac{G_{XH} * (L - C)}{L}$				
Tải trọng tác dụng lên 1 bánh xe do trọng lượng cầu trục	$R_{B(GCT)}$ $R_{D(GCT)}$	10040.98	kG	
$R_{B(GCT)} = R_{D(GCT)} = \frac{R_{BD(GCT)}}{2} * \frac{4}{S}$				

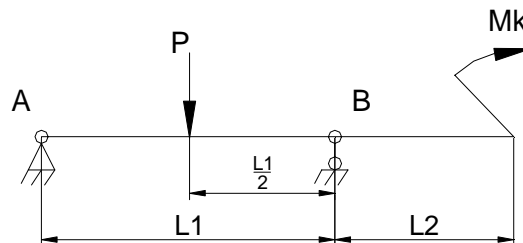
Tải trọng tác dụng lên 1 bánh xe do xe tời và hàng nâng	$R_{B(GXT)}$ $R_{D(GXT)}$	41582.99	kG	
$R_{B(GXH)} = R_{D(GXH)} = \frac{R_{BD(GXH)}}{2} \cdot \frac{4}{S}$				
Tải trọng gió tác dụng lên 1 bánh xe phía chịu lực bất lợi	$R_{D(gio)}$	988.96	kG	
$R_{D(gio)} = \frac{(P_{GCT} \cdot H_2 + P_{GXT} \cdot H_1) \cdot 1000}{L_K} \cdot \frac{2}{S}$				
Tải trọng khi phanh gấp tác dụng lên 1 bánh xe phía chịu lực bất lợi	$R_{D(ph)}$	1302.96	kG	
$R_{D(ph)} = \frac{[(P_{GCT} + P_{GHT}) \cdot H_2 + P_{GXT} \cdot H_1] \cdot 1000}{L_K} \cdot \frac{2}{S}$				
Tải trọng tổng cộng tác dụng lên 1 bánh xe	P_{max}	53915.9	kG	
$P_{max} = R_{D(GCT)} + R_{D(GXH)} + R_{D(gio)} + R_{D(ph)}$				

b) Tính kiểm tra bánh xe và ray

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Đường kính bánh xe	D_w	710	mm	
Chiều rộng hữu ích của ray	B_o	100	mm	
Áp lực max lên ray	P_{max}	53916	kG	
Hệ số tính đến chế độ làm việc của cơ cấu	k_{bx}	1.2		
Hệ số tính đến sự thay đổi tải trọng	γ	0.86		
Tải trọng tương đương lên bánh xe	P	55641.21	kG	
$P = \gamma \cdot k_{bx} \cdot P_{max}$				
Ứng suất tiếp xúc lên bánh xe	σ_{tx}	751.1	N/mm ²	TRUE
$\sigma_{tx} = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{P \cdot E}{B_o \cdot R}}$				
Chọn vật liệu bánh xe, thép 65Γ				
Ứng suất tiếp xúc cho phép	$[\sigma_{tx}]$	850	N/mm ²	
Kết luận bánh xe đảm bảo điều kiện tiếp xúc				$\sigma_{tx} < [\sigma_{tx}]$

4.8. Tính toán trục bánh xe

Với kết cấu bộ chạy đã chọn với nguyên lý trục và vòng trong ổ quay. từ đó ta đưa trục về giản đồ tính toán sau:



Sơ đồ tính toán trục bánh xe

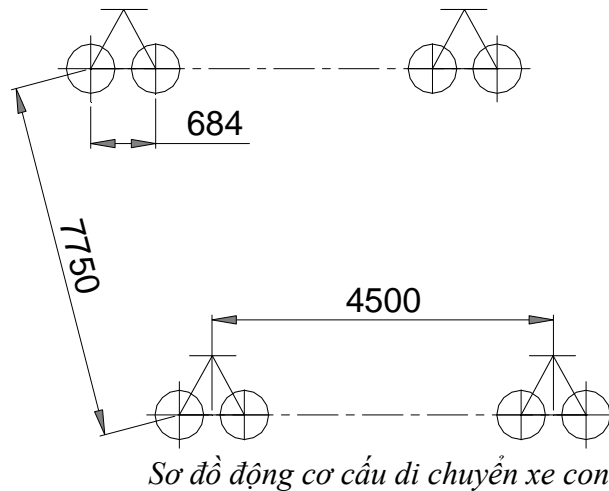
Khoảng cách giữa 2 vị trí đặt gối ổ	L1	370	mm	
Khoảng cách từ gối đến điểm đặt lực momen xoắn	L2	165	mm	
Đường kính trục tại vị trí đặt lực P	d	180	mm	
Đường kính trục tại vị trí đặt gối ổ	d1	130	mm	

Đường kính trục tại vị trí đặt momen M_k	d_2	125	mm	
Vật liệu làm trục 45XH tôi đạt HRC=48-82HRC có các thông số:				
Giới hạn bền	σ_b	1600	MPa	
Giới hạn chảy	σ_{ch}	1400	MPa	
Tải trọng tác dụng lên trục 1 bánh xe	P	53915.9	kG	
$P = P_{max}$				
Momen lớn nhất tại đầu vào bánh răng chủ động	M_N	3386	Nm	
Tỷ số truyền của cặp bánh răng ngoài bộ chạy	i	3.16		
Momen xoắn tính toán kiểm tra trục	M_k	10699.76	Nm	
$M_k = M_N \cdot i$				
Tính kiểm nghiệm trục bằng Inventor Kết luận trục đảm bảo bền				

4.9. Tính chọn ổ lăn cụm di chuyển cầu trục

Lực hướng tâm tác dụng lên ổ	$P/2$	26957.95	kG	
Tải trọng dọc trục tác dụng lên ổ do lực gió	A	185.9	kG	
$A = P_g / (2 \cdot S)$				
Lực gió theo phương vuông góc ray	P_g	2975	kG	
$P_g = p \cdot F_N$				
Số bánh xe	S	8		
Áp lực gió tính toán	p	25	kG/m ²	
Diện tích hứng gió của cầu trục theo phương vuông góc ray	F_N	119	m ²	
$F_N = F_{HN} + F_{XT} + F_{CT}$				
Diện tích hứng gió của hàng nâng	F_{HN}	40	m ²	
Diện tích hứng gió của xe tời	F_{XT}	36	m ²	
Diện tích hứng gió của cầu trục	F_{CT}	43	m ²	
Thời gian phục vụ của ổ	h	10000	giờ	
Số vòng quay của ổ = số vòng quay bánh xe	n	3.588	vg/ph	
Kiểm tra bằng chương trình tính của SKF				
Ký hiệu của ổ 22226 E				
Đường kính trong của ổ	d	130	mm	
Đường kính ngoài của ổ	D	230	mm	
Bề rộng ổ lăn	B	64	mm	
Thời gian phục vụ của ổ đã chọn >10000h, kết luận ổ đảm bảo bền				

5. Tính toán cơ cấu di chuyển xe con



5.1 Các thông số đầu vào

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Khối lượng xe con	G_{XT}	55589	kG	
Khối lượng hàng nâng	G_H	100000	kG	
Vận tốc di chuyển yêu cầu lớn nhất	v	0.067	m/s	4 m/ph
Đường kính bánh xe	D_w	500	mm	
Tổng số bánh xe	n	8		
Kiểu dẫn động				dẫn động riêng
Điều khiển động bộ điện bằng biến tần				

5.2 Xác định các thông số lực cản

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Đường kính ngõng trục	d_s	90	mm	
Hệ số ma sát ổ trục	f	0.015		
Hệ số ma sát lăn của bánh xe	μ	0.8		
Hệ số ma sát bánh xe và ray	k_r	2		
Lực cản do ma sát	W_{ms}	2307.950	kG	
$W_{ms} = \frac{(G_{TCT} + 1,4 \cdot G_H) \cdot (f \cdot d_s + 2 \cdot \mu) \cdot k_r}{D_w}$				
Hệ số độ dốc	α	0.003		
Lực cản do dốc	W_d	586.767	kG	
$W_d = (G_{XT} + 1,4 \cdot G_H) \cdot \alpha$				
Diện tích chịu gió của xe con	F_{ct}	45	m ²	
Diện tích chịu gió của hàng nâng	F_{HN}	50	m ²	
Áp lực gió theo vùng địa hình	p	25	kG/m ²	
Lực cản do gió	W_g	3325	kG	
$W_g = 1,4 \cdot p \cdot (F_{ct} + F_{HN})$				
Lực cản tổng cộng	W	6219.717	kG	
$W = W_{ms} + W_d + W_g$				

5.3 Lựa chọn động cơ điện

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Số lượng động cơ dẫn động	z	2		
Hiệu suất truyền chuyển động	η	0.88		
H/s khởi động trung bình của động cơ	ψ	1.1		
Công suất động cơ cần thiết	P_{st}	4.202	kW	
$P_{st} = \frac{9,81 \cdot W \cdot v}{1000 \cdot \eta \cdot \psi}$				
Công suất cần thiết của 1 cụm dẫn động	N_{ct}	2.101	kW	
Chọn động cơ liên HGT liên phanh, điều khiển biến tần				
Công suất danh nghĩa lớn nhất của động cơ	N	2.2	kW	Ok
Kiểu hộp giảm tốc: Bánh răng côn trụ				
TST của hộp giảm tốc	i_h	146.84		
Tốc độ quay danh nghĩa của động cơ	n	940	v/ph	
Momen đầu trục ra của hộp giảm tốc	M_k	3282	Nm	
Số vòng quay đầu trục ra	n_l	6.4	v/ph	
Số vòng quay của bánh xe đảm bảo tốc độ di chuyển	n_{bx}	2.548	v/ph	
$n_{bx} = \frac{60 \cdot v}{3,14 \cdot D_w \cdot 10^{-3}}$				
TST chung của cơ cấu di chuyển	i_c	368.92		
$i_c = n/n_{bx}$				
TST của cặp bánh răng ngoài hộp	i_{nh}	2.512		
$i_{nh} = i_c/i_h$				

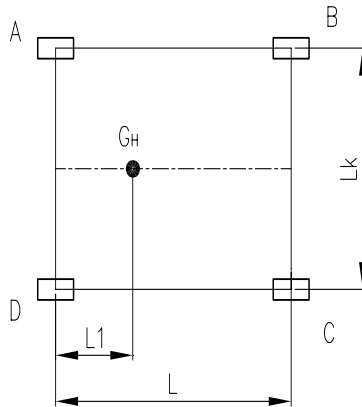
5.4 Tính, lựa chọn cặp bánh răng ngoài hộp

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Tỉ số truyền cần thiết của cặp bánh răng ngoài hộp	i_{nh}	2.512		
Khoảng cách trục các bánh răng	a_w	342	mm	
Mô đun	m	10		
Số răng bánh nhỏ	z_1	19		
Số răng bánh lớn	z_2	49		
Bề rộng răng	b_w	60	mm	
Tỉ số truyền thực tế	i_o	2.579		
$i_o = z_2/z_1$				
Vận tốc di chuyển thực tế max của xe tời	V_f	3.90	m/ph	
$V_f = \frac{3,14 \cdot D_w \cdot n}{1000 \cdot i_h \cdot i_o}$				
Động cơ điều khiển biến tần tỉ lệ 1:2			m/ph	
Vận tốc di chuyển thực tế min của xe tời	V_{fmin}	1.95	m/ph	
Tính toán kiểm tra bền bánh răng				
Vật liệu làm các bánh răng, 40XH				
Nhiệt luyện : tôi bề mặt đạt độ cứng bề mặt răng 48...52HRC				

Tinh kiểm tra bánh răng theo ISO 6336:1996 trên inventor xem phụ lục				
Kiểm tra với các thông số chính như sau:				
Công suất đầu vào	P	2.2	kW	
Số vòng quay đầu vào	n	6.4	v/ph	
Momen xoắn đầu vào	Mk	3282	Nm	
Cấp chính xác của cặp bánh răng	cấp	8		
Thời gian phục vụ	h	1600	giờ	
Kết luận bánh răng đảm bảo bền				

5.5 Tính toán kiểm tra bánh xe và ray

a) Tính áp lực max lên bánh xe



Sơ đồ xác định tải trọng tác dụng lên bánh xe

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Khối lượng xe tời	G_{XT}	55589	kG	
Khối lượng hàng nâng	G_H	100000	kG	
Số bánh xe dẫn động xe con	S	8		
Khâu độ xe con	L_k	7750	mm	
Khoảng cách tâm 2 cầu của xe con	L	4500	mm	
Khi tời chính mang tải, trọng tâm hàng nâng cách (bánh D)	L1	1585	mm	
Trọng lượng xe con xem như phân bố đều cho các bánh dẫn				
Phản lực (bánh D) do: trọng lượng xe con tạo ra	$R_{D(XT)}$	6948.625	kG	
$R_{D(XT)} = G_{XT}/S$				
: trọng lượng hàng nâng tạo ra	$R_{D(H)}$	20243.1	kG	
$R_{D(H)} = \frac{1,25 \cdot G_H \cdot (L-L1) \cdot 2}{L \cdot S}$				
Tổng tải max tác dụng lên bánh xe khi xe con mang tải max phanh gấp, gió thổi theo chiều di chuyển xe con				
Do trọng tâm xe tời nhỏ (thấp) nên tải trọng do gió và do phanh gấp tác dụng lên bánh xe rất nhỏ, nên bỏ qu:				
Tổng tải trọng tác dụng lên 1 bánh xe (bánh D) là	P_{max}	27191.7	kG	
$P_{max} = R_{D(XT)} + R_{D(H)}$				

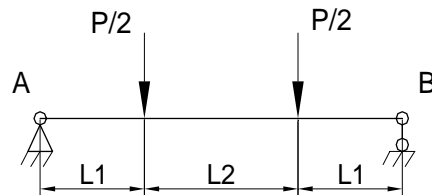
b) Tính kiểm tra bánh xe và ray

Các thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Đường kính bánh xe	D_w	500	mm	
Chiều rộng hữu ích của ray	B_o	70	mm	

Áp lực max lên ray,	P_{\max}	27191.7	kG	
Hệ số tính đến chế độ làm việc của cơ cấu	k_{bx}	1.2		
Hệ số tính đến sự thay đổi tải trọng	γ	0.86		
Tải trọng tương đương lên bánh xe	P	28061.8	kG	
$P = \gamma \cdot k_{bx} \cdot P_{\max}$				
Ứng suất tiếp xúc lên bánh xe	σ_{tx}	759.7	N/mm ²	TRUE
Chọn vật liệu bánh xe, thép 65Γ				
Ứng suất tiếp xúc cho phép	$[\sigma_{tx}]$	850	N/mm ²	
Kết luận bánh xe đảm bảo điều kiện tiếp xúc				$\sigma < [\sigma_{tx}]$

