

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA  
KHOA CƠ KHÍ**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP  
CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY**

**ĐỀ TÀI:**

**THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG MÁY CẮT VẢI TỰ ĐỘNG  
TRONG SẢN XUẤT LỚP Ô TÔ**

Người hướng dẫn : **ThS. NGUYỄN THANH VIỆT**

Sinh viên thực hiện : **TRẦN VĂN THẮNG – 101200195 – 20C1C**

**LÊ HỒ QUANG – 101200188 – 20C1C**

**Đà Nẵng, 06/2025**

## TÓM TẮT

### Tên đề tài: **THIẾT KẾ VÀ MÔ PHỎNG MÁY CẮT VẢI TỰ ĐỘNG TRONG SẢN XUẤT LỚP Ô TÔ**

Sinh viên thực hiện: 1. Trần Văn Thắng 2. Lê Hồ Quang

Số thẻ SV: 1. 101200195 2. 101200188 Lớp: 20C1C

GVHD: Th.S Nguyễn Thanh Việt

#### ➤ **Nội dung đồ án tốt nghiệp bao gồm vấn đề sau:**

Từ thực tiễn sản xuất tại các nhà máy lớp ô tô, việc ứng dụng máy móc tự động vào công đoạn cắt vải bố đã trở thành một xu hướng tất yếu nhằm nâng cao năng suất, độ chính xác và giảm thiểu sức lao động thủ công. Trong khuôn khổ chương trình Capstone Project, nhóm sinh viên gồm Lê Hồ Quang và Trần Văn Thắng đã phối hợp cùng Công ty Cổ phần Cao su Đà Nẵng (DRC) để thực hiện đề tài “*Thiết kế và mô phỏng máy cắt vải tự động trong sản xuất lớp ô tô*”, với mục tiêu tiếp cận thực tế sản xuất và giải quyết một bài toán kỹ thuật cụ thể.

Để triển khai đề tài, phần thuyết minh của chúng tôi đã giải quyết các nội dung chính như sau:

- ✓ Thứ nhất, phần tổng quan đã trình bày rõ tính cấp thiết của đề tài trong bối cảnh tự động hóa ngành công nghiệp sản xuất lớp, đồng thời làm rõ ý nghĩa thực tiễn, tính khoa học và khả năng ứng dụng của máy cắt vải tự động.
- ✓ Thứ hai, phần cơ sở lý thuyết giúp nhóm xây dựng nền tảng kiến thức vững chắc về các nguyên lý cắt vật liệu, đặc điểm cơ học của vải bố dùng trong sản xuất lớp, cũng như các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng và hiệu quả cắt.
- ✓ Thứ ba, phần thiết kế máy là nội dung trọng tâm của đề tài. Nhóm đã tiến hành khảo sát thực tế tại DRC để xác định các yêu cầu kỹ thuật cụ thể, từ đó đề xuất phương án thiết kế tổng thể máy cắt vải tự động. Thiết kế bao gồm:
- ✓ Thứ tư, sau khi hoàn thiện thiết kế, nhóm tiến hành mô hình hóa 3D toàn bộ máy bằng phần mềm chuyên dụng (SolidWorks), sau đó thực hiện mô phỏng hoạt động của các cơ cấu chính để kiểm tra tính khả thi, độ chính xác và hiệu suất làm việc của máy.
- ✓ Thứ năm, phần cuối cùng tập trung vào đánh giá khả năng ứng dụng mô hình vào thực tế sản xuất, đề xuất các phương án cải tiến, bảo trì và nâng cấp hệ thống trong tương lai.

Sau hơn hai tháng làm việc nghiêm túc, nhóm chúng tôi đã hoàn thành bản thiết kế và mô phỏng máy cắt vải tự động, đáp ứng đầy đủ các yêu cầu kỹ thuật và phù hợp với quy trình sản xuất hiện đại tại doanh nghiệp.

**NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

Họ tên sinh viên: 1. Trần Văn Thắng

Số thẻ sinh viên: 101200195

Lớp:20C1C Khoa:Cơ Khí

Ngành: Công nghệ chế tạo máy

Họ tên sinh viên: 2. Lê Hồ Quang

Số thẻ sinh viên: 101200188

Lớp:20C1C Khoa:Cơ Khí

Ngành: Công nghệ chế tạo máy

1. Tên đề tài đồ án:

**Thiết kế và mô phỏng máy cắt vải tự động trong sản xuất lớp ô tô**

2. Đề tài thuộc diện:  Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

*Các thông số vải cao su:*

- Độ rộng khổ vải: 1300mm
- Chiều dày vải: 2mm
- Các số liệu tìm hiểu thực tế

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

• **Phần lý thuyết:**

- Giới thiệu chung.
- Lý thuyết về cắt vải cao su.
- Cơ sở lý thuyết điều khiển bằng PLC

• **Phần thiết kế & tính toán:**

- Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế, thành lập sơ đồ động của máy.
- Tính toán động học và động lực học toàn máy.
- Thiết kế hệ thống điều khiển bằng PLC
- Tính toán thiết kế và chọn kiểm tra các cụm kết cấu khác của máy.

• **Mô phỏng máy cắt vải**

• **Hướng dẫn sử dụng, vận hành và bảo dưỡng máy**

5. Các bản vẽ, đồ thị ( ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ ):

- Bản vẽ phương án: 1A0
- Bản vẽ sơ đồ động của máy: 1A0

- Bản vẽ tổng thể máy: 1A0
- Bản vẽ hệ thống điều khiển: 2A0
- Bản vẽ cụm dao cắt : 1A0
- Bản vẽ cơ cấu chạy bàn dao : 1A0
- Bản vẽ mô phỏng máy: 1A0

6. *Họ tên người hướng dẫn:* Th.S Nguyễn Thanh Việt

7. *Ngày giao nhiệm vụ đồ án:* ...../...../2025

8. *Ngày hoàn thành đồ án:* ...../...../2025

*Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025*

**Trưởng Bộ môn** .....

**Người hướng dẫn**

***TS. Nguyễn Phạm Thế Nhân***

***ThS. Nguyễn Thanh Việt***

## MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU .....	1
LỜI CAM ĐOAN .....	2
<b>CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA CÔNG NGHỆ CÁN LUYỆN CAO SU</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Nguyên vật liệu trong công nghệ cao su</b> .....	<b>3</b>
<i>1.1.1. Cao su</i> .....	3
<i>1.1.2. Các chất phối hợp cho cao su</i> .....	10
<i>1.1.3. Vật liệu đệt</i> .....	13
<i>1.1.4. Vật liệu kim loại</i> .....	13
<i>1.1.5. Vật liệu phụ</i> .....	14
<b>1.2. Sơ, hỗn luyện cao su</b> .....	<b>14</b>
<i>1.2.1. Sơ luyện</i> .....	14
<i>1.2.2. Hỗn luyện</i> .....	15
<i>1.2.3. Nguyên nhân hư hỏng và cách khắc phục</i> .....	18
<b>CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT LỚP Ô TÔ VÀ VAI TRÒ CỦA VẢI TRONG SẢN XUẤT LỚP</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1. Khái quát quy trình công nghệ sản xuất lớp ô tô</b> .....	<b>19</b>
<i>2.1.1. Kết cấu lớp</i> .....	19
<i>2.1.2. Luyện</i> .....	21
<i>2.1.3. Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất lớp</i> .....	22
<b>2.2. Quy trình sản xuất vải</b> .....	<b>24</b>
<i>2.2.1. Quy trình cán</i> .....	24
<b>2.3. Một số máy cắt vải được sử dụng</b> .....	<b>26</b>
<i>2.3.1. Máy cắt vải trong dây chuyền cắt dán vải BCM-R2-5260</i> .....	26
<b>CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1. Tổng quan về PLC và PLC S7-1200</b> .....	<b>28</b>
<i>3.1.1. Tổng quan về PLC</i> .....	28
<b>3.2. Hệ thống điều khiển điện- khí nén</b> .....	<b>32</b>
<i>3.2.1. Những đặc điểm cơ bản</i> .....	32
<i>3.2.2. Cấu trúc của hệ thống khí nén</i> .....	33
<b>3.3. Giới thiệu về cảm biến</b> .....	<b>35</b>
<b>CHƯƠNG 4: LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ MÁY</b> .....	<b>37</b>