5.6. Tính toán trục bánh xe

Với kết cấu bánh xe ta chọn với nguyên lý trục và vòng trong ổ đứng yên, bánh xe và vòng ngoài ổ quay, từ đó ta đưa trục về giản đồ tính toán sau:



Sơ đồ tính toán trục bánh xe

Khoảng cách giữa 2 vị trí đặt gối ổ	L2	120	mm	
Khoảng cách từ gối đến điểm đặt lực P/2	L1	100	mm	
Đường kính trục	d	90	mm	
Vật liệu làm trục 40XH có các thông số:				
Giới hạn bền	σ_b	850	MPa	
Giới hạn chảy	σ_{ch}	650	MPa	
Ứng suất cho phép	$[\sigma]$	464	MPa	
Tải trọng tác dụng lên trục 1 bánh xe	P	27191.7	kG	
$P = P_{\max}$				
Lực tác dụng lên trục tại vị trí gối ổ	$P/2$	13595.84	kG	
Trục đơn thuần chỉ là trục tâm, chịu momen uốn, momen xoắn nhỏ bỏ qua				
Tính kiểm nghiệm trục bằng Inventor, Kết quả trục đảm bảo bền				

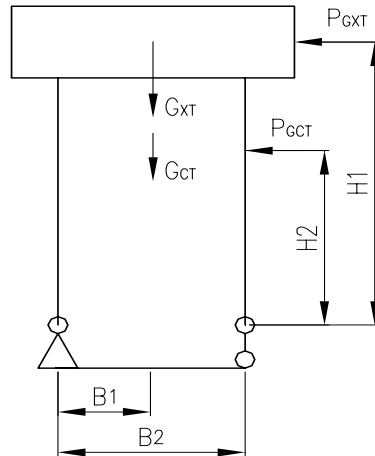
5.7. Tính chọn ổ lăn cụm di chuyển xe con

Lực hướng tâm tác dụng lên ổ	$P/2$	13595.84	kG	
Tải trọng dọc trục tác dụng lên ổ do lực gió nhỏ lên bỏ qua				
Thời gian phục vụ của ổ	h	10000	giờ	
Số vòng quay của ổ = số vòng quay bánh xe	n	2.548	vg/ph	
Kiểm tra bằng chương trình tính của SKF				
Ký hiệu của ổ 22218 E				
Đường kính trong của ổ	d	90	mm	
Đường kính ngoài của ổ	D	160	mm	
Bề rộng ổ lăn	B	40	mm	
Thời gian phục vụ của ổ đã chọn > 10000h, kết luận ổ đảm bảo bền				

6. Tính ổn định cho cầu trục chân dê

6.1 Kiểm tra ổn định của cầu trục ở trạng thái gió bão

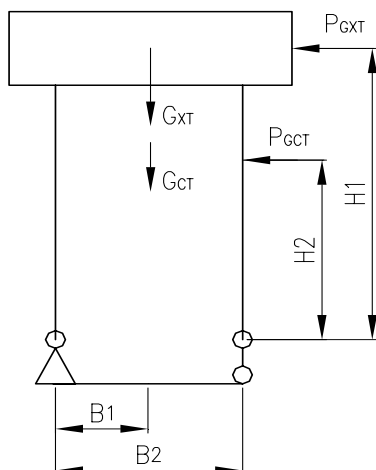
a) Tính ổn định theo phương dọc ray



Sơ đồ tính ổn định theo chiều dọc ray

Khi có gió bão, cầu trục không làm việc, áp lực gió	P_B	150	kG/m^2	
Diện tích chính diện khung cầu trục chân dê	F_{CT1}	57	m^2	
Chiều cao điểm đặt quy đổi	H_2	8	m	
Diện tích chính diện của xe tời	F_{XT1}	28	m^2	
Chiều cao điểm đặt quy đổi của F_{XT1}	H_1	12.5	m	
Momen lật do gió	M_L	120900	kG.m	
$M_L = P_B (F_{CT1} * H_2 + F_{XT1} * H_1)$				
Trọng lượng xe con	G_{XT}	55589	kG	
Trọng lượng cầu trục	G_{CT}	67652	kG	
Khoảng cách 2 cầu của cầu trục	B_2	8.150	m	
Khoảng cách từ trọng tâm xe tời và cầu trục đến điểm lật	B_1	4.075	m	
Momen chống lật của cầu trục do tự trọng	M_{CL}	502207	kG.m	
$M_{CL} = (G_{CT} + G_{XT}) * B_1$				
Hệ số ổn định cho phép của cầu trục chân dê	$K_{[od]}$	1.6		
Hệ số ổn định của cầu trục tính toán là	K_{od}	4.154		TRUE
$K_{OD} = M_{CL} / M_L$				$K_{od} > K_{[od]}$

b) Tính ổn định theo phương vuông góc ray



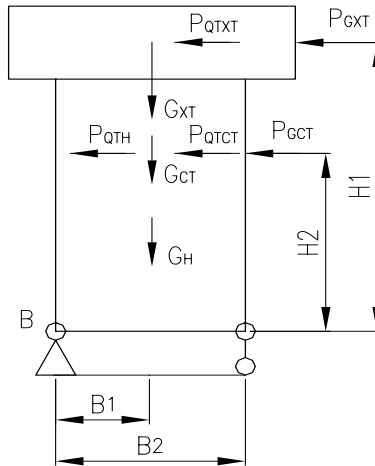
Sơ đồ tính ổn định theo phương vuông góc ray khi gió bão

Diện tích chính diện cầu trục chân dế	F_{CT1}	43	m^2	
Chiều cao điểm đặt quy đổi	H_2	8	m	
Diện tích chính diện của xe tời	F_{XT1}	36	m^2	
Chiều cao điểm đặt quy đổi của F_{XT1}	H_1	12.5	m	
Momen lật do gió	M_L	119100	kG.m	
$M_L = p_B \cdot (F_{CT1} \cdot H_2 + F_{XT1} \cdot H_1)$				
Trọng lượng xe con	G_{XT}	55589	kG	
Trọng lượng cầu trục	G_{CT}	67652	kG	
Khoảng cách từ trọng tâm xe tời và cầu trục đến điểm lật	B_1	2.9	m	
Momen chống lật do tự trọng của cầu trục+ xe tời	M_{CL}	357399	kG.m	
$M_{CL} = (G_{XT} + G_{CT}) \cdot B_1$				
Hệ số ổn định cho phép của cầu trục chân dế	$K_{[od]}$	1.6		
Hệ số ổn định của cầu trục tính toán là	K_{od}	3.001		TRUE
$K_{od} = M_{CL} / M_L$				$K_{od} > K_{[od]}$

6.2 Kiểm tra ổn định của cầu trục khi đang làm việc

a) Kiểm tra ổn định của cầu trục theo phương dọc ray

Trường hợp bất lợi nhất là xe con mang hàng max, cầu trục di chuyển dọc ray phanh gấp gió thổi dọc đường ray (gió ở trạng thái làm việc). Cảnh lật ở đây là điểm B



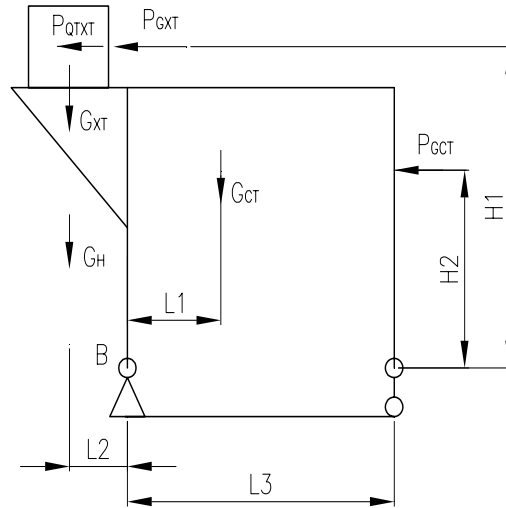
Sơ đồ tính ổn định theo phương dọc ray khi cầu trục làm việc

Gia tốc trọng trường	g	9.81	m/s ²
Trọng lượng xe tời	G _{XT}	55589	kG
Trọng lượng cầu trục	G _{CT}	67652	kG
Trọng lượng hàng nâng max khi tời chính mang tải	G _H	100000	kG
Chiều cao từ tâm lật đến điểm đặt lực quán tính của xe con tác dụng lên cầu trục	H ₁	12.5	m
Chiều cao từ tâm lật đến điểm đặt lực quán tính của khung cầu trục.	H ₂	8	m
Vận tốc di chuyển của cầu trục max	v	7.98	m/ph
Thời gian phanh cầu trục	t _{kd}	0.65	s
Gia tốc phanh cầu trục	j _{ph}	0.20	m/s ²
$j_{ph} = v / (60 \cdot t_{kd})$			
Lực quán tính của xe con khi phanh gấp cầu trục	P _{QTXT}	1160	kG
$P_{QTXT} = G_{XT} \cdot j_{ph} / g$			
Lực quán tính của khung cầu trục khi phanh gấp cầu trục	P _{QTCT}	1411	kG
$P_{QTCT} = G_{CT} \cdot j_{ph} / g$			
Lực quán tính của hàng nâng khi phanh gấp cầu trục	P _{QTH}	2086	kG
$P_{QTH} = G_H \cdot j_{ph} / g$			
Cánh tay đòn chống lật B1 = 0,5*B2	B1	4.075	m
Áp lực gió lên cầu trục ở chế độ làm việc	p	40	kG/m ²
Lực gió tác dụng lên cầu trục ở chế độ làm việc	P _{GCT}	2280	kG
$P_{GCT} = p \cdot F_{CTI}$			
Lực gió tác dụng lên xe con ở chế độ làm việc	P _{GXT}	1120	kG
$P_{GXT} = p \cdot F_{XTI}$			
Momen chống lật của cầu trục	M _{CL}	909707	kG.m
$M_{CL} = (G_{CT} + G_{XT} + G_H) \cdot B1$			

Momen lật của cầu trục	M_L	58027	kG.m	
$M_L = (P_{QTX} + P_{GXT}) * H_1 + (P_{QCT} + P_{GCT} + P_{QTH}) * H_2$				
Hệ số ổn định cho phép của cầu trục chân dê	$K_{[od]}$	1.6		
Hệ số ổn định của cầu trục tính toán là	K_{od}	15.677		TRUE
$K_{od} = M_{CL} / M_L$		$K_{od} > K_{[od]}$		

b) Kiểm tra ổn định của cầu trục theo phương vuông góc ray

Trường hợp nguy hiểm nhất khi xe tời (tời phụ) mang hàng max di chuyển với tốc độ max, phanh đột ngột gió thổi theo hướng chuyển động của xe tời, điểm lật ở đây là điểm B



Sơ đồ tính ổn định theo phương vuông góc ray

Diện tích chính diện cầu trục chân dê	F_{CT1}	43	m ²	
Chiều cao điểm đặt qui đổi	H_2	8	m	
Diện tích chính diện của xe tời	F_{XT1}	36	m ²	
Diện tích của hàng nâng tải nâng phụ	F_{HN}	30	m ²	
Chiều cao điểm đặt quy đổi của F_{XT1}	H_1	12.5	m	
Trọng lượng xe con	G_{XT}	55589	kG	
Trọng lượng cầu trục	G_{CT}	67652	kG	
Trọng lượng hàng nâng khi tời phụ mang hàng	G_H	20000	kG	
Khoảng cách từ trọng tâm cầu trục đến điểm lật	L_1	8.5	m	
Khoảng cách từ trọng tâm xe tời và hàng đến điểm lật	L_2	3.75	m	
Khẩu độ của cầu trục	L_3	19	m	
Vận tốc di chuyển của xe con max	v	3.9	m/ph	
Thời gian khởi động hoặc hãm xe tời	t_{kd}	0.7	s	
Lực quán tính của xe con và hàng nâng	P_{QTX}	715.31	kG	
$P_{QTX} = (G_{XT} + G_H) * v / (t_{kd} * 60 * g)$				
Áp lực gió lên cầu trục ở chế độ làm việc	p	40	kG/m ²	
Lực gió tác dụng lên cầu trục ở chế độ làm việc	P_{GCT}	1720	kG	
$P_{GCT} = p * F_{CT1}$				
Lực gió tác dụng lên xe con và hàng nâng ở chế độ làm việc	P_{GXT}	2640	kG	
$P_{GXT} = p * (F_{XT1} + F_{HN})$				
Momen chống lật của cầu trục	M_{CL}	575042	kG.m	

$M_{CL} = G_{CT} * L_1$				
Momen lật của cầu trục	M_L	339160.11	kG.m	
$M_L = (G_{XT} + G_H)L_2 + P_{GCT} * H_2 + (P_{QTXT} + P_{GXT})H_1$				
Hệ số ổn định cho phép của cầu trục chân dế	$K_{[od]}$	1.6		
Hệ số ổn định của cầu trục tính toán là	K_{od}	1.70		TRUE
$K_{od} = M_{CL} / M_L$				

7. Tính toán kết cấu thép_Hệ khung cầu trục

7.1 Chọn các thông số mặt cắt và vật liệu

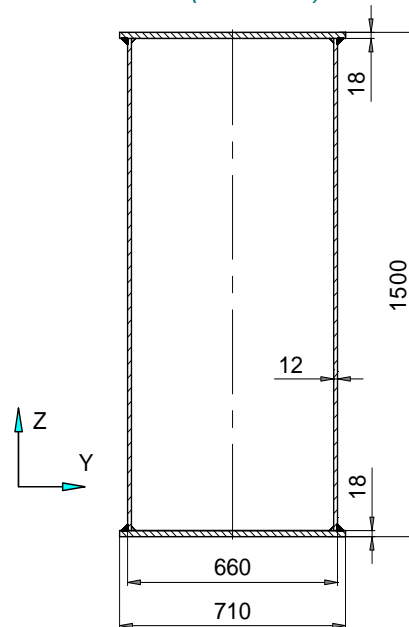
Vật liệu chế tạo kết cấu thép cầu trục là : Q345B theo GB/T 1591-94 hoặc tương đương

Vật liệu này có ưu điểm là độ bền cao, giới hạn chảy lớn, tính chống ăn mòn cao

Độ bền kéo nhỏ nhất $\sigma_b = 480\text{MPa}$

Giới hạn chảy $\sigma_{ch} = 345\text{MPa}$

Dầm chính có dạng hộp: 1500x710x18x12 (dầm hàn)



Momen quán tính mặt cắt theo phương Y:

20310700000 mm⁴

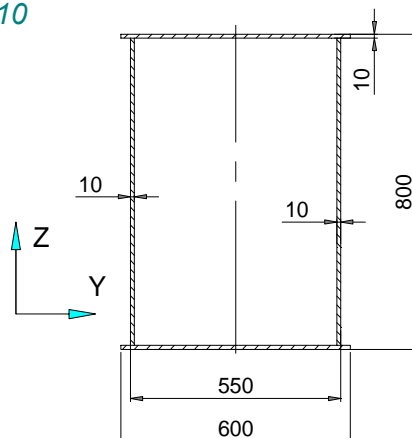
Momen quán tính mặt cắt theo phương Z:

4762590000 mm⁴

Diện tích mặt cắt:

60696 mm²

Giằng chân : 800x600x10x10



Momen quán tính mặt cắt theo phương Y:

2663320000 mm⁴

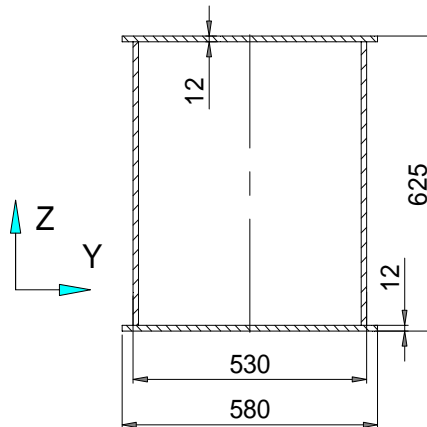
Momen quán tính mặt cắt theo phương Z:

149737000 mm⁴

Diện tích mặt cắt

27600 mm²

Giằng trên : 580x625x12x12



Momen quán tính mặt cắt theo phương Y:

1742006000 mm⁴

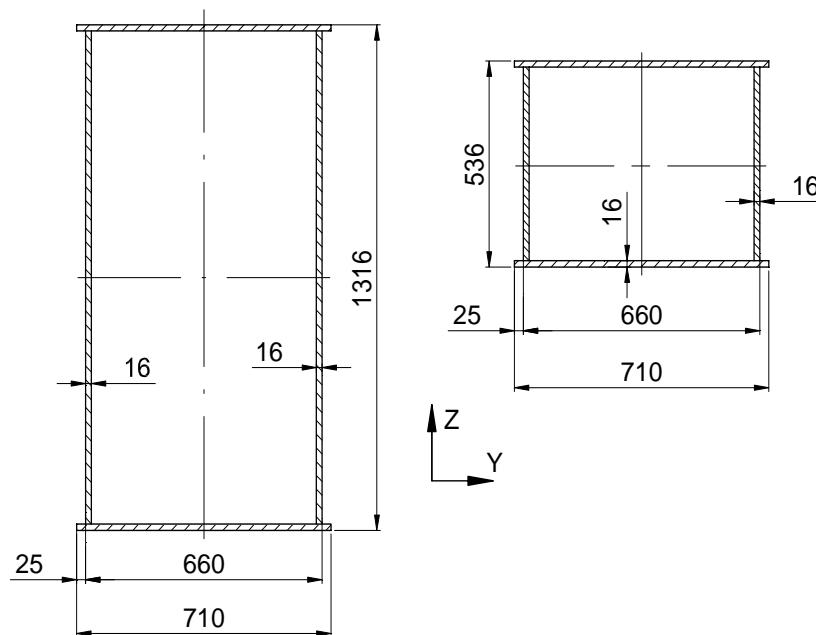
Momen quán tính mặt cắt theo phương Z:

1357973000 mm⁴

Diện tích mặt cắt

28344 mm²

Dầm cột : 1316x710/536x710x16x16



Đỉnh dầm

Momen quán tính mặt cắt theo phương Y:

15245010000 mm⁴

Momen quán tính mặt cắt theo phương Z:

5215500000 mm⁴

Diện tích mặt cắt

638008 mm²

Chân dầm

Momen quán tính mặt cắt theo phương Y:

2627020000 mm⁴

Momen quán tính mặt cắt theo phương Z:

1877805000 mm⁴

Diện tích mặt cắt

38848 mm²

7.2 Các chế độ tải trọng tác dụng lên khung thép cầu trục

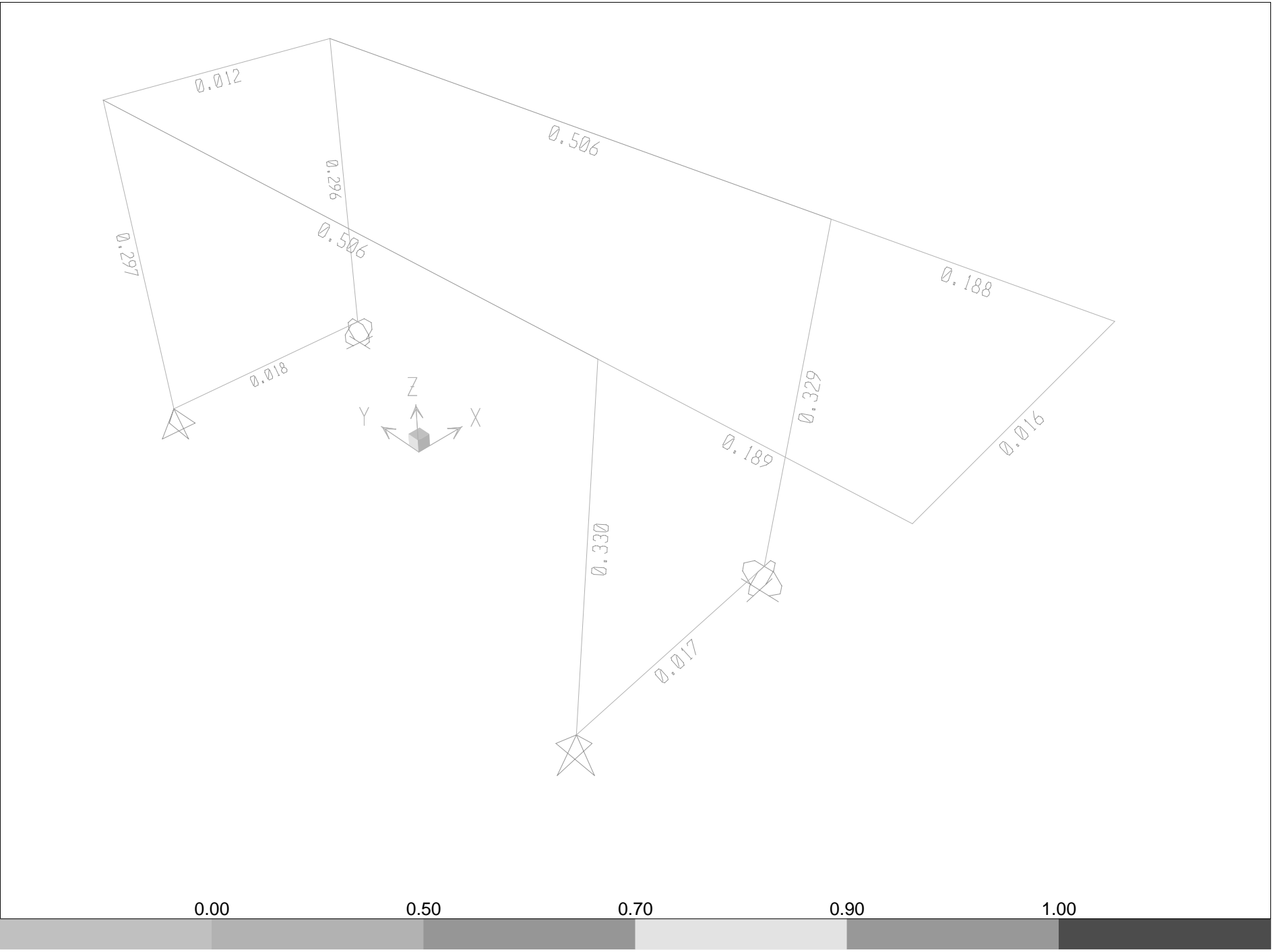
Tải trọng tác dụng lên cầu trục

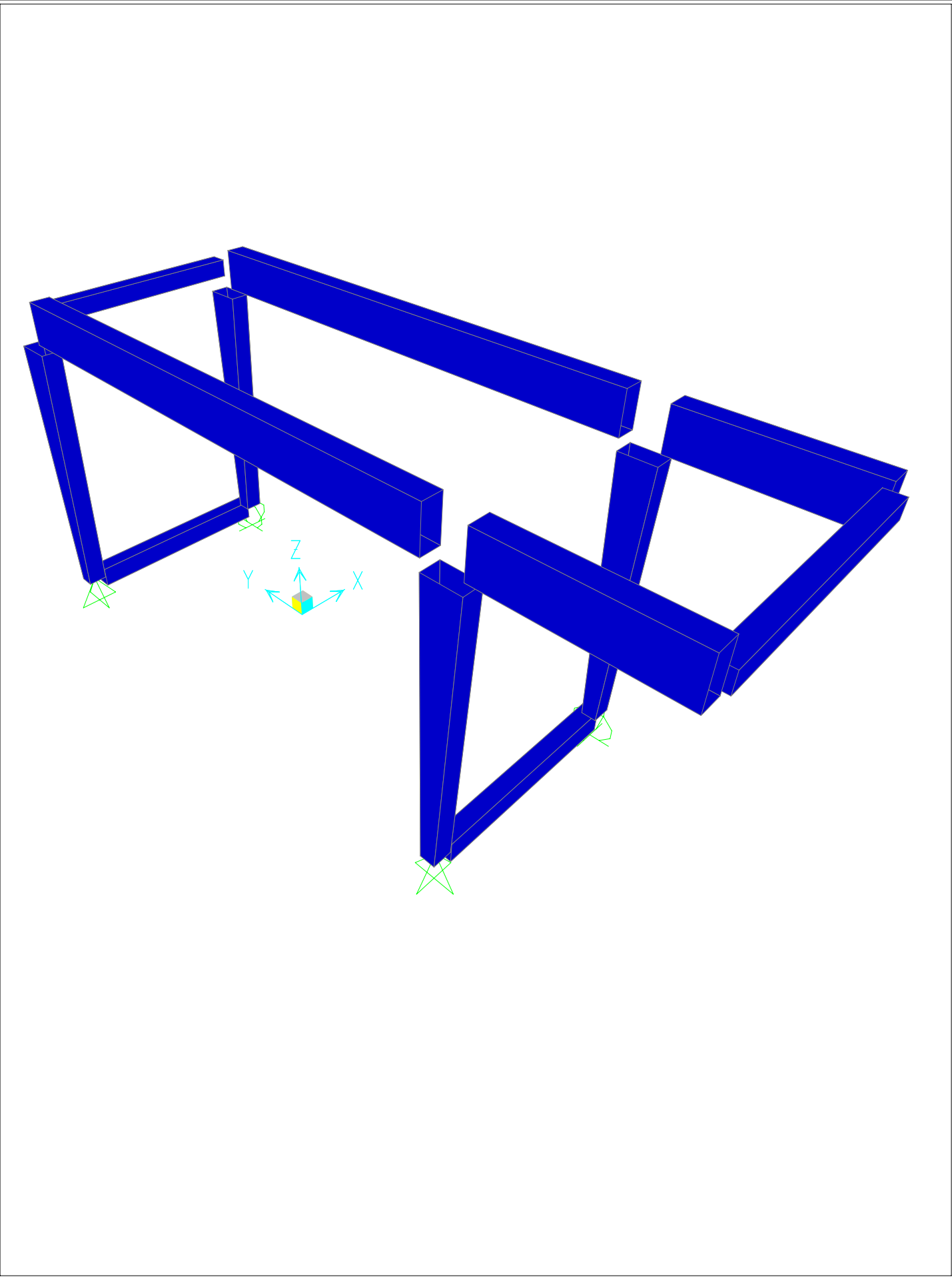
Ý nghĩa	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
Trọng lượng bản thân kết cấu cầu trục (tĩnh tải)	G _{CT}	67652	kG	