4.1. Phân tích lựa chọn hệ thống cắt vải.....	37
4.1.1. Các phương án cắt vải .....	37
4.1.2. Nhận xét và lựa chọn phương án tối ưu.....	40
4.2. Phân tích lựa chọn phương án chạy bàn dao cắt .....	41
4.2.1. Các phương án chạy bàn dao cắt .....	41
4.2.2. Phân tích lựa chọn phương án tối ưu .....	43
4.3. Chọn phương án dẫn động cho các hệ thống khác trong dây chuyền cắt vải	44
4.3.1. Băng tải .....	44
4.3.2. Cơ cấu điều chỉnh góc cắt .....	45
4.3.3. Nhận vải từ hệ thống cấp vải .....	46
<b>CHƯƠNG 5: THIẾT KẾ SƠ ĐỒ ĐỘNG HỌC MÁY .....</b>	<b>47</b>
5.1. Lập sơ đồ động máy cắt vải.....	47
5.2. Nguyên tắc hoạt động của máy cắt vải.....	48
5.2.1. Nguyên tắc điều khiển máy cắt vải.....	48
5.2.2. Khái quát quy trình hoạt động máy cắt vải.....	49
<b>CHƯƠNG 6: THIẾT KẾ TÍNH TOÁN CÁC CƠ CẤU MÁY .....</b>	<b>51</b>
6.1. Tính toán và thiết kế băng tải: .....	51
6.1.1. Tính chiều rộng băng tải: .....	51
6.1.2. Tính lực căng của tấm băng : .....	51
6.1.3. Tính đường kính tang và chiều dài tang : .....	52
6.1.4. Công suất trên trục dẫn động băng tải : (Công suất công tác ).....	53
6.1.5. Công suất cần thiết của động cơ điện dẫn động cho băng tải :.....	54
6.1.6. Phân phối tỉ số truyền cho hệ thống dẫn động.....	55
6.1.7. Thiết kế bộ truyền xích .....	56
6.1.8. Thiết kế bộ truyền bánh răng. ....	60
6.2. Tính toán và thiết kế cơ cấu cắt:.....	61
6.2.1. Sơ đồ nguyên lý:.....	61
6.2.2. Tính mômen của trục mang dao : .....	62
6.2.3. Công suất trên trục mang dao: (công suất công tác ) .....	62
6.2.4. Hiệu suất của bộ truyền: .....	63
6.2.5. Tính và chọn công suất của động cơ dao cắt : .....	63
6.2.6. Phân phối tỉ số truyền .....	63

6.2.7. Thiết kế bộ truyền đai cấp nhanh: .....	64
6.2.8. Thiết kế bộ truyền đai cấp nhanh: .....	68
<b>6.3. Tính toán thiết kế cơ cấu chạy bàn dao. ....</b>	<b>72</b>
6.3.1. Sơ đồ nguyên lý .....	72
6.3.2. Tốc độ di chuyển bàn dao .....	72
6.3.3. Lực kéo bàn dao cắt .....	73
6.3.4. Thiết kế bộ truyền đai răng .....	74
6.3.5. Lựa chọn động cơ .....	75
6.3.6. Thiết kế bộ truyền đai răng cấp nhanh .....	76
6.3.7. Thiết kế ray dẫn hướng .....	77
<b>6.4. Thiết kế cơ cấu điều chỉnh góc cắt.....</b>	<b>78</b>
6.4.1. Nguyên lý điều chỉnh .....	78
6.4.2. Tính toán thiết kế trục vít .....	79
6.4.3. Lựa chọn động cơ .....	79
<b>6.5. Thiết kế cơ cấu kẹp vải. ....</b>	<b>80</b>
6.5.1. Lực kẹp cần thiết .....	80
6.5.2. Lựa chọn xilanh khí nén .....	81
<b>CHƯƠNG 7: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN .....</b>	<b>83</b>
<b>7.1. Lựa chọn thiết bị điều khiển .....</b>	<b>83</b>
7.1.1. Lựa chọn bộ điều khiển .....	83
7.1.2. Lựa chọn thiết bị cảm biến .....	84
7.1.3. Lựa chọn thiết bị ngõ ra .....	87
7.1.4. Lựa chọn thiết bị đảo chiều và thay đổi tốc độ động cơ.....	88
<b>7.2. Thiết lập chương trình điều khiển .....</b>	<b>90</b>
7.2.1. Mô tả hệ thống điều khiển tự động .....	90
7.2.2. Thiết kế mạch điều khiển .....	91
<b>CHƯƠNG 8: MÔ PHỎNG MÁY TRÊN CÁC PHẦN MỀM SỐ.....</b>	<b>101</b>
<b>8.1. Mô phỏng chương trình điều khiển .....</b>	<b>101</b>
8.1.1. Phần mềm mô phỏng .....	101
8.1.2. Kết nối và lập trình .....	101
8.1.3. Kết quả và kết luận.....	105
<b>8.2. Mô phỏng 3D và hoạt động của máy trên phần mềm SolidWorks .....</b>	<b>106</b>
8.2.1. Phần mềm mô phỏng .....	106

8.2.2. <i>Xây dựng mô hình</i> .....	108
<b>CHƯƠNG 9: LẮP ĐẶT, BẢO DƯỠNG, VÀ VẬN HÀNH MÁY</b> .....	112
<b>9.1. Lắp ráp máy</b> .....	112
<b>9.2. Vận hành máy</b> .....	114
<b>9.3. Bảo dưỡng và thay thế</b> .....	115
<b>9.4. Bôi trơn</b> .....	115
9.4.1. <i>Bôi trơn các hộp tốc độ và các bộ truyền bánh răng khác của máy:</i> .....	115
9.4.2. <i>Bôi trơn bộ truyền xích</i> .....	115
9.4.3. <i>Bôi trơn ổ lăn</i> .....	116
9.4.4. <i>Bôi trơn ray trượt và con lăn</i> .....	116
<b>ĐÁNH GIÁ VÀ KẾT LUẬN</b> .....	117
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	119

## DANH SÁCH HÌNH ẢNH

Hình 1.1: Sơ đồ các loại cao su.....	4
Hình 1.2: Sơ đồ công nghệ sản xuất cao su thiên nhiên .....	5
Hình 1.3: Sơ đồ quy trình sản xuất cao su tái sinh .....	9
Hình 2.1: Cấu tạo lớp xe ô tô .....	19
Hình 2.2: Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất lớp .....	22
Hình 2.3: Quy trình cán vải.....	24
Hình 2.4: Máy cắt vải trong dây chuyền cắt dán vải BCM-R2-5260.....	26
Hình 3.1: Cấu trúc hệ thống điều khiển khí nén .....	34
Hình 3.2: Hệ thống điện khí nén .....	35
Hình 3.3: Các loại cảm biến thường dùng trong máy công nghiệp.....	35
Hình 4.1: Sơ đồ cắt vải bằng dao song song.....	37
Hình 4.2: Sơ đồ cắt vải bằng dao đĩa 1 hành trình.....	38
Hình 4.3: Sơ đồ cắt vải bằng dao đĩa cắt cả 2 hành trình .....	40
Hình 4.4: Phương án chạy bàn dao bằng trục vít.....	41
Hình 4.5: Phương án dẫn động bàn dao cắt bằng đai răng .....	42
Hình 4.6: Kết cấu băng tải .....	44
Hình 4.7: Cơ cấu điều chỉnh góc cắt.....	45
Hình 4.8: Sơ đồ tang cuộn căng vải .....	46
Hình 5.1: Sơ đồ động máy cắt vải .....	47
Hình 5.2: Sơ đồ nguyên tắc chung điều khiển máy cắt .....	48
Hình 5.3: Đường đặc tính cơ của động cơ kéo băng tải .....	49
Hình 6.1: Sơ đồ bề rộng băng tải .....	51
Hình 6.2: Sơ đồ nguyên lý cơ cấu cắt vải.....	61
Hình 6.3: Sơ đồ nguyên lý phương án dẫn động bàn dao.....	72
Hình 6.4: Thông số động cơ chạy bàn dao .....	76
Hình 6.5: Thông số ray dẫn hướng và con trượt.....	78
Hình 6.6: Xilanh kẹp vải.....	82
Hình 7.1: PLC S7 – 1200 .....	83
Hình 7.2: Encoder đo chiều dài vải.....	84
Hình 7.3: Cảm biến tiệm cận.....	85