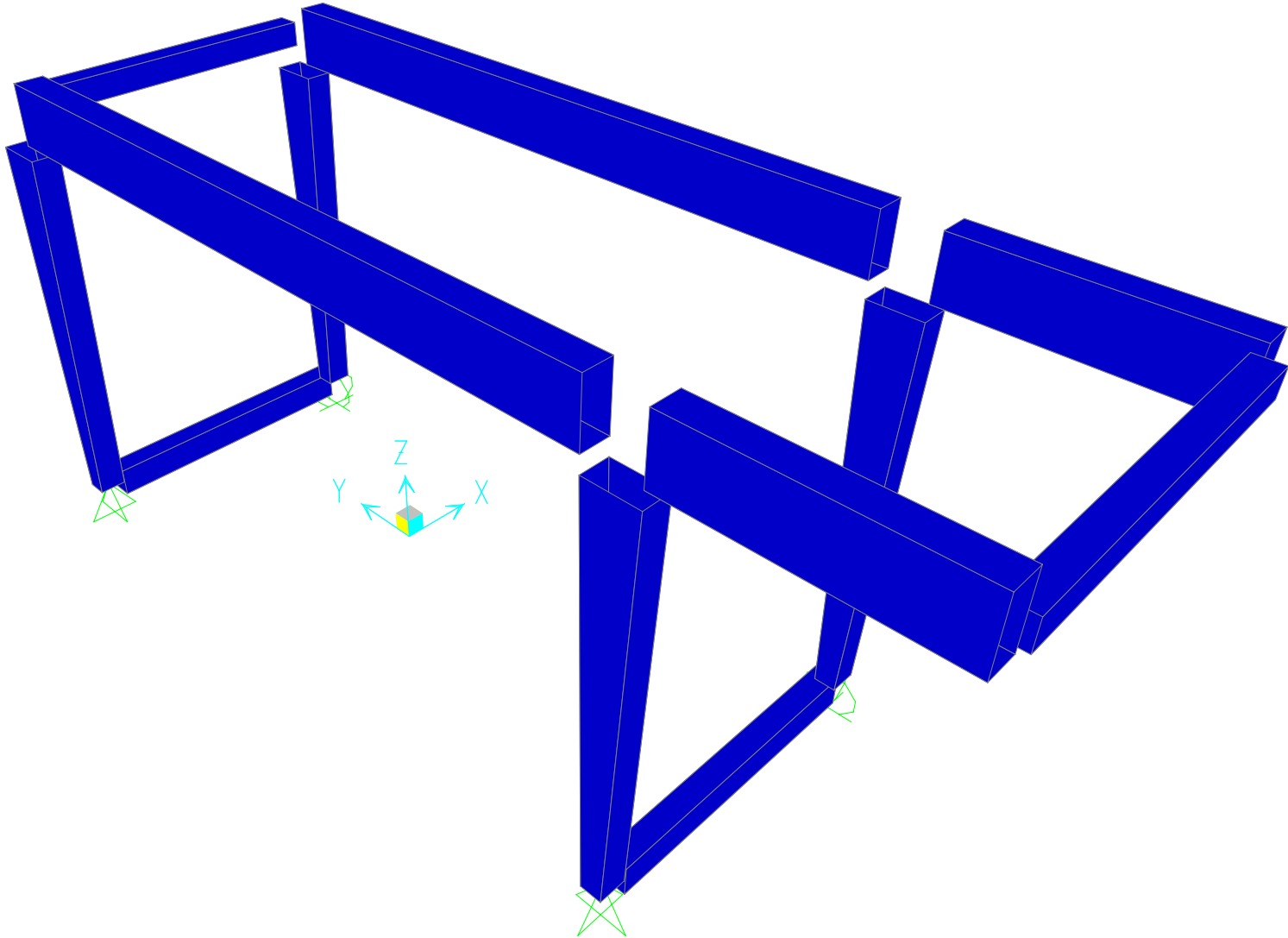
Tự trọng này phân bố đều lên kết cấu cầu trục				
Trọng lượng xe con	G_{XT}	55589	kG	
Trọng lượng hàng nâng	G_H	100000	kG	
Xe con tác dụng lên khung cầu trục tại mỗi vị trí bánh xe 1 lực	$G_{XT}/4$	13897.25	kG	
Hàng nâng tác dụng lên cầu trục tại vị trí 2 bánh xe chịu tải	$R_{D(H)1}$	16194.4	kG	xem
$R_{D(H)1} = R_{D(H)}/1,25$				phần 5.5
Hàng nâng tác dụng lên cầu trục tại vị trí 2 bánh xe chịu tải	$R_{D(H)2}$	33805.6	kG	
$R_{D(H)2} = G_H/2 - R_{D(H)1}$				
Áp lực gió khi kiểm bên kết cấu thép	p	150	kG/m	
Tải trọng gió phân bố lên các dầm cầu trục	Q_g	90	kG/m ²	
$Q_g = 0,6 * p$				
Tải trọng quán tính của cầu trục khi phanh gấp hay khi khởi động, lực này phân bố đều lên khung cầu trục	P_{QTCT}	6765.2	kG	
$P_{QTCT} = 0,1 * G_{CT}$				
Tải trọng quán tính của xe con và hàng nâng khi phanh hay khi	P_{QTXH}	15558.9	kG	
$P_{QTXH} = 0,1 * (G_{XT} + G_H)$				
Các trường hợp tải trọng tính toán lên kết cấu thép				
- Tính toán khi xe con mang hàng max ở vị trí giữa dầm chính của Hệ khung				
- Tính kiểm tra khi xe con mang hàng max, bánh xe mang tải trọng lớn ở vị trí giữa dầm chính				
- Tính kiểm tra khi xe con mang hàng max chạy lệch về chân cột (phía congxon của Hệ khung)				
- Tính kiểm tra khi xe con mang hàng max (tời nâng phụ) chạy lệch phía congxon				
Tổ hợp tải trọng tính toán cho mỗi trường hợp cụ thể xem phụ lục				

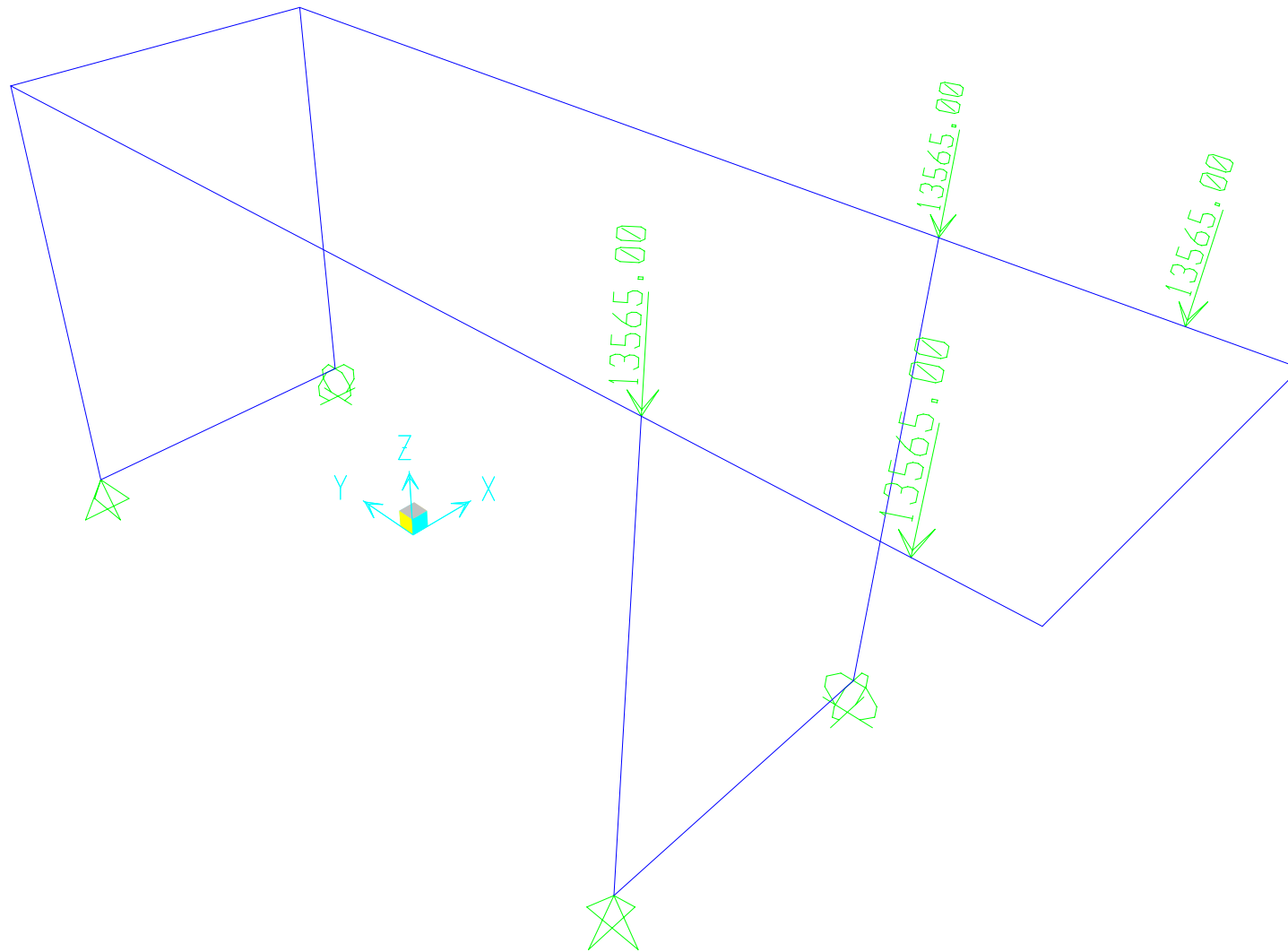
7.3 Kiểm tra các kết quả tính toán

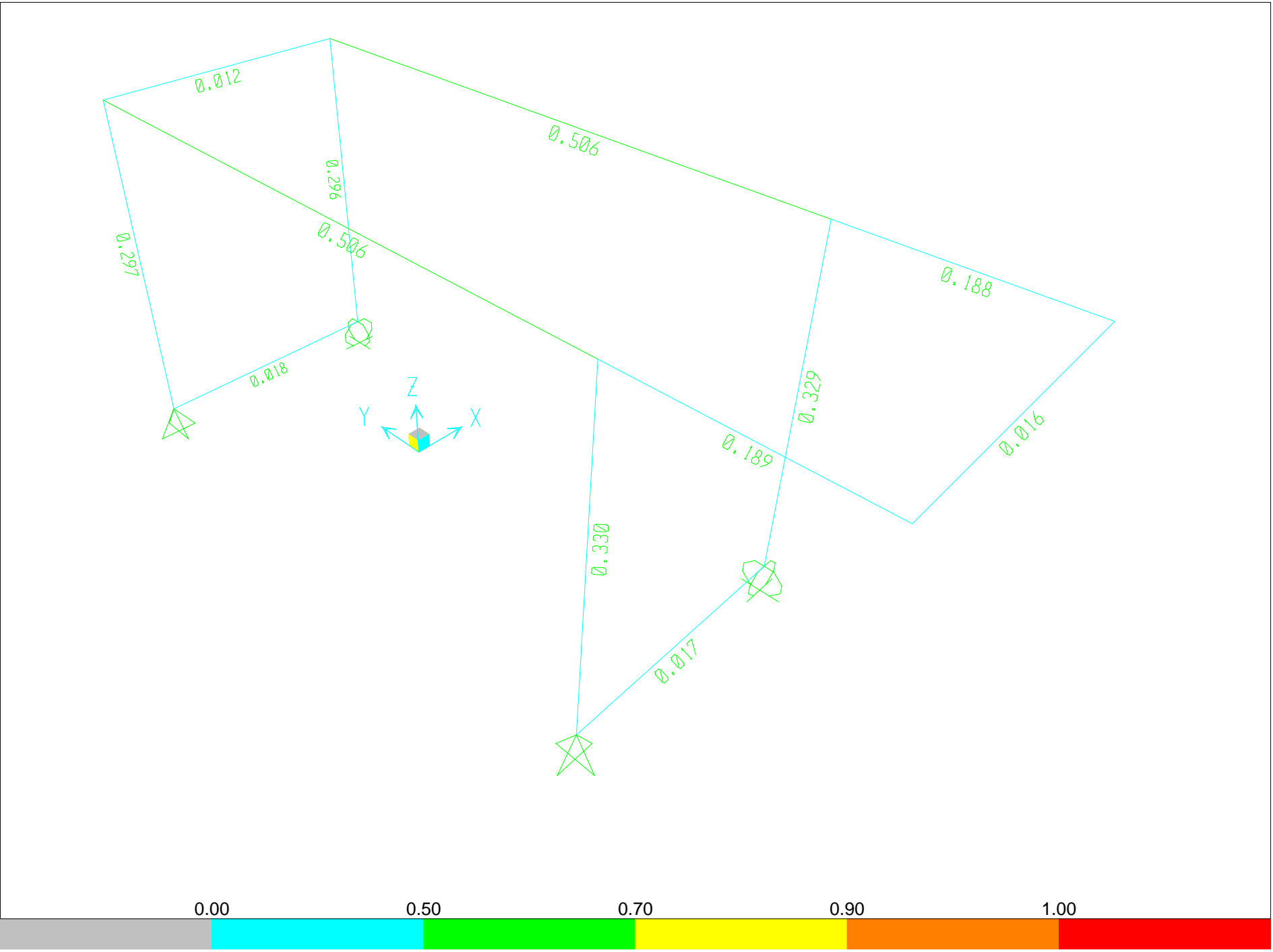
Kết cấu thép cầu trục chân dế được tính toán bằng chương trình SAP2000, theo các kết quả nhận được hệ số sử dụng an toàn ổn định đều nhỏ hơn 1, độ võng và biến dạng đảm bảo điều kiện làm việc.				
Ý nghĩa	Ký hiệu	Giá trị	Đ.vị	Ghi chú
<i>Kiểm tra độ võng dầm chính</i>				
Khẩu độ cầu trục	L	19000	mm	
Độ võng dầm chính max cho phép	$[f]$	25.3	mm	
$[f] = L/750$				
Độ võng tính toán tại giữa dầm chính	f	18	mm	Phụ lục
Kết luận : dầm chính đảm bảo độ võng cho phép $f < [f]$				
Kết cấu thép hệ khung thiết kế là hợp lý, đảm bảo điều kiện làm việc.				











MÔ PHỎNG CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN SỬ DỤNG MATLAB

Simulation of Radio Communication Systems using Matlab

Trần Xuân Nam

Bộ môn Thông tin, Khoa Vô tuyến điện tử

Đại học Kỹ thuật Lê Quý Đôn

100 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy , Hà Nội, Việt Nam

Phone: (069)-515392 E-mail: namtx@lqdtu.edu.vn

Mục lục

1	Giới thiệu Matlab	1
1.1	Matlab là gì?	1
1.2	Khởi động và Thoát khỏi MATLAB	2
1.3	Làm việc với MATLAB Desktop	3
1.4	Các lệnh MATLAB cơ bản	4
1.5	Các ký hiệu đặc biệt	5
	Tài liệu tham khảo	6
	Tài liệu tham khảo	6
2	Tính toán và Lập trình sử dụng Matlab	7
2.1	Các phép tính số học	7
2.2	Các toán tử so sánh	8
2.3	Các toán tử logic	10
2.4	Vector và Ma trận	11
	2.4.1 Tạo vector và ma trận	11
	2.4.2 Các phép toán đối với vector và ma trận	12
2.5	Lập trình với Matlab	19
	2.5.1 Điều khiển luồng (flow control)	19
	2.5.2 Tạo chương trình MATLAB bằng tệp .m	22
2.6	Sử dụng đồ họa trong MATLAB	24
	2.6.1 Vẽ đồ thị	24
	Tài liệu tham khảo	29
	Tài liệu tham khảo	29
3	Lý thuyết mô phỏng	31
3.1	Vai trò của mô phỏng	31
3.2	Mô phỏng vs. Phân tích	32
	3.2.1 Sơ đồ truyền dẫn số qua kênh AWGN	32
	3.2.2 Sơ đồ truyền dẫn số qua kênh AWGN sử dụng các bộ lọc và KDCS phi tuyến	33
	3.2.3 Hệ thống truyền dẫn qua kênh thông tin vệ tinh	35
3.3	Xây dựng mô hình mô phỏng	35
3.4	Các phương pháp mô phỏng	37

3.5	BER vs Xác suất lỗi bit	38
3.6	Vai trò của mô phỏng	39
3.7	Tính toán quỹ tuyến và mô phỏng	39
3.8	Các tham số đánh giá phẩm chất hệ thống	40
3.9	Kiểm định mô hình Mô phỏng	41
3.10	Năng lượng và Công suất tín hiệu	41
3.11	Mô phỏng Monte-Carlo trong Truyền dẫn Số	42
4	Kênh thông tin vô tuyến	45
4.1	Kênh tạp âm AWGN	45
4.1.1	Tạp âm AWGN	45
4.1.2	Mô phỏng tạp âm AWGN	47
4.1.3	Mô phỏng truyền dẫn qua kênh AWGN	48
4.2	Kênh pha-đỉnh	50
4.2.1	Mô hình toán học của pha-đỉnh	51
4.2.2	Ảnh hưởng của chuyển động của MS	52
4.2.3	Hậu quả của truyền sóng pha-đỉnh đa đường	53
4.3	Kênh pha-đỉnh Rayleigh	54
4.4	Mô phỏng pha-đỉnh Rayleigh	56
4.4.1	Đặc tính thống kê	56
	Tài liệu tham khảo	58
	Tài liệu tham khảo	58
5	Điều chế số	59
5.1	Điều chế pha sóng mang	59
6	KỸ THUẬT THU PHÁT PHÂN TẬP KHÔNG GIAN-THỜI GIAN	61
6.1	Các phương pháp phân tập	61
6.1.1	Phân tập thời gian	61
6.1.2	Phân tập tần số	62
6.1.3	Phân tập phân cực	62
6.1.4	Phân tập không gian	63
6.2	Kỹ thuật kết hợp phân tập không gian thu	63
6.2.1	Mô hình tín hiệu	63
6.2.2	Kết hợp chọn lọc (Selection Combining)	64
6.2.3	Kết hợp tỷ lệ tối đa (Maximal Ratio Combining)	67
6.2.4	Kết hợp đồng độ lợi (Equal Gain Combining)	70
6.2.5	Kết hợp phân tập thu và tách sóng MLD	71
6.3	Kỹ thuật kết hợp phân tập không gian phát	74
6.3.1	Phân tập phát tỉ lệ tối đa (MRT)	74
6.3.2	Phân tập phát giữ chậm	74
6.3.3	Phân tập phát không gian-thời gian	75
6.4	Kết luận	79

Tài liệu tham khảo	79
Tài liệu tham khảo	79
7 CÁC HỆ THỐNG MIMO	85
7.1 Mô hình kênh MIMO	85
7.2 Dung lượng kênh truyền MIMO	86
7.2.1 Dung lượng kênh truyền cố định	86
7.2.2 Dung lượng kênh truyền Rayleigh pha-định	90
7.3 Các phương pháp truyền dẫn trên kênh truyền MIMO	90
7.4 Ghép kênh theo không gian	92
7.5 Các bộ tách tín hiệu tuyến tính	93
7.5.1 Bộ tách tín hiệu ZF	94
7.5.2 Bộ tách tín hiệu MMSE	96
7.5.3 Các tham số phẩm chất bộ tách tín hiệu tuyến tính	98
7.6 Các bộ tách tín hiệu phi tuyến	99
7.6.1 Bộ tách tín hiệu QRD	99
7.6.2 Bộ tách tín hiệu V-BLAST	101
7.6.3 Bộ tách tín hiệu có trợ giúp của phương pháp rút gọn cơ sở dần	104
7.6.4 Bộ tách tín hiệu MLD	110
7.6.5 Bộ tách tín hiệu hình cầu (sphere detector)	111
7.7 Tóm tắt	114
Tài liệu tham khảo	122
Tài liệu tham khảo	122
8 MÃ KHÔNG GIAN-THỜI GIAN	125
8.1 Giới thiệu	125
8.2 Mã khối không gian-thời gian	125
8.2.1 Mã STBC cho tập tín hiệu thực	127
8.2.2 Mã STBC cho tập tín hiệu phức	130
8.3 Mã lưới không gian-thời gian	133
8.4 Mã không gian-thời gian cho các hệ thống đa người dùng	133
Tài liệu tham khảo	133
Tài liệu tham khảo	133

Danh sách hình vẽ

1.1	Môi trường làm việc của MATLAB	3
2.1	Đồ thị $\sin(x)$ và $\cos(x)$	26
2.2	Mô tả BER của hệ thống BPSK trên kênh pha-đỉnh Rayleigh.	27
3.1	Hệ thống dễ dàng thực hiện phân tích giải tích.	32
3.2	Hệ thống khó thực hiện phân tích giải tích.	34
3.3	Hệ thống khó thực hiện phân tích giải tích.	36
3.4	Lược đồ xây dựng mô hình mô phỏng.	36
3.5	Mối quan hệ giữa sai số, thời gian chạy mô phỏng so với độ phức tạp của mô hình.	37
4.1	Một ví dụ về tạp âm Gauss với giá trị trung bình 0 và phương sai $\sigma^2 = 1$	46
4.2	Hàm mật độ xác suất Gauss với $\sigma^2 = 1$	46
4.3	Mật độ phổ công suất và hàm tự tương quan của tạp âm trắng.	47
4.4	Sơ đồ mô phỏng truyền dẫn BPSK trên kênh AWGN.	48
4.5	Phẩm chất BPSK trên kênh AWGN.	50
4.6	Mô hình truyền sóng đa đường.	51
4.7	Đáp ứng xung của một bộ lọc FIR.	54
4.8	Hàm phân bố Rayleigh với $\sigma^2 = 1$	55
6.1	Phương pháp kết hợp chọn lọc.	64
6.2	Phân phối xác suất (CDF) của SNR cho phương pháp kết hợp phân tập lựa chọn.	66
6.3	Độ lợi phân tập của các phương pháp kết hợp phân tập.	66
6.4	Phương pháp kết hợp tỷ lệ tối đa.	67
6.5	Phân phối xác suất (CDF) của SNR cho phương pháp kết hợp tỷ lệ đổi đa.	69
6.6	Sơ đồ máy thu với 2 nhánh phân tập MRC và một bộ tách tín hiệu tối ưu.	81
6.7	Phẩm chất BER trung bình của máy thu MRC với M nhánh phân tập sử dụng điều chế BPSK.	81
6.8	Sơ đồ phân tập MRT có N nhánh phân tập với các đường phản hồi.	82
6.9	Sơ đồ phân tập phát giữ chậm với N nhánh phân tập.	82

6.10	Sơ đồ máy phát mã khối STBC Alamouti với 2 anten phát và 1 anten thu.	82
6.11	Sơ đồ Alamouti STBC với 2 anten phát và 2 anten thu.	83
6.12	Phẩm chất BER của các hệ thống Alamouti STBC so sánh với các hệ thống MRC.	83
7.1	Mô hình kênh MIMO vô tuyến.	85
7.2	Mô hình tương đương của kênh truyền SISO.	86
7.3	Mô hình tương đương của kênh truyền MISO.	87
7.4	Mô hình tương đương của kênh truyền SIMO.	88
7.5	Dung lượng kênh truyền MIMO pha-đỉnh Rayleigh.	91
7.6	Phương pháp phân kênh theo không gian.	92
7.7	Phân loại các bộ tách tín hiệu MIMO-SVD.	92
7.8	Sơ đồ bộ tách tín hiệu tuyến tính cho MIMO-SDM.	94
7.9	Mô tả nguyên lý hoạt động của bộ tách tín hiệu V-BLAST.	102
7.10	Phẩm chất của các bộ tách tín hiệu cho hệ thống 4×4 MIMO-SDM.	104
7.11	Biểu diễn một dàn 2 chiều.	105
7.12	Ví dụ biểu diễn thao tác của thuật toán LLL trên một lưới 2 chiều.	106
7.13	Miền (vùng)quyết định của các bộ tách tín hiệu [16].	108
7.14	Mô hình tương đương của bộ tách tín hiệu có trợ giúp rút gọn cơ sở lưới.	109
7.15	Thuật toán tách tín hiệu cầu [28].	115
8.1	Configuration of a STBC system.	126

Chương 1

Giới thiệu Matlab

1.1 Matlab là gì?

MATLAB [1][2] là từ viết tắt của *Matrix Laboratory* với ý nghĩa phần mềm ứng dụng cho tính toán ma trận. MATLAB được mô tả như là một gói phần mềm dùng cho tính toán kỹ thuật tích hợp các công cụ tính toán, trực quan hóa (visualization), và lập trình. Môi trường làm việc của MATLAB dễ sử dụng và gần gũi với biểu diễn toán học của các phép toán. Các ứng dụng điển hình của MATLAB bao gồm:

- Tính toán toán học
- Phát triển thuật toán
- Thu kết dữ liệu (data acquisition)
- Mô hình, mô phỏng và tạo mẫu
- Phân tích, khai thác và trực giác hóa dữ liệu,
- Đồ họa khoa học và kỹ thuật
- Phát triển ứng dụng bao gồm cả việc phát triển giao diện người sử dụng

MATLAB là một hệ thống tương tác trong đó phần tử dữ liệu cơ sở là một mảng không cần định kích thước. Điều này cho phép giải quyết được nhiều vấn đề tính toán, đặc biệt là các vấn đề gắn với các phép toán ma trận hay vector, mà chỉ tiêu tốn một phần thời gian cần thiết để viết các chương trình sử dụng các ngôn ngữ không tương tác vô hướng (scalar) như C hay FORTRAN.

Hệ thống MATLAB bao gồm năm phần chính:

- **Môi trường phát triển (Development Environment).** Đây là một tập hợp các công cụ và phương tiện hỗ trợ người dùng sử dụng các hàm và tệp MATLAB. Nhiều công cụ là các giao diện đồ họa người dùng (GUI: Graphical User Interface). Tập hợp công cụ này bao gồm Màn hình MATLAB (MATLAB Desktop) và Cửa sổ Lệnh (Command

Window), Lịch sử Lệnh (Command History), Chương trình Soạn thảo và Gỡ rối (Editor and Debugger), và một Trình duyệt (Browser) để xem trợ giúp, Không gian Làm việc (Workspace), các Tập, và Đường dẫn Tìm kiếm (Search Path).

- **Thư viện Hàm Toán học (Mathematical Function Library).** Đây là một tập hợp các thuật toán tính toán trải rộng từ các hàm cơ sở như cộng, trừ, sin, cos, các phép tính số học phức, tới các hàm phức tạp hơn như đảo ma trận, tính giá trị riêng (eigenvalue) của ma trận, các hàm Bessel, và các phép biến đổi nhanh.
- **Ngôn ngữ MATLAB (MATLAB Language).** Đây là ngôn ngữ ma trận/mảng bậc cao với các khai báo luồng điều khiển, các hàm số, các cấu trúc dữ liệu, vào/ra, các đặc điểm lập trình hướng đối tượng. Nó cho phép viết cả các chương trình gọn nhẹ hay các chương trình ứng dụng phức tạp.
- **Đồ họa (Graphics.)** MATLAB có nhiều phương tiện hiển thị vector và ma trận ở dạng đồ thị, cũng như sửa đổi và in các đồ thị này. Nó bao gồm các hàm bậc cao để trực giác hóa các dữ liệu hai và ba chiều, xử lý ảnh, hoạt hình, và biểu diễn đồ họa. Nó cũng bao gồm cả các hàm bậc thấp cho phép tùy biến hóa đồ họa cũng như xây dựng các giao diện đồ họa hoàn chỉnh cho các ứng dụng MATLAB của người sử dụng.
- **Giao diện Chương trình Ứng dụng MATLAB (MATLAB Application Program Interface [API]).** Đây là một thư viện cho phép viết các chương trình C và Fortran tương tác với MATLAB. Nó có cả các phương tiện để gọi các thường trình (routine) từ MATLAB, dùng MATLAB như là động cơ tính toán, và dùng để đọc và viết MAT-files.

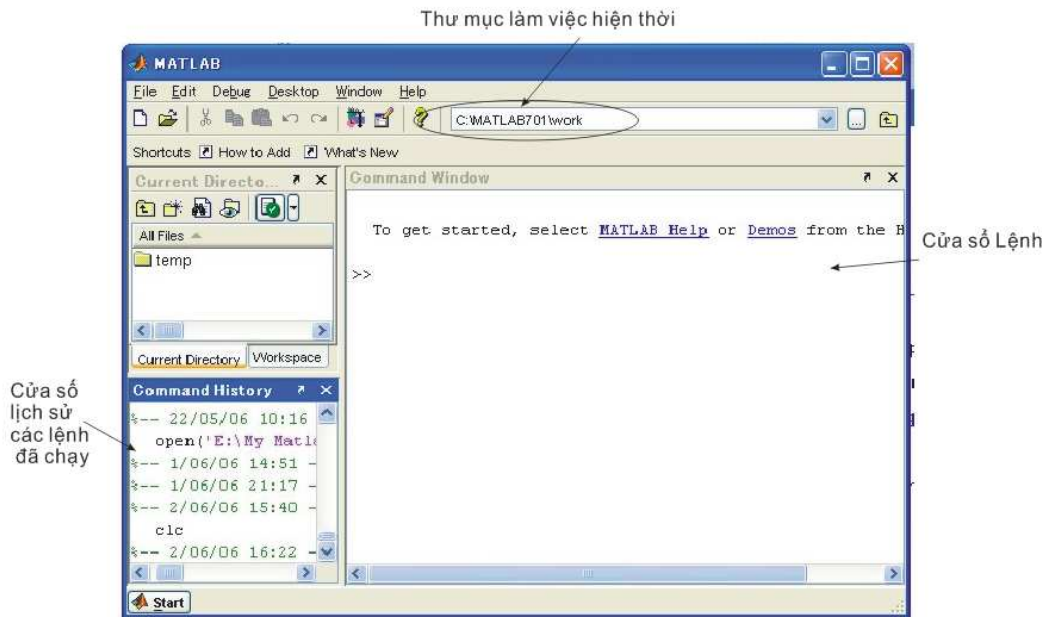
MATLAB cung cấp một họ các giải pháp theo từng ứng dụng, được gọi là hộp công cụ (toolbox). Hộp công cụ MATLAB bao gồm một tập hợp đầy đủ các hàm MATLAB ở dạng tệp "m" (m-file) dùng để mở rộng môi trường MATLAB cho việc giải quyết các loại vấn đề cụ thể. Các ví dụ về phạm vi ứng dụng của các hộp công cụ MATLAB là xử lý tín hiệu, hệ thống điều khiển, mạng nơ-ron, fuzzy logic, wavelet, mô phỏng, và nhiều ứng dụng khác.

1.2 Khởi động và Thoát khỏi MATLAB


Để khởi động MATLAB từ Windows, nhấp đúp (double-click) vào biểu tượng MATLAB



trên màn hình desktop của windows. Sau khi khởi động xong màn hình sẽ hiện ra cửa sổ Môi trường Làm việc của MATLAB gồm 3 phần chính là: Thư mục Hiện thời (Current Directory), cửa sổ Lịch sử Câu lệnh (Command History) và Cửa sổ Câu lệnh (Command Windows) như ở Hình 1.1.




Hình 1.1: Môi trường làm việc của MATLAB

Để kết thúc MATLAB có thể thực hiện bằng cách nhấp phím chuột trái vào ô đóng cửa sổ hình dấu sao () phía trên và bên tay trái cửa sổ MATLAB. Ngoài ra cũng có thể kết thúc MATLAB bằng cách nhập vào câu lệnh

» quit

ở cửa sổ Command Windows rồi bấm Enter.