<i>Hình 7.4: Công tắc hành trình .....</i>	<i>86</i>
<i>Hình 7.5: Van điện từ 5/3 .....</i>	<i>87</i>
<i>Hình 7.6: Biến tần FR-D740-1.5K .....</i>	<i>89</i>
<i>Hình 7.7: Cách thiết lập biến tần .....</i>	<i>89</i>
<i>Hình 7.8: mô tả hệ thống điều khiển bằng grafcet.....</i>	<i>91</i>
<i>Hình 7.9: Biểu đồ trạng thái.....</i>	<i>92</i>
<i>Hình 7.10: Bảng quy trình thực hiện và sơ đồ logic .....</i>	<i>93</i>
<i>Hình 7.11: Sơ đồ mạch điện khí nén và cảm biến.....</i>	<i>94</i>
<i>Hình 7.12: Kết nối PLC S7 – 1200.....</i>	<i>94</i>
<i>Hình 7.13: Kết nối biến tần .....</i>	<i>95</i>
<i>Hình 7.14: Kết nối các động cơ.....</i>	<i>95</i>
<i>Hình 7.15: Chương trình LAB đọc tín hiệu Encoder .....</i>	<i>97</i>
<i>Hình 7.16: Chương trình điều khiển(p2).....</i>	<i>98</i>
<i>Hình 7.17: Chương trình điều khiển(p3).....</i>	<i>99</i>
<i>Hình 7.18: Chương trình điều khiển(p4).....</i>	<i>100</i>
<i>Hình 8.1: Khởi tạo dự án PLC mới .....</i>	<i>102</i>
<i>Hình 8.2: Kết nối cấu hình phần cứng trên phần mềm TIA Portal.....</i>	<i>102</i>
<i>Hình 8.3: Viết chương trình điều khiển tự động lên phần mềm TIA portal .....</i>	<i>103</i>
<i>Hình 8.4: Kiểm tra lỗi chương trình LAD.....</i>	<i>104</i>
<i>Hình 8.5: CPU PLC ảo đang ở trạng thái RUN .....</i>	<i>104</i>
<i>Hình 8.6: Thực hiện mô phỏng chương trình PLC .....</i>	<i>105</i>
<i>Hình 8.7: Cơ cấu băng tải trong dao điện mô phỏng .....</i>	<i>109</i>
<i>Hình 8.8: Cụm cơ cấu dao cắt trong dao điện mô phỏng .....</i>	<i>109</i>
<i>Hình 8.9: Cơ cấu dẫn hướng chạy dao trong dao điện mô phỏng.....</i>	<i>110</i>
<i>Hình 8.10: Cụm cơ cấu chặn vải và chạy dao ngang .....</i>	<i>111</i>
<i>Hình 8.11: Máy cắt vải trên phần mềm Solid Word.....</i>	<i>112</i>

## LỜI NÓI ĐẦU

Trong bối cảnh công nghiệp hóa và hiện đại hóa ngày càng phát triển, nhu cầu về tự động hóa trong sản xuất ngày càng trở nên cấp thiết. Đặc biệt, trong công nghiệp sản xuất lốp cao su, việc áp dụng các thiết bị tự động không chỉ giúp nâng cao năng suất mà còn đảm bảo chất lượng sản phẩm và giảm thiểu chi phí lao động.

Đề án "Thiết kế và mô phỏng máy cắt vải tự động trong sản xuất lốp ô tô" được thực hiện nhằm đáp ứng nhu cầu này. Mục tiêu của đề án là nghiên cứu, thiết kế một thiết bị có khả năng cắt vải cao su một cách chính xác và hiệu quả, từ đó góp phần nâng cao hiệu quả sản xuất và chất lượng sản phẩm.

Đặc biệt, đề án này là một phần của chương trình capstone project kết hợp với công ty Cổ phần Cao su Đà Nẵng. Chương trình capstone project không chỉ giúp sinh viên áp dụng kiến thức đã học vào thực tế mà còn tạo cơ hội hợp tác với các doanh nghiệp, từ đó nâng cao kỹ năng làm việc nhóm và giải quyết vấn đề thực tiễn. Sự hợp tác với công ty DRC đã mang lại nhiều kinh nghiệm quý báu và hỗ trợ thiết thực trong quá trình thực hiện đề án.

Trong thời gian thực hiện đề tài, mặc dù chúng em đã cố gắng học hỏi, tìm hiểu tài liệu tham khảo, khảo sát thực tế, tự tay làm những công việc cơ khí cho những chi tiết trong máy và cả sự hướng dẫn tận tình của các thầy hướng dẫn, Th.S Nguyễn Thanh Việt, cùng các thầy trong khoa nhưng với những năng lực và hiểu biết còn hạn chế nên đề tài không tránh khỏi những thiếu sót. Chúng em rất mong muốn nhận được những ý kiến đóng góp của các thầy để đề tài được hoàn thiện hơn và để chúng em có thêm kinh nghiệm khi ra trường làm việc.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2025  
Sinh viên thực hiện

LÊ HỒ QUANG

TRẦN VĂN THẮNG

## **LỜI CAM ĐOAN**

Trong lĩnh vực kỹ thuật cơ khí và tự động hóa, có rất nhiều phát minh và sáng chế liên quan đến các loại máy phục vụ sản xuất công nghiệp. Tuy nhiên, mỗi đề tài nghiên cứu đều mang một hướng tiếp cận riêng, với những cải tiến và sáng tạo nhằm tránh trùng lặp với các ý tưởng đã có trước đó.

Trên tinh thần đó, nhóm chúng em gồm Lê Hồ Quang và Trần Văn Thắng đã thực hiện đề tài “Thiết kế và mô phỏng máy cắt vải tự động trong sản xuất lớp ô tô” trong khuôn khổ chương trình Capstone Project, kết hợp với Công ty Cổ phần Cao su Đà Nẵng (DRC). Đề tài được phát triển dựa trên nhu cầu thực tế, có tham khảo các mô hình máy cắt hiện có, nhưng đã được nhóm cải tiến về mặt kết cấu và chức năng để phù hợp với điều kiện sản xuất cụ thể.

Chúng em xin cam đoan toàn bộ nội dung trong đề tài là kết quả làm việc nghiêm túc của nhóm, được thực hiện 100% bởi chính chúng em dưới sự hướng dẫn trực tiếp của ThS. Nguyễn Thanh Việt. Đề tài không sao chép, không sử dụng nội dung từ các đề án trước một cách tùy tiện, và hoàn toàn tuân thủ các quy định về đạo đức học thuật.

Chúng em hoàn toàn chịu trách nhiệm trước Hội đồng và Nhà trường nếu có bất kỳ tranh chấp hay vi phạm nào liên quan đến bản quyền và tính trung thực của đề tài.

Đà Nẵng, ngày ... tháng ... năm 2025

Sinh viên thực hiện

LÊ HỒ QUANG

TRẦN VĂN THẮNG

## CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT CỦA CÔNG NGHỆ CÁN LUYỆN CAO SU

### 1.1. Nguyên vật liệu trong công nghệ cao su

#### 1.1.1. Cao su

Là hợp chất cao phân tử mà mạch của nó rất lớn và được hình thành từ một hoặc nhiều phân tử có cấu tạo hoá học giống nhau và được liên kết với nhau tạo thành chuỗi dài có trọng lượng phân tử rất lớn. Tính năng của cao su phụ thuộc vào cấu tạo, thành phần hoá học, khối lượng phân tử, sự phân bố khối lượng phân tử và sự sắp xếp của các phân tử trong mạch.

Độ bền nhiệt của cao su phụ thuộc chủ yếu vào năng lượng liên kết của các nguyên tố hình thành mạch chính. Năng lượng liên kết càng cao thì độ bền nhiệt của cao su càng lớn, cao su càng có khả năng làm việc ở nhiệt độ cao.

Cao su có khối lượng phân tử càng lớn thì các tính năng cơ lí đều tăng, đặc biệt là độ chịu mài mòn và tính đàn hồi.

Ngày nay tất cả các loại cao su đều được phân loại theo nguồn gốc sản xuất và lĩnh vực sử dụng. Cách phân loại này giúp dễ dàng lựa chọn cao su, định hướng công nghệ chế biến và gia công ra sản phẩm phù hợp với yêu cầu kỹ thuật cần thiết.

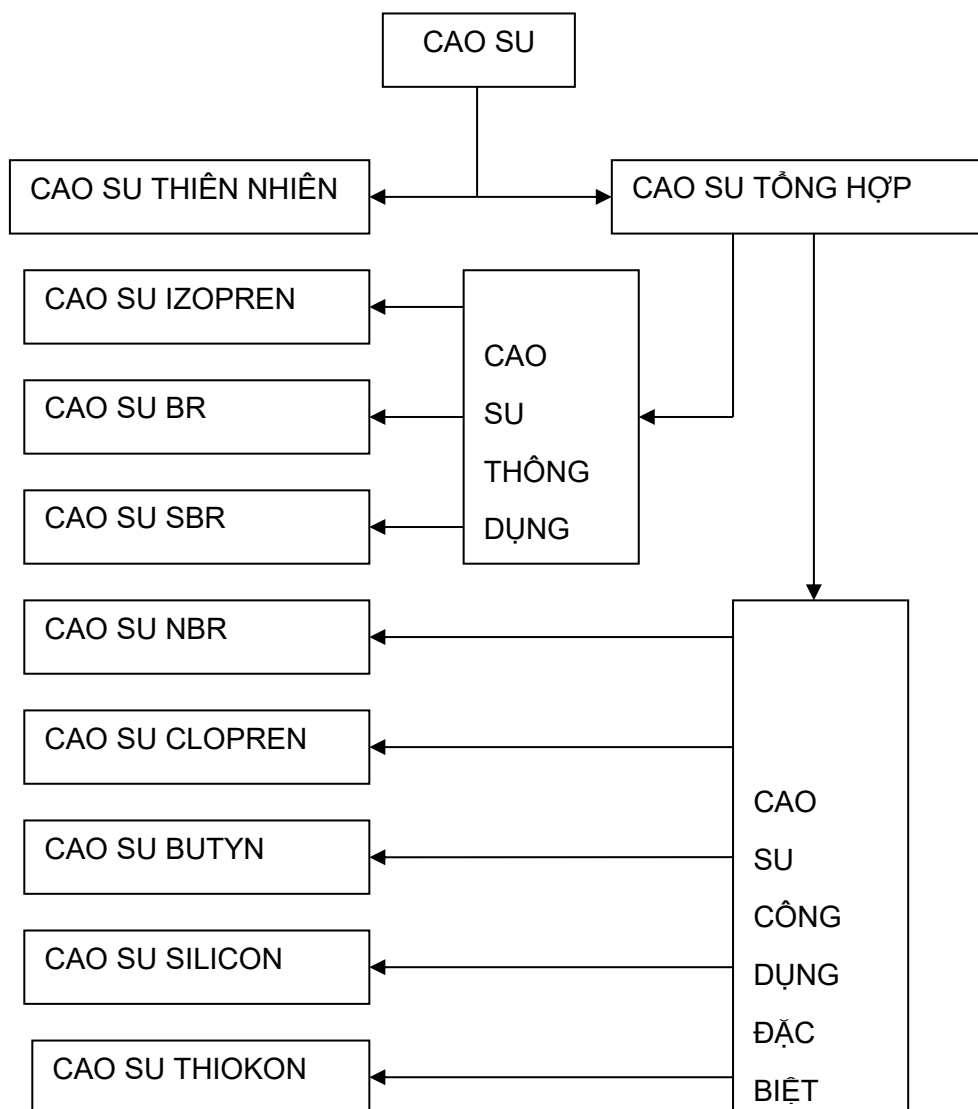
#### a) Cao su thiên nhiên

Cao su thiên nhiên lấy từ mủ (hay nhựa) của một số loại cây, chủ yếu là cây heava (heava brasiliensis) được trồng nhiều ở nước ta, một số nước khác ở Đông Nam Á và Nam Mỹ . . .

Nguồn gốc xa xưa của cây cao su là ở Braxin- Nam Mỹ. Từ thế kỷ XI những người da đỏ ở Nam Mỹ đã biết lấy nhựa cao su làm đồ chơi và áo mưa. Người Châu Âu biết thứ nhựa đó từ thế kỷ XVI. Cao su chỉ thực sự có ý nghĩa thực tiễn sau khi tìm ra hiện tượng lưu hoá cao su vào năm 1839. Từ cuối thế kỷ XIX cao su được trồng nhiều ở châu Á và Châu Phi, ở nước ta cao su có từ năm 1877. Hiện nay nước ta đã có diện tích trồng cao su vào khoảng 30.000 ha, cùng các cơ sở công nghiệp cao su tại Hà Nội, Đà Nẵng, Đồng Nai, Sông Bé, TP Hồ Chí Minh . . .

Mủ cao su là nhũ tương trong nước của các hạt cao su với hàm lượng cao su khô là 28-40%. Các hạt cao su rất nhỏ và có hình quả trứng gà.

Mủ cao su có tính kiềm yếu ( $pH=7,2$ ), sau vài giờ bảo quản trị số  $pH$  giảm xuống từ 6,9-6,6%, và hiện tượng đông mủ tự xảy ra, tách khỏi nhũ tương nước và nổi trên bề mặt bể chứa. Để ngăn chặn hiện tượng này thường dùng các chất ổn định  $pH$  của môi trường là Amôniac 0,5%



Hình 1.1: Sơ đồ các loại cao su

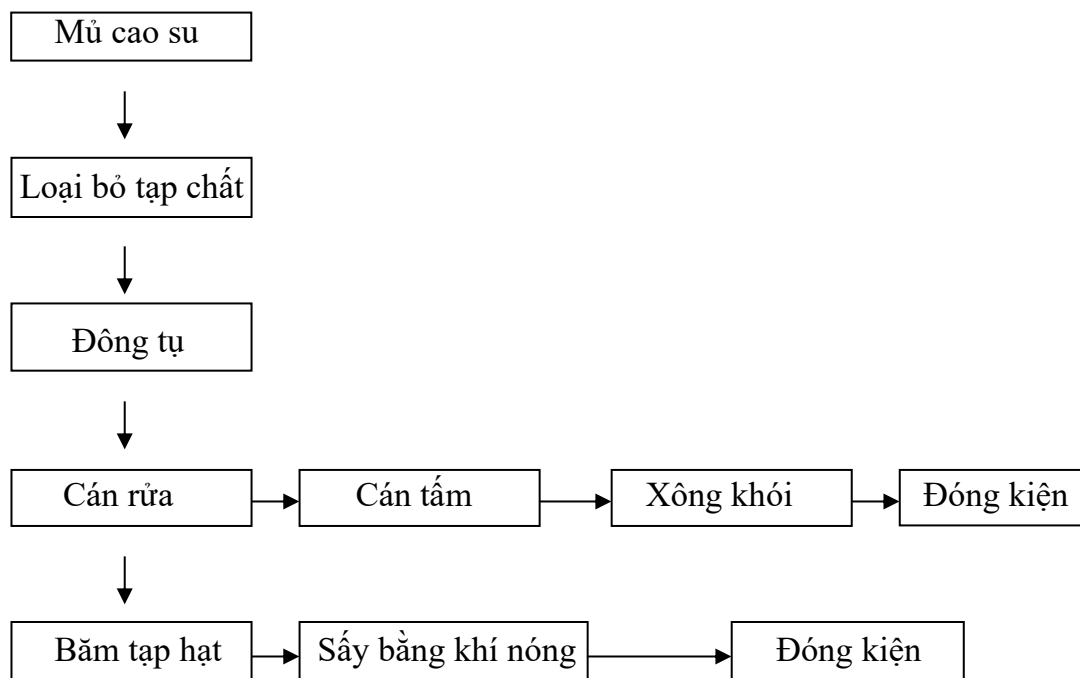
Thành phần và tính chất mủ cao su thiên nhiên phụ thuộc vào tuổi của cây, khí hậu, thổ nhưỡng nơi cây cao su phát triển. Đối với mỗi cây cao su thì thành phần và tính chất lại phụ thuộc vào mủ thu hoạch. Mủ cao su thiên nhiên chứa nhiều nước, để giảm giá thành vận chuyển và thuận tiện trong sử dụng, mủ thường được cô đặc. Có 4 phương pháp chính để cô đặc là:

- Ly tâm.

- Bay hơi tự nhiên.
- Tách lớp.
- Điện ly.

Bằng các phương pháp cô đặc khác nhau mà cao su thu được có tính chất và thành phần hoá học khác nhau.

Thông thường cao su thiên nhiên được sản xuất theo sơ đồ công nghệ sau:



Hình 1.2: Sơ đồ công nghệ sản xuất cao su thiên nhiên

Mủ cao su thường được khuấy trộn với dung dịch axit axêtit 1% cho đến khi mủ đông tụ hoàn toàn. Giai đoạn cán rửa với mục đích loại bỏ các tạp chất tan trong nước axit dư khi đông tụ. Cao su được cho qua các máy cán hai trục và phun nước vào khe trục cán nhiều lần cho đến khi sạch. Sau đó được chuyển qua máy băm để tạo hạt khi sản xuất cao su dạng cốm hoặc máy cán có vân hoa trên trục để xuất tằm khi sản xuất cao su tờ.

Công đoạn sấy cao su gồm dạng sấy bằng không khí nóng ( sản xuất cao su cốm ). Cao su được chất lên xe goòng và chạy qua lò sấy bằng điện ở nhiệt độ 80-100C, chiều dài lò sấy phụ thuộc vào tốc độ di chuyển của xe goòng, nhiệt độ và thời gian sấy thế nào để cao su sau khi ra khỏi lò sấy thì chín hoàn toàn.

Khi sản xuất cao su tờ thì các tấm cao su sau khi cán được treo lên giá và đưa vào buồng sấy khí nóng đun bằng tre, nứa, cây có nhiệt độ cỡ 60-70°C. Thời gian sấy còn cao su từ 3-5 ngày. Cao su sau khi sấy có màu từ vàng nhạt đến nâu. Công đoạn sấy còn có tác dụng ngăn ngừa sự phát triển của vi sinh, tăng thời gian bảo quản sử dụng của cao su.