1.3 Làm việc với MATLAB Desktop

MATLAB Desktop bao gồm một Thanh Công cụ (Tool Bar) với các menu File, Edit, Debug, Desktop, Windows và Help. Bên cạnh Thanh Công cụ là một menu kéo xuống (Pull-down Menu) cho phép xem và thay đổi thư mục làm việc hiện thời. Nội dung của thư mục làm việc hiện thời được hiển thị ở cửa sổ Current Menu. Phía dưới cửa sổ Current Menu là cửa sổ Command History hiển thị các câu lệnh MATLAB đã được nhập trước đó. Tiếp theo cửa sổ Command History xuống phía dưới có phím , cho phép truy nhập nhanh đến các thư viện của MATLAB, Simulink và các cài đặt Desktop Tools hay là các lựa chọn Preferences.

Cửa sổ to nhất trong MATLAB Desktop là cửa sổ câu lệnh Command Window dùng để nhập các câu lệnh MATLAB hay chạy các chương trình cho trước.

1.4 Các lệnh MATLAB cơ bản

Các câu lệnh của MATLAB gần giống với các câu lệnh Unix. Một số câu lệnh cơ bản của MATLAB được tóm tắt lại dưới đây:

- » **ls** Liệt kê nội dung của thư mục làm việc hiện thời. Cũng có thể dùng câu lệnh **dir** thay cho câu lệnh **ls**. Ví dụ:

```
» ls
. .. temp
```

liệt kê thư mục con **temp** bên trong thư mục làm việc hiện thời của MATLAB.

- » **pwd** Hiển thị đường dẫn của thư mục hiện tại. Ví dụ:

```
» pwd

ans =

C:\MATLAB701\work
```

chỉ ra đường dẫn của thư mục làm việc hiện tại là **C:\MATLAB701\work**

- » **who** chỉ ra các biến đang được lưu ở bộ nhớ. Ví dụ:

```
» a=1

a =

1
```

```
» b=2
```

```
b =

2
```

```
» who
```

```
Your variables are:
```

```
a    b
```

liệt kê hai biến **a** và **b** đang được lưu trữ ở bộ nhớ chương trình.

» `clear [tên biến]` xóa biến có tên được khai báo khỏi bộ nhớ. Ví dụ:

```
» clear a
» who
```

Your variables are:

b

Để xóa hết tất cả các biến đang được lưu tại bộ nhớ, sử dụng lệnh

```
»clear all
```

»`clc` lệnh xóa toàn bộ thông tin trên Command Windows và đưa con trỏ trở về vị trí ban đầu.

1.5 Các ký hiệu đặc biệt

() dấu ngoặc tròn được sử dụng để chỉ ra thứ tự ưu tiên trong các biểu thức số học hoặc bao quanh đối số của một hàm số. Dấu ngoặc đơn cũng được dùng để bao quanh chỉ số phần tử trong một vector hay ma trận. Ngoài ra, dấu ngoặc đơn này còn được sử dụng để bao quanh các chỉ số dưới (subscript) logic.

Ví dụ:

$A(2)$ chỉ ra phần tử thứ 2 của A.

$A([1 \ 2 \ 3])$ liệt kê các phần tử thứ nhất, hai và ba của A.

$A(A>0.5)$ liệt kê các phần tử của A lớn hơn 0.5.

[] dấu ngoặc vuông được sử dụng để tạo các vector và ma trận

Ví dụ:

```
» A=[2 6 3]
```

A =

2 6 3

tạo một vector hàng với ba phần tử

```
» A=[2 6 3; 1 2 3]
```

A =

2 6 3

1 2 3

định nghĩa một ma trận với sáu phần tử cho trước.

- { } dấu ngoặc móc được sử dụng để tạo ra các mảng tế bào (cell array). Bộ dấu ngoặc móc này tương tự như bộ ngoặc vuông ngoại trừ các cấp độ nesting được bảo toàn.
- ' biểu diễn phép toán chuyển vị liên hợp phức của một ma trận. Ví dụ, A' là ma trận chuyển vị liên hợp phức của A còn $A.'$ là ma trận chuyển vị của A .
- . dấu chấm biểu diễn phân cách giữa phần nguyên và phần thập phân của một số thập phân. Ví dụ: $\pi = 3.1416$.
- ; dấu chấm phẩy dùng để ngăn cách các hàng khi khai báo ma trận, hoặc ngăn không hiển thị kết quả một phép toán trên màn hình.
- % dấu phần trăm dùng để tạo chú thích. Tất cả các câu lệnh viết sau dấu phần trăm này đều bị bỏ qua.
- ... dấu 3 chấm dùng để nối hai phần của một câu lệnh trên 2 dòng với nhau. Một câu lệnh dài có thể viết trên 2 dòng cho tiện theo dõi. Khi đó, dấu 3 chấm được sử dụng để nối 2 dòng với nhau.

Tài liệu tham khảo

- [1] *Getting started with Matlab*. The Mathworks Inc., 2006.
- [2] A. Biran and M. Breiner, *Matlab for Engineers*. Addison Wesley, 1995.

Chương 2

Tính toán và Lập trình sử dụng Matlab

2.1 Các phép tính số học

Bốn phép tính số học cơ bản gồm cộng, trừ, nhân, chia được thể hiện tương ứng bằng các ký hiệu $+$, $-$, $*$, $/$. Ví dụ

```
» 2 + 1
```

```
ans=
```

```
3
```

```
» 3 - 1
```

```
ans=
```

```
2
```

```
» 2 * 3
```

```
ans=
```

```
6
```

```
» 6/3
```

```
ans=
```

```
2
```

Với các phép tính phức tạp hơn có dấu ngoặc thì dấu ngoặc đơn (gồm cả mở và đóng) được sử dụng để phân cách thứ tự ưu tiên. Ví dụ, phép tính

$$\frac{[(2 + 3) - (15 - 3)][7 + 5 - 4]}{2} \quad (2.1)$$

được biểu diễn trong Matlab như sau

```
» ((2+3)-(15-3))*(7+5-4)/2
```

trong đó dấu ngoặc đơn được sử dụng thay cho dấu ngoặc vuông đã được mặc định dùng cho vector và ma trận trong Matlab.

Trong Matlab phép tính lấy mũ được biểu diễn bởi ký hiệu bởi dấu mũ như:

```
» 5 2
```

```
ans =
```

```
25
```

2.2 Các toán tử so sánh

Trong Matlab các toán tử so sánh được biểu diễn như sau: nhỏ hơn (<), lớn hơn (>), nhỏ hơn hoặc bằng (<=), lớn hơn hoặc bằng (>=), bằng (trùng) nhau (==), khác nhau (~=). Khi hai mảng có cùng kích thước được so sánh với nhau thì toán tử so sánh sẽ thực hiện việc so sánh từng phần tử với nhau. Các toán tử <, >, <=, and >= chỉ so sánh phần thực của các toán hạng với nhau. Các toán tử == and ~= thực hiện so sánh cả phần thực và phần ảo của hai toán hạng. Kết quả của phép toán so sánh cho ta 1 nếu phép so sánh là TRUE và ngược lại 0 nếu FALSE. Một số ví dụ về toán tử so sánh được trình bày ở dưới đây

```
» 1==2
```

```
ans =
```

```
0
```

```
» 3 > 1
```

```
ans =
```

```
1
```

```
» 4 <= 10
```

```
ans =
```

```
1
```

```
» 3 ~= 7
```

```
ans =
```

```
1
```


Trong trường hợp so sánh 2 vector hay 2 ma trận với nhau thì toán tử so sánh thực hiện và cho ta kết quả so sánh của từng phần tử tương ứng ở 2 vector hay ma trận với nhau. Ví dụ

```
» A=[1 3 4; 2 8 7; 6 9 5]
```

```
A =
```

```
1 3 4
```

```
2 8 7
```

```
6 9 5
```

```
» B=[3 1 4; 7 8 2; 6 5 9]
```

```
B =
```

```
3 1 4
```

```
7 8 2
```

```
6 5 9
```

```
» A==B
```

```
ans =
```

```
0 0 1
```

```
0 1 0
```

```
1 0 0
```

```
» A~=B
```

```
ans =
```

```
1 1 0
```

```
1 0 1
```

```
0 1 1
```

```
» A >= B
```

```
ans =
```

```
0 1 1
```

```
0 1 1
```

```

      1  1  0
» A < B
ans =
      1  0  0
      1  0  0
      0  0  1

```

2.3 Các toán tử logic

Các ký hiệu $&$, $|$, và \sim được sử dụng để biểu diễn toán tử logic AND, OR, và NOT. Các toán tử này làm việc với từng phần tử của mảng, với 0 biểu diễn FALSE còn 1 hay bất kỳ phần tử khác 0 nào biểu diễn TRUE. Các toán tử logic trả lại một mảng logic với các phần tử 0 (FALSE) hoặc 1 (TRUE). Các ký hiệu trên cũng có thể thay thế bằng cách sử dụng các hàm Matlab ở dạng `and(A,B)`, `or(A,B)`, hay `not(A)`. Hàm HOẶC tuyến đối được biểu diễn như sau `xor(A,B)`. Trình tự ưu tiên của các toán tử logic là NOT, OR và AND.

Phép toán sử dụng toán tử AND ($&$) cho kết quả TRUE nếu cả hai toán hạng đều TRUE về mặt logic. Nói theo thuật ngữ số, thì phép toán AND cho ta kết quả TRUE nếu cả hai toán hạng đều khác 0.

Ví dụ:

```

» a=[3  5  0  4  0]
a =
      3  5  0  4  0
» b=[3  1  0  0  2]
b =
      3  1  0  0  2
» a & b
ans =
      1  1  0  0  0

```

Các số 1 chỉ ra các phần tử tương ứng khác không của cả **a** và **b**.

Phép toán OR ($|$) cho kết quả TRUE nếu một toán hạng hoặc cả hai toán hạng là TRUE về mặt logic. Nói theo thuật ngữ số thì phép toán OR chỉ cho kết

quả FALSE khi cả hai toán hạng đều bằng không.

Ví dụ:

```
» a | b
```

```
ans =
```

```
1 1 0 1 1
```

Phép toán NOT (\sim) thực hiện phép đảo toán hạng, cho kết quả FALSE nếu toán hạng là TRUE và cho kết quả TRUE nếu toán hạng là FALSE. Theo thuật ngữ số thì các toán hạng bằng không sẽ bằng một và tất cả các toán hạng khác không sẽ bằng không.

Ví dụ:

```
» ~a
```

```
ans =
```

```
0 0 1 0 1
```

2.4 Vector và Ma trận

2.4.1 Tạo vector và ma trận

Để tạo một vector cột

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

chúng ta chỉ việc nhập vào các phần tử và dấu chấm phẩy (;) để phân chia hàng như sau:

```
» A=[1; 2; 3]
```

và thu được

```
» A=
```

```
1
```

```
2
```

```
3
```

Để tạo một vector hàng

$$\mathbf{A} = [1 \ 2 \ 3] \quad (2.3)$$

chúng ta có thể sử dụng dấu cách hoặc dấu phẩy để phân chia cột như sau:

» A=[1, 2, 3]

hoặc

» A=[1 2 3]

đều cho chúng ta kết quả

» A=

1 2 3

Tương tự như vector để tạo một ma trận, chúng ta nhập trực tiếp các phần tử rồi sử dụng dấu chấm phẩy (;) và dấu cách (hoặc dấu phẩy) để phân chia các cột và hàng. Ví dụ, để tạo ma trận

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

chúng ta nhập vào các phần tử như sau

» A=[1 4 7; 2 5 8; 3 6 9]

và thu được

» A=

1 4 7

2 5 8

3 6 9

2.4.2 Các phép toán đối với vector và ma trận

Chuyển vị vector và ma trận: trong Matlab dấu sắc (') được sử dụng để biểu diễn phép toán chuyển vị. Ví dụ, để chuyển vị ma trận

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

chúng ta chỉ cần thực hiện

» A'

là thu được ma trận chuyển vị của A

```
» ans=
```

```
1  2  3
4  5  6
7  8  9
```

Trong trường hợp \mathbf{A} là một ma trận gồm các phần tử phức thì phép toán ' này còn thực hiện cả việc lấy liên hợp phức của các phần tử trong ma trận. Trong trường hợp chỉ muốn chuyển vị mà không cần lấy liên hợp phức thì nhập thêm dấu chấm vào trước dấu sắc (.'). Ví dụ, ma trận phức

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -0.43 + j1.06 & -1.14 + j0.29 & 0.32 - j0.69 \\ -1.66 + j0.05 & 1.19 - j1.33 & 0.17 + j0.85 \\ 0.12 - j0.09 & 1.18 + j0.71 & -0.18 + j1.25 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

nếu lấy chuyển vị liên hợp phức cho chúng ta

```
» A'
```

```
» ans=
```

```
-0.43 - 1.06i  -1.66 - 0.05i  0.12 + 0.09i
-1.14 - 0.29i  1.19 + 1.33i  1.18 - 0.71i
0.32 + 0.69i  0.17 - 0.85i  -0.18 - 1.25i
```

còn nếu chỉ lấy chuyển vị mà không lấy liên hợp phức sẽ có

```
» A.'
```

```
» ans=
```

```
-0.43 + 1.06i  -1.66 + 0.05i  0.12 - 0.09i
-1.14 + 0.29i  1.19 - 1.33i  1.18 + 0.71i
0.32 - 0.69i  0.17 + 0.85i  -0.18 + 1.25i
```

Cộng và trừ vector/ma trận: các phép toán cộng hay trừ vector/ma trận được thực hiện theo từng phần tử. Phép toán cộng và trừ đòi hỏi các ma trận/vector được cộng hay trừ phải có kích thước (có cùng số hàng và cột) như nhau. Ví dụ, thao tác cộng hai vector \mathbf{a} và \mathbf{b} được thực hiện như sau

```
» a=[1; 4; 6]
```

```
a =
```

```
1
4
```

```

        6
» b=[2; 9; 3]

```

```

b =

```

```

    2

```

```

    9

```

```

    3

```

```

» a + b

```

```

ans =

```

```

    3

```

```

   13

```

```

    9

```

Thao tác trừ hai ma trận **A** và **B** được biểu diễn như sau:

```

» A=[1 3 7; 4 1 6; 6 4 2]

```

```

A =

```

```

    1    3    7

```

```

    4    1    6

```

```

    6    4    2

```

```

» B=[5 1 9; 3 8 7; 5 2 3]