Cao su được đóng kiện bằng máy ép thủy lực, khối lượng mỗi bành cao su thường là 33 kg (cao su gổm) và 33, 50, 100, 111 kg (cao su tờ).

Các tính chất cơ lí tính của cao su thiên nhiên:

- Thành phần cấu tạo:  $(C_5H_8)_n$
- Khối lượng riêng : 0,91-0,93 kg/dm<sup>3</sup>.
- Tan trong các dung môi hữu cơ mạch thẳng, mạch vòng. Không tan trong rượu, keton . . .
- Cao su thiên nhiên có khả năng phối hợp tốt các loại phụ gia, có chất độn trên máy luyện kín hay máy luyện hở. Dễ dàng cán tráng hay ép đùn, sức dính tốt, có thể trộn với các loại cao su không phân cực khác như SBR, NBR, BR, CLOBUTUYN.. . với bất cứ tỉ lệ nào.
- Cao su thiên nhiên có khả năng lưu hoá với lưu huỳnh và các chất xúc tiến thông dụng.

Tính năng cơ lí của cao su thiên nhiên được xác định theo đơn pha chế sau:

STT	Nguyên vật liệu	%
1	Cao su sống	100
2	Xúc tiến M	0,7
3	Lưu huỳnh	3
4	ZnO	5
5	Acid Stearic	0,5
Tổng cộng		109

Hỗn hợp được lưu hóa ở nhiệt độ 145°C trong 20-30 phút, các tính năng cơ lí phải đạt là:

+ Lực kéo đứt  $\geq 1800$  N/cm<sup>2</sup>.

+ Dẫn dài khi đứt  $\geq 800\%$ .

+ Biến hình  $\leq 12\%$ .

Cao su thiên nhiên được sử dụng để sản xuất các mặt hàng dân dụng như săm, lốp xe đạp, xe máy, ô tô; các sản phẩm phục vụ công nghiệp như băng tải, dây cuaroa, giày. . . làm việc trong môi trường không dầu mỡ, hoặc được dung trong các sản phẩm y tế, thực phẩm. Cao su thiên nhiên có ưu điểm là sức dính tốt, đàn hồi tốt, lực kéo đứt và xé rách cao, sinh nhiệt thấp, tốc độ lưu hoá nhanh, giá thành thấp. Các khuyết điểm là tính chống tác dụng của O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, dầu acid. kiềm yếu, chống lão hoá nhiệt yếu, độ kín khí thấp.

Tính công nghệ của cao su thiên nhiên:

Trong quá trình bảo quản của cao su thiên nhiên thường xuyên chuyển sang trạng thái tinh thể. Ở nhiệt độ môi trường 25-30C hàm lượng pha tinh thể trong cao su thiên nhiên là 40%, trạng thái làm giảm tính mềm dẻo của cao su thiên nhiên. Độ nhớt của cao su thiên nhiên phụ thuộc vào loại chất lượng:

- Cao su thiên nhiên thông dụng độ nhớt ở 144C là 95 $\mu$
- Cao su loại SMR -50 có độ nhớt là 75 $\mu$ .

Để đảm bảo tính chất công nghệ của cao su trong các công đoạn sản xuất, nó được xử lý bằng sơ luyện độ dẻo  $p = 0,7-0,8$ .

Độ dẻo của cao su thiên nhiên có thể được xác định trên máy đo độ dẻo UOLLE. Độ dẻo UOLLE(P<sub>0</sub>) có quan hệ với độ nhớt theo phương trình:

$$N = 5,06 + 2,25p_0 - 0,01p_0.$$

Để đánh giá mức độ ổn định các tính chất công nghệ của cao su thiên nhiên, trên thương trường quốc tế còn sử dụng hệ số định độ dẻo PRI. Hệ số PRI được đánh giá bằng tỷ số (%) độ dẻo màu cao su (được xác định sau 30ph đốt nóng ở nhiệt độ 140C) so với độ dẻo ban đầu. Hệ số ổn định độ dẻo PRI cho các loại cao su khác nhau thì khác nhau:

- Cao su hong khói mất sang loại 1: PRI = 80-90%.
- Cao su hong khói loại SRM\_5 : PRI  $\geq 60\%$ .
- Cao su hong khói loại SRM\_50 : PRI  $\geq 30\%$ .

b) Cao su tổng hợp:

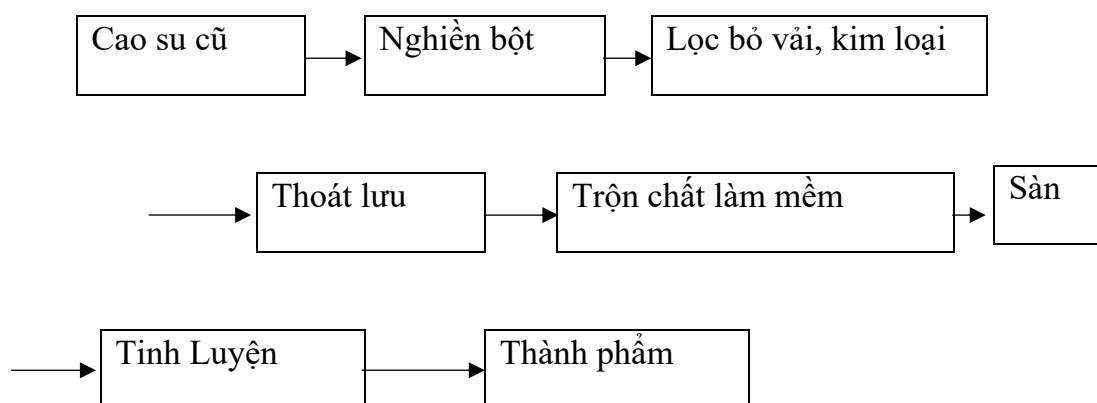
Là loại cao su không có nguồn gốc từ thiên nhiên mà được tổng hợp từ các hoá chất qua các phản ứng trùng hợp để tạo ra các loại cao su khác nhau tùy theo thành phần chất ban đầu, loại xúc tác, điều kiện phản ứng... . Điều này cũng dẫn đến các tính chất khác nhau của cao su tổng hợp được. Một số loại thường gặp là:

- Cao su Butadien (BR): có khả năng chống mài mòn tốt nên thường dùng trong mặt lốp ô tô, xe máy hoặc sản phẩm làm việc trong môi trường chịu ma sát lớn như băng truyền, băng tải..., tính chống mối tốt. Nhược điểm của BR là tính chống cắt xé thấp, cao su BR phối hợp tốt với các loại cao su không phân cực như cao su thiên nhiên, SBR, NBR. Tùy thuộc vào hàng sản xuất mà cao su BR có các ký hiệu sau: BR40, BR100, BR01...
- Cao su Butadien Styren (SBR) có tính chống ma sát và chống mài mòn tốt nên thường dùng trong sản xuất mặt lốp xe máy và ô tô hoặc dùng trong các sản phẩm chịu mài mòn khác. Tùy thuộc vào phương pháp tổng hợp mà có các loại SBR khác nhau, thường gặp SBR 1502 (cao su không độn trùng hợp ở nhiệt độ thấp) và SBR 1712 (độn dầu trùng hợp ở nhiệt độ thấp). Nhược điểm của SBR là tính chống xé rách và chống nứt thấp (ở 100C sẽ mất đi 60% tính chống nứt), lực kéo đứt thấp, sinh nhiệt cao, ít kín khí, tính chịu nhiệt và chống hóa chất thấp .
- Cao su Butadien Nitril: (NBR) là cao su có tính chịu dầu tốt, khi tăng hàm lượng Nitril thì tính năng chịu dầu tăng lên, NBR càng chịu nhiệt tốt, thường dùng trong các sản phẩm trong phụ tùng máy (joint, phoste... ) làm việc trong môi trường dầu mỡ, nhiệt cao. Nhược điểm của NBR là tính đàn hồi kém.
- Cao su Butyl: là loại cao su có tính chịu nhiệt tốt, có tính đàn hồi tốt, bền với tác động của môi trường hóa học nên thường dùng trong các loại sản phẩm chịu nhiệt nhẹ cốt hơi, màng lưu hóa hoặc trong các thiết bị chịu nhiệt, acid, kiềm... Tính kín khí tốt nên thường dùng trong các sản phẩm như săm... Butyn còn dùng trong vật liệu bạc lót , dây điện hoặc các vật liệu khác do tính bền với khí hậu. butyl còn có tính chịu va đập tốt nên thường dùng trong các sản phẩm cần có tính chống rung cao. Nhược điểm của butyl là tính chịu dầu mỡ kém, không trộn lẫn với các loại cao su khác, tốc độ lưu hóa thấp.
- Ngoài ra còn có nhiều loại cao su tổng hợp khác như: Clopren, Clobutyl, Thiokol, silicon... có nhiều tính năng khác nhưng ít sử dụng hơn. Tất cả các loại cao su tổng hợp đều được kiểm tra tính năng cơ lý theo đơn pha chế chuẩn riêng dành

cho từng loại cao su, qui trình luyện, điều kiện lưu hóa mẫu, các số liệu về tính năng cơ lý cũng khác nhau đối với từng loại cao su.

c) *Cao su tái sinh.*

Là loại cao su thu được bằng phương pháp thoát lưu cao su đã qua lưu hoá, qua đó có thể sử dụng lại các loại sản phẩm cao su đã qua sử dụng với mục đích giảm giá thành sản phẩm. Quy trình chung sản xuất cao su tái sinh là:



*Hình 1.3: Sơ đồ quy trình sản xuất cao su tái sinh*

Có nhiều phương pháp sản xuất cao su tái sinh như thoát lưu bằng hơi nước bão hòa, dung hóa chất hoặc dung máy ép đùn ... Chất làm mềm được đưa vào để làm trương nở cao su, giảm lực liên kết giữa các phân tử trong cao su tạo thuận lợi cho việc tái sinh, lượng dung từ 10-30%.

Nhìn chung cao su tái sinh có ưu điểm sau:

- Cải thiện độ dẻo, giảm thời gian cho chất độn vào mẻ luyện.
- Tăng tốc độ ép đùn, giảm độ nở của cao su miệng đùn.
- Giảm tiêu hao năng lượng vì một phần chất độn đã có trong cao su tái sinh.
- Tăng tính dính.

Nhược điểm của cao su tái sinh là sự giảm các tính năng cơ lý nên nó được sử dụng với các hàm lượng thấp theo yêu cầu của từng loại sản phẩm, nó được dung nhiều trong các sản phẩm lưu hoá bằng khuôn như thảm cao su, ống cao su, ... đặc biệt là các sản phẩm lớn vì chúng có tính lưu động chậm nên để điền đầy khuôn, không tạo bọt khí.

Các loại cao su có những tính chất cần thiết, cao su thiên nhiên, SBR, Butyl. Sau khi thoát lưu cao su tái sinh cũng được kiểm tra các tính năng cơ lý theo đơn pha chế cơ cho từng chủng loại cao su.

### 1.1.2. Các chất phối hợp cho cao su

Để tạo cho cao su có những tính chất cần thiết, cao su sống được hỗn luyện với các hợp chất khác. Các hợp chất này có thể ở dạng bột lỏng, có nguồn gốc hữu cơ hay vô cơ, lượng dung có thể rất nhỏ (0,01%) đến rất lớn (vài trăm phần khối lượng). Phụ thuộc vào tính năng tác dụng các chất phối hợp được phân loại thành các loại sau:

#### a) *Chất hữu cơ:*

Là các chất dưới điều kiện lưu hóa (áp lực, nhiệt độ), tham gia phản ứng liên kết các mạch cao su để tạo mạng lưới không gian, thay đổi tính chất của cao su từ trạng thái biến dạng dẻo, chảy nhớt, độ bền cơ học thấp ..., sang trạng thái biến dạng đàn hồi cao, độ bền cơ học, nhiệt độ cao. Các chất lưu hóa thường dung :

- Lưu huỳnh (S): Thông dụng.
- Các Peroxid hữu cơ.
- Nhựa Phenol Formaldehyt (lưu hóa cao su Butyl).

#### b) *Các chất xúc tiến lưu hóa:*

Khi lưu hóa cao su với sự có mặt của lưu huỳnh thì thời gian lưu hoá rất lâu, sản phẩm có nhiều khuyết điểm: tính chống lão hóa kém, dễ bị phun sương, thì tính năng cơ lý không cao. Để hạn chế các hiện tượng trên chất xúc tiến lưu hóa được thêm vào để hoạt hóa chất lưu hóa làm tăng tốc độ phản ứng từ đó rút ngắn thời lưu hóa, tăng tính năng cơ lý và hạ giá thành sản phẩm. Các chất xúc tiến thông dụng:

- Xúc tiến M: chống lão hóa, mài mòn, ảnh hưởng đến màu sắc.
- Xúc tiến DM: Tăng tính năng cơ lý.
- Xúc tiến D: dung trong sản xuất cao su thực phẩm.
- Xúc tiến CZ: dung cho hỗn hợp lưu hóa thời gian dài.
- Xúc tiến TMTD: tăng độ bền nhiệt, thường dung cho sản phẩm cao su thực phẩm.

- Xúc tiến EZ: thường cho keo tụ lưu.

c) *Các chất chống lão hóa:*

Quá trình lão hóa là sự thay đổi ngoại quan. Tính năng cơ lý của sản phẩm.

- Phòng lão vật lý: là các chất bảo vệ sự thâm nhập của oxy không khí vào trong cao su, khi gia công (nhiệt độ cao) thì các chất này tẩm vào cao su, khi sử dụng (nhiệt độ thấp) thì chúng khuếch tán ra bề mặt sản phẩm tạo một màng mỏng ngăn chặn Oxy xâm nhập. Tiêu biểu cho nhóm này là: Parafil, Antilux....
- Phòng lão hóa học: do hạn chế của các chất phòng lão vật lý (giảm sức dính, giảm bền, không hoàn toàn ngăn chặn lão hóa ...) nên phòng lão hóa học được dung rộng rãi. Tiêu biểu cho nhóm này là: 4010NA, 4020, SP, RD.....

d) *Các chất trợ xúc tiến:*

Là các chất nâng cao hiệu quả tác dụng của chất xúc tiến, tạo cho cao su các tính năng kỹ thuật cao hơn. Một số chất trợ xúc tiến thường dung:

- ZnO: tăng tính truyền nhiệt.
- MgO: dung trong cao su cứng.
- Acid Stearic: có tác dụng như chất làm mềm, giúp phân tán chất độn tốt, tạo thuận lợi cho các thao tác luyện, cán tráng, ép đùn ...

e) *Các chất làm mềm:*

Là các chất không tạo phản ứng với cao su mà chỉ có tác dụng làm trương nở cao su, giảm lực hút giữa các phân tử cao su khiến cho hỗn hợp trở nên mềm mại, làm tăng độ dẻo để dễ gia công. Một số chất làm mềm thông dụng:

- Parafil : có tác dụng phòng lão.
- Dầu thông: làm tăng sự phân tán của chất độn.
- Nhựa thông: tăng tính dính kết của bán thành phẩm.
- Cuamaron: tăng sự dính kết giữa cao su và vật liệu khác.
- Dầu hóa dẻo: (Aromatic, parafil, Naphtalen...) làm dẻo cao su, giúp phân tán chất độn.
- DBP, DOP: làm mềm cao su NBR.

f) *Các chất độn:*

Đóng vai trò quan trọng trong hỗn hợp cao su, phụ thuộc yêu cầu của sản phẩm chất độn có thể là hữu cơ hoặc vô cơ. Hàm lượng chất độn trong cao su dao động rất lớn (vải phên đến hàng trăm phần khối lượng). Các chất độn thường dung:

- Than đen: được chia làm hai loại: than đen hoạt tính (N110-N330), loại này làm tăng tính chống mài mòn, tăng lực kéo đứt, tăng độ cứng hơn loại Than bán hoạt tính (N550-N990), tuy nhiên than hoạt tính dễ gây tự lưu khi gia công do khả năng sinh nhiệt cao hơn. Do vậy than hoạt tính được dung cho bề các sản phẩm yêu cầu có tính chống mài mòn cao hoặc làm việc trong môi trường ma sát cao, than bán hoạt tính thường dung trong pha chế tráng vải, ép đùn....
- Oxid Silic: ( $\text{SiO}_2$ ) có hoạt tính gần giống than đen thường dung trong pha chế mặt lớp làm việc trong môi trường khác nghiệt.
- Các chất độn trơ:  $\text{CaCO}_3$ . Kaolin ( $2\text{SiO}_2.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{BaSO}_4$ , bột Tal( $3\text{MgO}.4\text{SiO}_2.\text{H}_2\text{O}$ ).

g) Chất màu:

là các Ocid kim loại:

- $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ : cho màu trắng.
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : đỏ CK, cho màu đỏ.
- $\text{Cr}_2\text{O}_3$ : vàng M35, vàng 2500, cho màu vàng.

h) Chất phòng tự lưu.