```

```

B =

```

```

    5    1    9

```

```

    3    8    7

```

```

    5    2    3

```

```

» A - B

```

```

ans =

```

```

   -4    2   -2

```

```

    1   -7   -1

```

```

    1    2   -1

```

Tích số vector: Hai vector \mathbf{a} và \mathbf{b} có cùng độ dài có thể nhân với nhau theo cả hai trình tự \mathbf{ab} và \mathbf{ba} . Kết quả là một số vô hướng (scalar) với trường hợp tích trong (inner product) hoặc là một ma trận với trường hợp tích ngoài (outer product). Ví dụ:

```
» a = [-1 2 4]
```

```
a =
```

```
-1  2  4
```

```
» b = [3; 8; 10]
```

```
b =
```

```
3
```

```
8
```

```
10
```

```
» a*b
```

```
ans =
```

```
53
```

```
» b*a
```

```
ans =
```

```
-3    6   12
```

```
-8   16   32
```

```
-10  20   40
```

Nhân ma trận: tích hai ma trận $\mathbf{C} = \mathbf{AB}$ được xác định khi chiều của cột \mathbf{A} bằng chiều của hàng \mathbf{B} , hoặc khi một trong số chúng là một số vô hướng. Nếu kích thước của \mathbf{A} là $m \times p$ và của \mathbf{B} là $p \times n$, thì ma trận tích \mathbf{C} của chúng có kích thước là $m \times n$. Ví dụ, nhân ma trận \mathbf{A} có kích thước 2×3 với ma trận \mathbf{B} có kích thước là 3×2 cho ta ma trận \mathbf{C} có kích thước 2×2

```
» A=[2 5 6; 1 4 3]
```

```
A =
```

```
2  5  6
```

```
1  4  3
```

```
» B=[4 9; 7 2; 6 1]
```

```
B =
```

```
4 9
```

```
7 2
```

```
6 1
```

```
» C=A*B
```

```
C =
```

```
79 34
```

```
50 20
```

Trong trường hợp nhân một số vô hướng với một ma trận thì kết quả là một ma trận mới với các phần tử là tích của từng phần tử với số vô hướng đó. Ví dụ

```
» A=[2 5 6; 1 4 3]
```

```
A =
```

```
2 5 6
```

```
1 4 3
```

```
» b=5
```

```
b =
```

```
5
```

```
» A*b
```

```
ans =
```

```
10 25 30
```

```
5 20 15
```

Đối với trường hợp hai ma trận có cùng kích thước, Matlab cho phép thực hiện nhân từng phần tử với nhau thông qua phép toán nhân từng phần tử (`.*`). Ví dụ:

```
» A=[2 4 6; 9 3 5; 1 4 2]
```



```
A =  
    2    4    6  
    9    3    5  
    1    4    2  
» B=[6    2    5;    7    3    8;    1    0    4]  
B =  
    6    2    5  
    7    3    8  
    1    0    4  
» C=A.*B  
C =  
   12    8   30  
   63    9   40  
    1    0    8
```

Đảo ma trận: phép toán đảo ma trận được thực hiện nhờ hàm số có sẵn (built-in function) `inv`. Ma trận đảo `inv(A)` của ma trận **A** chỉ tồn tại khi **A** là một ma trận vuông và không gần đơn điệu (nearly singular). Ví dụ:

```
» A=rand(4,4)  
A =  
    0.9077    0.6220    0.2050    0.2539  
    0.1772    0.1251    0.5769    0.9528  
    0.8046    0.2110    0.4998    0.6918  
    0.5592    0.1788    0.0873    0.3441  
» B=inv(A)  
B =  
   -0.4924   -1.2604    1.5160    0.8057  
    2.3661    1.4403   -2.5141   -0.6797
```

```

0.5983  -0.5830   3.4275  -5.7183
-0.5812   1.4479  -2.0271   3.4014

```

trong trường hợp ma trận cần đảo gần với đơn điệu thì Matlab sẽ thông báo lỗi như

```
A =
```

```

1  2  3
2  4  6
3  5  8

```

```
» inv(A)
```

```
Warning: Matrix is singular to working precision.
```

```
(Type "warning off MATLAB:singularMatrix" to suppress this warning.)
```

```
ans =
```

```

Inf  Inf  Inf
Inf  Inf  Inf
Inf  Inf  Inf

```

Định thức ma trận: để tính định thức ma trận, chúng ta có thể sử dụng hàm built-in `det(.)` trong Matlab `det(.)`. Ví dụ, tạo một ma trận ngẫu nhiên với 4 hàng, 4 cột với các phần tử là các số ngẫu nhiên phân bố chuẩn, rồi tính định thức của ma trận đó

```
» randn('seed',0)
```

```
» A=randn(4,4)
```

```
A =
```

```

1.1650  -0.6965   0.2641   1.2460
0.6268   1.6961   0.8717  -0.6390
0.0751   0.0591  -1.4462   0.5774
0.3516   1.7971  -0.7012  -0.3600

```

```
» det(A)
```

```
ans =
```

0.0914

2.5 Lập trình với Matlab

2.5.1 Điều khiển luồng (flow control)

Matlab cung cấp cho người lập trình các cấu trúc luồng sau: `if`, `switch` và `cases`, `for`, `while`, `continue`, `break`

- **Câu lệnh `if`, `esle`, và `elseif`**

Câu lệnh `if` đánh giá một biểu thức logic và thi hành một nhóm các câu lệnh khi biểu thức đó là `TRUE`. Các từ khóa tùy chọn khác như `elseif` hay `else` thi hành các nhóm câu lệnh khác. Một từ khóa `end`, khớp với `if`, được sử dụng ở phần cuối của nhóm nhóm câu lệnh cuối cùng.

Ví dụ sau đây hiển thị trên màn hình yêu cầu nhập câu trả lời và nhận câu trả lời ở dạng ký tự (string) từ bàn phím. Nếu câu trả lời là `Y` thì máy tính in ra màn hình thông báo “Bạn đã đồng ý.” còn nếu câu trả lời là `N` thì máy tính thông báo “Bạn không đồng ý.” Trong trường hợp chữ nhập vào khác `Y` hay `N` máy tính in ra màn hình thông báo “Bạn nhập sai câu trả lời.” và thực hiện ngắt chế độ nhập bàn phím.

```
r=input('Nhập "Y" neu dong y hoac "N" neu khong (Y/N):','s');
if r=='Y'
    disp('Ban da dong y.')
elseif r=='N'
    disp('Ban khong dong y.')
else
    disp('Ban nhap sai cau tra loi.')
    return
end
```

- **Câu lệnh `switch` và `case`**

Câu lệnh `switch` thi hành một nhóm các câu lệnh dựa vào giá trị của một biến hoặc một biểu thức. Các từ khóa `case` and `otherwise` được dùng cho các nhóm câu lệnh. Chỉ có trường hợp khớp với điều kiện đầu tiên là được thi hành. Kết thúc luồng `switch` là một từ khóa `end`. Ví dụ sau đây mô tả ví dụ nhập câu trả lời từ bàn phím ở mục trên sử dụng cấu trúc `switch`

```
s=input('Nhập "Y" neu dong y hoac "N" neu khong (Y/N):','s');
switch s
    case 'Y'
```

```

        disp('Ban da dong y.')
    case 'N'
        disp('Ban khong dong y.')
    otherwise
        disp('Ban nhap sai cau tra loi.')
end

```

• Câu lệnh for

Vòng lặp **for** lặp lại một nhóm câu lệnh một số thời gian cố định cho trước. Cấu trúc vòng lặp được kết thúc bởi từ khóa **end**. Ví dụ sau đây mô tả việc cách dùng vòng **for** để tìm các phần tử của một ma trận lớn hơn một giá trị cho trước¹ (bằng 5)

```

H=[1 8 3; 4 9 6; 7 2 5]
[nRow,nCol]=size(H);
disp('Cac phan tu sau >= 5:')
for i=1:nRow
    for k=1:nCol
        if H(i,k)>=5
            disp(['Phan tu o dong ' num2str(i) ' cot ' num2str(k)])
        end
    end
end
end

```

Kết quả của vòng **for** này là

H =

```

1      8      3
4      9      6
7      2      5

```

```

Cac phan tu sau >= 5:
Phan tu o dong 1 cot 2
Phan tu o dong 2 cot 2
Phan tu o dong 2 cot 3
Phan tu o dong 3 cot 1
Phan tu o dong 3 cot 3

```

Do hàm **disp** chỉ làm việc với các ký tự (string) nên hàm **num2str** được dùng ở phần đổi số của hàm **disp** để biến đổi các chỉ số **i** và **k** về dạng ký tự.

• Câu lệnh while

Vòng lặp **while** lặp lại một nhóm câu lệnh một số lần nhất định bằng điều khiển của một điều kiện logic. Cấu trúc vòng lặp **while** được kết thúc bởi một từ khóa **end**. Ví dụ sau đây mô tả cách tạo ra một chuỗi dữ liệu $\{1, -1\}$ trong đó chứa 10 bit 1.

¹Sau khi đã quen với Matlab có thể dùng hàm có sẵn **find** thay cho vòng **for** này.

```

clear all
rand('seed',0)
noOne=0;
k=1;
while noOne<=9
    n(k)=rand>0.5;
    s(k)=1-2*n(k);
    if s(k)==1
        noOne=noOne+1
    end
    k=k+1;
end
s

```

Kết quả thu được là một chuỗi 24 bit 1, -1 trong đó có chứa 10 bit 1

```

s =

Columns 1 through 15

    1    1   -1   -1   -1    1   -1   -1    1    1   -1   -1    1    1    1

Columns 16 through 24

    1   -1   -1   -1   -1   -1    1   -1    1

```

• Câu lệnh break

Câu lệnh **break** cho phép thoát sớm khỏi vòng lặp **for** hay vòng lặp **while**. Trong trường hợp có nhiều vòng lặp lồng vào nhau thì câu lệnh **break** chỉ cho phép thoát ra khỏi vòng lặp trong cùng. Ví dụ sau đây mô tả lại phương pháp tạo một chuỗi dữ liệu {1, -1} trong đó chứa 10 bit 1 sử dụng vòng lặp **for** kết hợp với câu lệnh **break**. Trong trường hợp có 100 bit đã được tạo ra nhưng chưa có đủ 10 bit 1 thì chương trình cũng dừng lại.

```

rand('seed',0)
noOne=0;
for k=1:100
    n(k)=rand>0.5;
    s(k)=1-2*n(k);
    if s(k)==1
        noOne=noOne+1;
    end
    if noOne==10
        break
    end
end
s

```

Kết quả chúng ta cũng thu được một chuỗi 24 bit giống như ở ví dụ về câu lệnh **while**

```

s =

Columns 1 through 15

    1     1    -1    -1    -1     1    -1    -1     1     1    -1    -1     1     1     1

Columns 16 through 24

    1    -1    -1    -1    -1    -1     1    -1     1

```

2.5.2 Tạo chương trình MATLAB bằng tệp .m

Trong phần trước chúng ta đã thấy MATLAB như là một môi trường tính toán tương tác. Ngoài chức năng của một môi trường tính toán tương tác, MATLAB còn cho phép xây dựng các chương trình lập trình như các ngôn ngữ lập trình thông dụng với một kho dữ liệu các hàm xây dựng sẵn (built-in functions). Các chương trình MATLAB được lưu giữ với phần tên tệp mở rộng .m và thường được gọi là các tệp m (m-file). Có hai loại tệp m:

- Chương trình (script): thực hiện một tập hợp các câu lệnh và làm việc với các dữ liệu nằm ở không gian công tác (workspace). Các chương trình (script) không nhận đối số đầu vào và cũng không trả các đối số đầu ra.
- Hàm (function): thực hiện một tập hợp các câu lệnh chứa trong nó. Tuy nhiên, các function nhận các đối số đầu vào và cho các đối số đầu ra. Các biến khai báo bên trong function chỉ tồn tại trong function.

Để xem hướng dẫn sử dụng các function từ Command Window nhập vào `help functionName`. Ví dụ, để xem cách sử dụng hàm `or` chúng ta nhập vào

```
»help or
```

và nhận được hướng dẫn sau

```
| Logical OR. A | B is a matrix whose elements are 1's where either A or B
has a non-zero element, and 0's where both have zero elements. A and B must
have the same dimensions unless one is a scalar.
```

```
C = OR(A,B) is called for the syntax 'A | B' when A or B is an object.
See also XOR.
```

Để soạn thảo các script hay các function của MATLAB chúng ta có thể sử dụng bất kỳ một chương trình soạn thảo văn bản nào rồi lưu lại với tên mở rộng .m. Chúng ta cũng có thể sử dụng ngay chương trình soạn thảo của MATLAB (MATLAB Editor). Để xem hay soạn thảo lại một m-file có sẵn chỉ cần sử dụng câu lệnh

```
» edit fileName
```

Để tạo một tệp mới chỉ cần sử dụng câu lệnh

```
» edit
```

không cần tên tệp.

• Tạo các hàm MATLAB

Để tạo một function trong MATLAB chúng ta cần tạo một script với dòng đầu tiên có cấu trúc

```
function [Output1,..., OutputM]=functionName(Input1, ...,InputN)
```

Trong đó {Input1,..., InputN} là N đối số vào và {Output1,..., OutputM} là M đối số ra. Tên của hàm `functionName` nhất thiết phải giống với tên tệp m và không trùng với tên các tệp có sẵn.

Ví dụ sau đây hướng dẫn cách viết một function để tính biệt thức $\Delta = a^2 - 4ac$ của phương trình bậc hai $ax^2 + bx + c = 0$

```
function delta=discriminant(a,b,c)
```

```
% Function to calculate the discriminant of a quaratic equation
% ax^2 + bx + c = 0
```

```
delta=b^2 - 4*a*c;
```

Giả sử phương trình bậc hai cần tìm nghiệm số là $x^2 + 4x + 3 = 0$. Các hệ số phương trình là $a = 1$, $b = 4$ và $c = 3$. Sử dụng hàm `discriminant.m` vừa tạo chúng ta có thể tính được ngay biệt thức của phương trình này

```
»delta=discriminant(a,b,c)
```

```
delta =
```

```
4
```

• Tạo các chương trình MATLAB

Một chương trình MATLAB chứa một tập hợp các câu lệnh. Khi chạy một chương trình MATLAB thì MATLAB tiến hành tất cả các câu lệnh chứa trong nó. Các chương trình MATLAB có thể làm việc với các dữ liệu đang tồn tại ở trong `workspace`, hoặc cũng có thể tạo ra các dữ liệu mới để làm việc. Tuy các chương trình MATLAB không trả lại các đối số ra (output argument) nhưng các biến do chương trình tạo ra được lưu lại ở `workspace` và được sử dụng ở các câu lệnh tiếp theo.