Là các chất có tác dụng hạn chế hiện tượng tự lưu hóa trong quá trình gia công cao su, yêu cầu của các chất này là không làm giảm tốc độ lưu hóa và các tính năng cơ lý của sản phẩm. Một số chất phòng tự lưu thường dung. Anhydrid, Phtalic, Acid Benzoic, Vulkalent G, Santogard PVI ....

i) Các chất công dụng đặc biệt:

\*Chất làm dẻo: là các chất cho vào cao su làm tăng độ dẻo cao su nhanh, rút ngắn thời gian sơ luyện, giảm tiêu hao điện năng...

- Làm dẻo lý học: có tác dụng cắt mạch cao su để làm tăng độ dẻo như: Renacit 11, A86 ... nhưng có nhược điểm cần nhiệt độ gia công cao, mặt khác do cắt mạch nên làm giảm tính năng cơ lý của sản phẩm.

- Làm dẻo hóa học: có tác dụng làm trương mạch cao su tăng do trượt giữa các mạch tạo điều kiện cho các phụ gia phân tán tốt trong cao su. Các chất thường dùng như Aktiplast, EF 44 ....

\*Các chất trợ thao tác: là các chất được cho vào cao su để giúp đỡ sự phân tán giữa các phụ gia, đặc biệt là than đen (như Struktol VVB212, Rhenosin .. ) hoặc có tác dụng hỗ trợ sự phối hợp tốt giữa các loại cao su trong cùng đơn pha chế (40 MSF ..)

### **1.1.3. Vật liệu dệt**

Một số sản phẩm do yêu cầu tính năng sử dụng nên trong kết cấu có các lớp vải dệt để tăng cường độ bền của sản phẩm (lốp, ống, băng tải...). Các lớp vải này có thể là vải mảnh hoặc vải bạc được dệt sợi bông, sợi Polyamid, Polyrylen hoặc sợi kim loại. Yêu cầu chung của các loại vải là độ bền cao, chịu được tác động khi sản phẩm làm việc, bám dính tốt với cao su, chịu được nhiệt độ khi lưu hóa.

#### **a) Vải mảnh.**

Là loại vải có kết cấu chủ yếu là các sợi dọc, rất ít sợi ngang với xông dụng giữ cho sợi ngang khỏi bị xô lệch. Trước đây vải mảnh được dệt từ sợi bông nhưng sẽ có nhiều khuyết điểm nên hiện nay được chế tạo chủ yếu từ sợi tổng hợp, sản phẩm nhẹ hơn và có tính năng sử dụng cao hơn.

Vải mảnh được chế tạo từ sợi Polyamid gồm hai loại: Nylon-6 và 66 tùy thuộc vào nguyên liệu ban đầu, nylon66 cho sản phẩm có sức dính cao hơn, bền với nhiệt độ hơn nylon-6 nhưng giá thành cao hơn.

#### **b) Vải bạt:**

Là loại vải có kết cấu sợi ngang đan thang góc nhau, mật độ ngang nhau. Vải bạt cũng được chế tạo từ sợi bông, sợi nylon hoặc sợi kim loại. Vải bạt dùng để bọc gót lốp, làm ống, băng tải, giày ...

#### **c) Vải phin:**

Có kết cấu như vải bạt nhưng kích thước sợi nhỏ hơn nên chỉ dùng vào các mục đích có yêu cầu không cao lắm như để bọc gót lốp, giày ...

### **1.1.4. Vật liệu kim loại**

Được dùng trong các sản phẩm có yêu cầu độ bền cao như vòng tang của lốp, các loại van của săm, ống hút, các sản phẩm kỹ thuật . . . Yêu cầu chung là có độ bền cao, không gi, tính chống uốn gập tốt, không bị vặn xoắn, bám dính tốt với cao su (để tăng cường sức dính với cao su thường phủ một lớp đồng lên bề mặt kim loại).

### **1.1.5. Vật liệu phụ**

Là các vật liệu được dùng trong các công đoạn sản xuất nhưng không tham gia trực tiếp vào cấu thành sản phẩm:

- Chất cách ly cao su: bột tal, Searat, Zn, Kaolin.
- Chất bôi trơn khuôn, màng, cốt hơi, Silicon các loại ....
- Dung môi pha: Acêton, Toluen.
- Các loại vải lót ...

## **1.2. Sơ, hỗn luyện cao su**

### **1.2.1. Sơ luyện**

Là quá trình dưới tác dụng của lực cơ học và sự tác dụng của cao su với không khí làm phá vỡ các phân tử cao su và kết quả là làm tăng độ dẻo, khả năng hấp thụ các phụ gia và tạo điều kiện gia công các công đoạn sau được dễ dàng.

a) *Sơ luyện trên máy luyện hồ:*

\* Trình tự tiến hành:

- Phá vỡ cao su bằng cách cho cao su qua khe (cự ly trục 3-4mm) nhiều lần.
- Làm dẻo bằng cách ép thông với cự ly trục 1,5-2 mm cho đến khi đạt độ dẻo.
- Xuất tấm hoặc cuộn, để nguội.

Trong quá trình hoá dẻo, độ dẻo của cao su tăng nhanh, sau đó tăng chậm. Vì vậy để đạt được độ dẻo cao thì phải sơ luyện nhiều lần. Sau mỗi lần phải làm nguội và để yên ít nhất 8h mới sơ luyện tiếp.

Có thể sử dụng các chất như xúc tiến M, Renatit 11, Struktol 86 ... làm chất hóa dẻo khi sơ luyện trên máy hồ.

\* Các yếu tố chính ảnh hưởng đến tốc độ sơ luyện:

- Trọng lượng mẻ luyện phải phù hợp với công suất máy.

$$V_{\text{cao su}} = D_{\text{trục}} \times L_{\text{trục}} \times 0,65.$$

- Cự ly trục càng nhỏ thì hoá dẻo càng nhanh.
- Tỷ tốc thích hợp 1/1,12 – 1/1,25.
- Nhiệt độ trục 55-65C.

b) Sơ luyện trên máy luyện kín:

Ở nhiệt độ 150-180C trong máy luyện kín, cao su bị hóa dẻo không phải bằng lực cơ học mà là do sự Oxy hóa làm cắt mạch cao su. Đây là phương pháp nhiệt luyện, thời gian sơ luyện chỉ kéo dài từ 3-5 phút so với 30-45 phút khi sơ luyện trên máy luyện hở. Khi sơ luyện cần chú ý:

- Cao su sống phải được cắt nhỏ.
- Trọng lượng mẻ luyện phải phù hợp với kích thước buồng làm việc.
- Kiểm tra chặt chẽ nhiệt độ và thời gian.
- Có thể dung các chất hóa dẻo xúc tiến M, Struktol 86.

### 1.2.2. Hỗn luyện

Là giai đoạn tiếp sau sơ luyện, ở đây các phụ gia cần thiết được thêm vào cao su đã qua sơ luyện. Yêu cầu của hỗn luyện là các phụ gia phải phân tán đều trong ảnh hưởng đến các tính năng cơ lý của sản phẩm.

a) Các yếu tố ảnh hưởng đến hỗn luyện:

- Mỗi chủng loại cao su phải có quá trình hỗn luyện phù hợp.
- Độ ẩm của cao su ảnh hưởng xấu đến chất lượng bán thành phẩm.
- Sử dụng các chất tăng cường độ phân tán như EF44, Aktiplsat, các chất làm mềm để tránh hiện tượng vón cục của phụ gia.
- Độ dẻo của các cao su hỗn luyện phải phù hợp.
- Độ mịn của các chất độn, các chất không tan.
- Thứ tự cho các phụ gia vào cao su.