Ví dụ chương trình `quadEqn.m` sau đây mô tả một chương trình MATLAB để tính nghiệm của phương trình bậc hai $ax^2 + bx + c = 0$

Ví dụ: Chương trình `quadEqn.m`

```
% Chuong trinh tinh nghiem so cua mot phuong trinh bac hai
```

```
% Nhap cac hang so a, b, c
disp('Chương trình tính nghiệm của phương trình bậc 2')
a=input('Nhập vào hàng số a=');
b=input('Nhập vào hàng số b=');
c=input('Nhập vào hàng số c=');

% Tính biệt thức delta
delta=discriminant(a, b, c)

% Xét biệt thức và tính nghiệm số
if delta > 0
    x1=(-b + sqrt(delta))/(2*a);
    x2=(-b - sqrt(delta))/(2*a);
    disp(['Hai nghiệm của pt là x1=' num2str(x1) ' và x2=' num2str(x2)])
elseif delta==0
    x1=-b/(2*a);
    disp(['Phương trình có một nghiệm duy nhất x=' num2str(x1)])
elseif delta < 0
    disp('Phương trình vô nghiệm! ')
end
```

Sử dụng chương trình `quadEqn.m` này tính nghiệm số của phương trình $x^2 + 4x + 3 = 0$ cho ta kết quả như sau:

```
» quadEqn
Chương trình tính nghiệm của phương trình bậc 2
Nhập vào hàng số a=1
Nhập vào hàng số b=4
Nhập vào hàng số c=3
Hai nghiệm của phương trình là x1=-1 và x2=-3
```

và của phương trình $4x^2 + 3x + 2$ là

```
» quadEqn
Chương trình tính nghiệm của phương trình bậc 2
Nhập vào hàng số a=4
Nhập vào hàng số b=3
Nhập vào hàng số c=2
Phương trình vô nghiệm!
```

2.6 Sử dụng đồ họa trong MATLAB

2.6.1 Vẽ đồ thị

Phương pháp phổ biến nhất để vẽ đồ thị là sử dụng hàm `plot` có sẵn trong MATLAB. Câu lệnh `plot(x,y)` vẽ đồ thị của y theo x , trong đó y và x là các vector có cùng độ dài. Trong trường hợp Y và X là các ma trận thì câu lệnh `plot(X,Y)` vẽ ra các đồ thị với các cột (hay hàng) của Y tương ứng với các cột (hay hàng) của X .

Trường hợp muốn vẽ nhiều đồ thị trên một hình vẽ chúng ta có thể khai

báo theo dạng `plot(x1,y1,x2,y2,...,xN,yN)` với $\{x_n, y_n\}$ là cặp giá trị của từng đồ thị. Để đánh dấu từng đồ thị chúng ta có thể gán cho chúng các dấu (marker), các màu, kiểu đường đồ thị riêng, hay cũng có thể kết hợp với nhau. Các định dạng đường đồ thị định nghĩa trong MATLAB được liệt kê ở bảng sau

Bảng 2.1: Các tham số định dạng đường đồ thị trong MATLAB

Ký hiệu màu	Màu	Ký hiệu dấu	Dấu	Ký hiệu đường	Kiểu đường
b	blue	.	point	-	solid
g	green	o	circle	:	dotted
r	red	x	x-mark	-.	dashdot
c	cyan	+	plus	-	dashed
m	magenta	*	star		
y	yellow	s	square		
k	black	d	diamond		
		v	triangle (down)		
		^	triangle (up)		
		<	triangle (left)		
		>	triangle (right)		
		p	pentagram		
		h	hexagram		

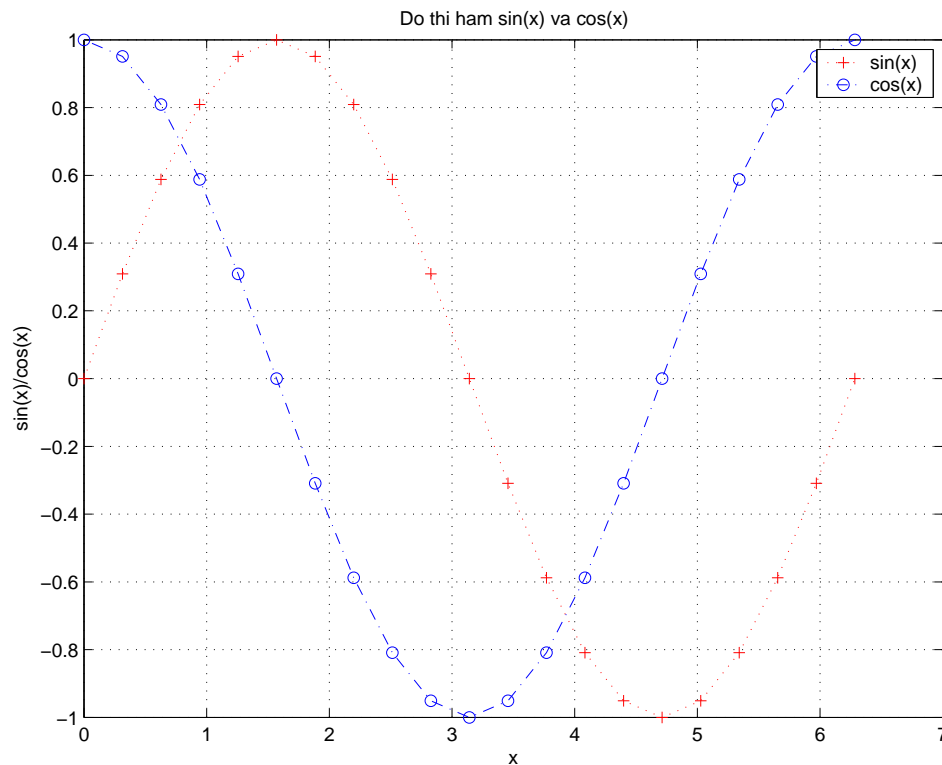
Ví dụ sau đây mô tả phương pháp sử dụng hàm `plot` để vẽ hai đồ thị $\sin(x)$ và $\cos(x)$ chung trên một hình vẽ.

```
x = 0:pi/10:2*pi;
y = sin(x);
z = cos(x);
plot(x,y,'r+:', x,z, 'b-.o')
xlabel('x')
ylabel('sin(x)/cos(x)')
title('Do thi ham sin(x) va cos(x)')
legend('sin(x)', 'cos(x)')
grid
```

Trong đó đường đồ thị $\sin(x)$ được biểu diễn bởi đường đứt nét màu đỏ với các dấu cộng (+), còn đường đồ thị $\cos(x)$ được biểu diễn bởi đường “gạch và chấm” (.-) màu xanh nước biển với các dấu tròn. Câu lệnh `xlabel('x')` và `ylabel('sin(x)/cos(x)')` dùng để đánh dấu trục hoành và trục tung của đồ thị. Câu lệnh `title('Do thi ham sin(x) va cos(x)')` dùng để đặt tên cho đồ thị. Câu lệnh `legend('sin(x)', 'cos(x)')` dùng để ghi chú giải cho từng đồ thị và cuối cùng, câu lệnh `grid` dùng để hiển thị các đường lưới giá trị đồ thị. Kết quả cụ thể được biểu diễn trên Hình vẽ 2.2

Sử dụng câu lệnh `help plot` chúng ta có thể biết thêm chi tiết về cách dùng hàm `plot`.

Một câu lệnh vẽ đồ thị khác thường được sử dụng nhiều trong thông tin số để vẽ tỉ số lỗi bit (BER: Bit Error Rate) là câu lệnh `semilogy(x,y)`. Câu lệnh tương tự như câu lệnh `plot` nhưng cho phép biểu diễn trục tung của đồ thị ở thang logarith.



Hình 2.1: Đồ thị $\sin(x)$ và $\cos(x)$

Ví dụ, tỉ số BER của hệ thống truyền dẫn BPSK qua kênh pha-đỉnh Rayleigh phân tích bằng lý thuyết là [1]

$$\text{BER}_{\text{BPSK-Fading}} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{E_b/N_0}}} \right) \quad (2.7)$$

trong đó E_b/N_0 là tỉ số năng lượng bit tín hiệu trên phổ tần số tạp âm (một số trường hợp được hiểu và gọi là tỉ số tín hiệu trên tạp âm S/N). Sử dụng chương trình `BERBPSKFading.m` sau với câu lệnh `semilogy(BER, EbNodB)` cho phép vẽ đồ thị BER theo tỉ số E_b/N_0 trên thang logarith.

```
[BERBPSKFading.m]
```

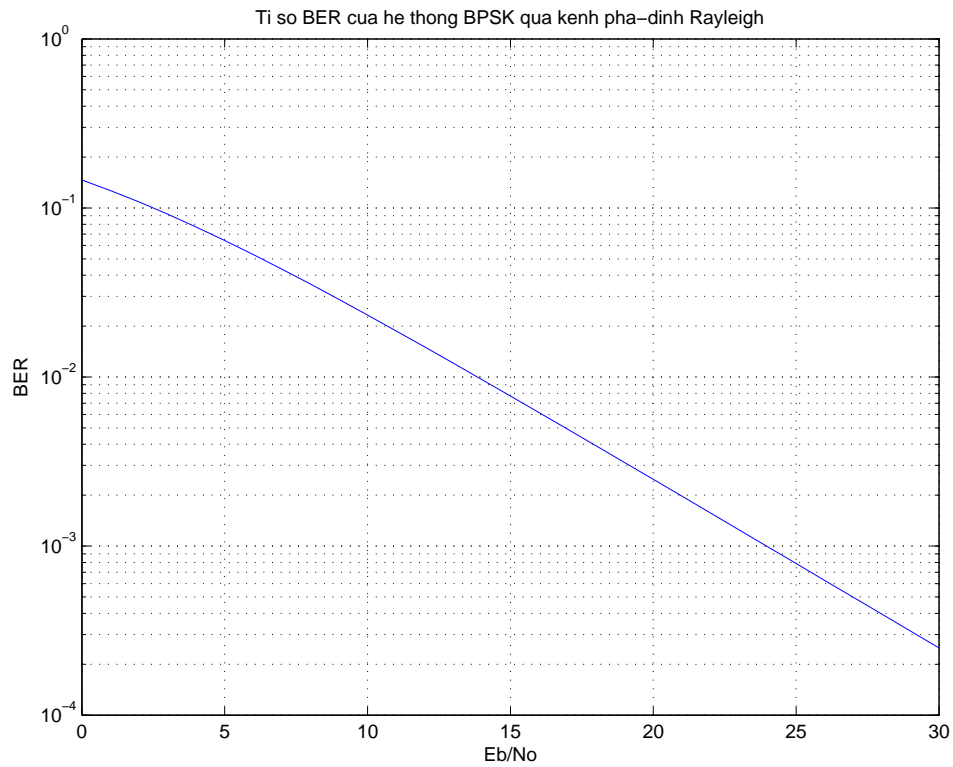
```
% Chương trình vẽ đồ thị BER của h/t BPSK trên kênh fading Rayleigh
```

```

EbNodB=0:30
EbNo=10.^(EbNodB./10)
BER=1/2*(1-1./sqrt(1+1./EbNo))
semilogy(EbNodB,BER)
xlabel('Eb/No')
ylabel('BER')
title('Tỉ số BER của hệ thống BPSK qua kênh pha-đỉnh Rayleigh ')

```

grid



Hình 2.2: Mô tả BER của hệ thống BPSK trên kênh pha-dinh Rayleigh.

Một số câu lệnh vẽ đồ thị thường dùng khác gồm `bar` hay `hist`. Để biết thêm chi tiết về các câu lệnh này sử dụng lệnh `help` trong MATLAB.

Bài tập

1. Sử dụng hàm `randn` tạo một chuỗi ngẫu nhiên gồm $N = 1000$ giá trị $x = \{x_1, x_2, \dots, x_k, \dots, x_N\}$. Viết chương trình tính giá trị trung bình (kỳ vọng) E_x , phương sai σ_x^2 và độ lệch chuẩn σ_x sử dụng các công thức sau đây

$$E_x = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x_k \quad (2.8)$$

$$\sigma_x^2 = E(x^2) - E_x^2 = \frac{\sum_{k=1}^N x_k^2}{N} - \left(\frac{\sum_{k=1}^N x_k}{N} \right)^2 \quad (2.9)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2} \quad (2.10)$$

2. Viết chương trình tạo một chuỗi -1 và $+1$ ngẫu nhiên x có độ dài 10^4 bit. Tạo một chuỗi bit thứ 2 y giống như x tuy nhiên các phần tử thứ 10, 50, 100, 150, 250, 300, 350 bị đảo dấu so với các phần tử tương ứng ở y . Tức là, $y_{10} = -x_{10}, \dots, y_{350} = -x_{350}$. So sánh y và x và tính toán tỉ số sai số giữa hai chuỗi.
3. Dựa vào ví dụ vẽ đồ thị BER của hệ thống BPSK trên kênh pha-đỉnh Rayleigh ở mục 2.6.1 và hàm sai số bù **erfc** có sẵn trong MATLAB,
 - i. Viết chương trình vẽ đồ thị BER của hệ thống BPSK trên kênh tạp âm Gauss theo công thức sau[1]

$$\text{BER}_{\text{BPSK-AWGN}} = \frac{1}{2} \text{erfc} \left(\sqrt{E_b/N_0} \right) \quad (2.11)$$

- ii. Vẽ đồ thị BER của hệ thống BPSK trên kênh tạp âm Gauss kết hợp với đồ thị BER của hệ thống BPSK trên kênh pha-đỉnh Rayleigh vào một hình vẽ, đánh dấu và đặt chú giải cho từng đồ thị.
4. Viết một hàm MATLAB **y=QPSKMap(x)** nhận đối số là một chuỗi ngẫu nhiên 1 và 0 có độ dài N bit. Hàm **QPSKMap** thực hiện kiểm tra từng cặp 2 bit liên tiếp x_n và x_{n+1} rồi thực hiện phép biến đổi sau

$x_n x_{n+1}$		y_m
00	→	$\frac{1}{\sqrt{2}} + j \frac{1}{\sqrt{2}}$
01	→	$-\frac{1}{\sqrt{2}} + j \frac{1}{\sqrt{2}}$
10	→	$-\frac{1}{\sqrt{2}} - j \frac{1}{\sqrt{2}}$
11	→	$\frac{1}{\sqrt{2}} - j \frac{1}{\sqrt{2}}$

trong đó $n = 1, 2, \dots, N$ và $m = 1, 2, \dots, N/2$

5. Viết một chương trình **QPSKMod** tạo ra 20 bit 0, 1 ngẫu nhiên. Sử dụng hàm MATLAB **QPSKMap** ở ví dụ trên để chuyển chuỗi bit $\{0,1\}$ thành chuỗi các dấu QPSK y_m .

Tài liệu tham khảo

- [1] H. Harada and R. Prasad, *Simulation and Software Radio for Mobile Communications*. Artech House, 2002.