- Đặc tính, kết cấu của thiết bị hỗn luyện.
- Nhiệt độ và thời gian hỗn luyện

b) Quá trình thao tác trên máy luyện hồ:

Nhiệt độ trực luyện (°C)	Trực trước	55÷66
	Trực sau	50÷55
Cự ly trực (mm)	Cán dẻo	3÷4
	Cho phụ gia	8÷10
	Ép thông	2÷2,5
	Xuất tấm	8÷10
Thời gian thao tác	Phụ thuộc đơn pha chế	
Trình tự thao tác (Đối với cao su thiên nhiên)	Cao su sống đã đơn luyện Cao su tái sinh Các hóa chất lượng nhỏ Chất độn hoạt tính Xúc tiến	
Thời gian làm mát trên Batch-off	Tối thiểu bằng một chu kỳ hỗn luyện	
Nhiệt độ cao su nhập kho	40 ÷ 50°C	

c) Hỗn luyện trên máy luyện kín:

Các bước thao tác	Thời điểm (phút)
-------------------	------------------

Cho cao su	0
Cho hóa chất hạt nhỏ, 2/3 chất độn	0'30'' ÷ 0'45''
Các chất làm mềm lông	3'00'' ÷ 3'30''
Cho 1/3 chất độn còn lại	4'00'' ÷ 4'30''
Nâng hạ đỉnh	4'30'' ÷ 5'00''
Nhả cao su lên máy luyện hồ	5'00'' ÷ 6'00''

**1.2.3. Nguyên nhân hư hỏng và cách khắc phục**

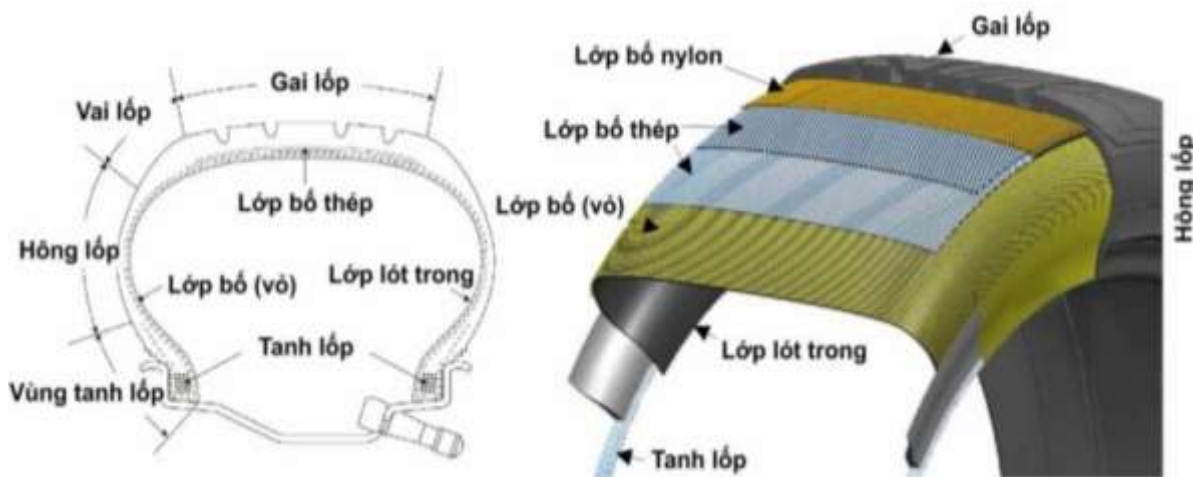
Hiện tượng	Nguyên nhân	Cách khắc phục
Tỷ trọng cao	Than và chất độn nhiều Luyện không đều	Cân hóa chất chính xác Luyện kĩ hơn
Tỷ trọng thấp	Cao su sống, ít chất độn Luyện không đều	Cân hóa chất chính xác Luyện kĩ hơn
Độ cứng thấp	Thừa chất làm mềm Độ dẻo cao su sống cao S và xúc tiến nhiều Thiếu chất độn Kéo dài thời gian luyện	Cân chính xác Kiểm tra độ dẻo Cân chính xác Cân chính xác Luyện đúng thời gian qui định
Độ cứng cao	Độ dẻo cao su thấp Thừa chất độn, xúc tiến, S	Kiểm tra độ dẻo Cân chính xác
Chậm chín	Thiếu xúc tiến, trợ xúc tiến, S	Cân chính xác
Tự lưu	Nhiệt độ trực quá cao Thứ tự cho hóa chất sai Làm sạch không tốt	Di trì nhiệt độ qui định Luyện đúng qui cách Làm sạch, mát tốt
Xốp bọt khí	Nguyên vật liệu ẩm	Bảo quản độ ẩm qui định
Không đạt tính năng cơ lý	Luyện sai qui cách Mát mát hóa chất	Luyện đúng qui cách Tắt quạt, máy hút bụi khi luyện
Hỗn hợp cao su bị bắn	Tạp chất lẫn vào hóa chất Vệ sinh kém	Kiểm tra nguyên vật liệu Vệ sinh kĩ hơn
Bị vón cục	Nguyên vật liệu ẩm Cho hóa chất làm mềm lỏng không đúng qui cách	Kiểm tra độ ẩm Luyện đúng qui cách
Bong trực	Cắt xẻo dao sớm	Luyện đúng qui cách
Dính trực	Cho chất làm mềm không đúng lúc	Luyện đúng qui cách

## CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT LÓP Ô TÔ VÀ VAI TRÒ CỦA VẢI TRONG SẢN XUẤT LÓP

### 2.1. Khái quát quy trình công nghệ sản xuất lớp ô tô

#### 2.1.1. Kết cấu lớp

##### a) Cấu tạo



Hình 2.1: Cấu tạo lớp xe ô tô

Lớp ô tô được cấu tạo từ các thành phần sau:

- Cao su: Bao gồm cao su mặt chạy, cao su hông lớp, cao su nền, cao su tráng vải tầng trong ngoài, vải hoãn xung, cao su gót tanh, cao su tráng vải bọc gót và cao su da đầu.
- Vải: Ta có bảng sau:

Loại vải	Kết cấu	Mật độ	Công dụng
Vải màn tầng trong	1260D2, 1680D2, 1260D3.	88-100	Các lớp vải tầng trong
Vải màn tầng ngoài	1260D2, 1680D2, 1260D3.	72-75	Các lớp vải tầng ngoài
Vải màn hoãn xung	1260D2, 1680D2, 1260D3.	48-52	Các lớp vải tầng hoãn xung
Vải bọc tanh	840D1, bạt	78-82	Bọc tanh
Vải bọc gót	1260D1	60-65	Bọc gót

+ Trong đó D1, D2, D3 chỉ kết cấu sợi dọc được xe từ 1, 2, 3 sợi đơn. Sợi ngang là sợi đơn.

+ Tanh: Là các sợi thép.

- + Lớp ô tô có hai loại cấu tạo chủ yếu: Lớp mảnh chéo được cấu thành từ các lớp vải mảnh đan chéo nhau, lớp Radian gồm các tầng vải nằm song song nhau.

b) *Vai trò của các thành phần trong lớp*

- Cao su mặt chạy: Là phần cao su tiếp xúc với mặt đường có tác dụng bám đường, chịu ma sát, chịu mài mòn, va đập, chịu được các tác động của môi trường.
- Cao su hông lớp: Là phần cao su hai bên hông lớp có tác dụng bảo vệ các tầng vải mảnh, chịu lực uốn gập, chịu được các tác động của môi trường.
- Cao su tráng vải: Là cao su dùng để tráng lên hai mặt của lớp vải, tăng sự bám dính của các tầng vải với nhau. Có hai loại cao su tráng vải (TT dùng để tráng các lớp vải tầng trong, TN dùng để tráng các loại vải tầng ngoài và hoãn xung). Hai loại cao su này dùng để tráng cao su cách ly, là các tấm cao su tác dụng tăng dính giữa các tầng vải, giảm các tác động từ ngoài vào.
- Cao su nền: Là thành phần cao su nằm dưới cao su mặt chạy, là lớp đệm trung gian của phần mặt lớp và các tầng vải, chịu lực tác động từ môi trường ngoài, sinh nhiệt ít.
- Cao su da dầu: Là cao su dùng để dán lên phía trong của lớp vải thứ nhất, có tác dụng bảo vệ cho tầng vải khỏi hồng khi cọ sát vào săm.
- Cao su gót tanh: Dùng để bọc các sợi tanh và làm cao su tam giác, cao su cần có độ bám dính tốt với kim loại.
- Tanh: Là các sợi thép có Ø0,95mm, có tác dụng giúp lớp bám vào vành. Sợi thép thép có độ bền uốn, bền bẻ gập, bám dính tốt với cao su.
- Vải: Là thành phần cơ bản của lớp, giúp lớp có hình dạng, chịu được tải trọng, quyết định đến độ bền sử dụng của lớp. Các lớp vải mảnh được sắp xếp từ trong ra ngoài với mật độ giảm dần. Các loại vải hoãn xung là phần tiếp xúc với mặt lớp có mật độ thưa nhất, có tác dụng tăng dính của mặt lớp và các tầng vải giảm các chấn động từ ngoài vào làm hông lớp.

c) *Ký hiệu*

Thông thường lớp ô tô có các cách ghi ký hiệu sau:

\* Bề rộng lớp x Đường kính vành (inch-inch, mm-mm).

Ví dụ: 9,00-20; 18,00-25(inch).

260-508(mm).

\* Đường kính lớp x Bề rộng hông(mm).

Ví dụ: 800x200 (thường dùng cho lớp máy bay).

\* Đối với lớp Radian thì thường có thêm ký hiệu R.

Ví dụ: 9,00R20 hoặc ký hiệu 205/60R1591Q, trong đó:

205: Bề rộng lớp(mm).

60: Tỷ lệ % giữa bề rộng hông lớp với chiều cao tính từ gót.

R: Lớp Radian.

15: Đường kính vành(inch).

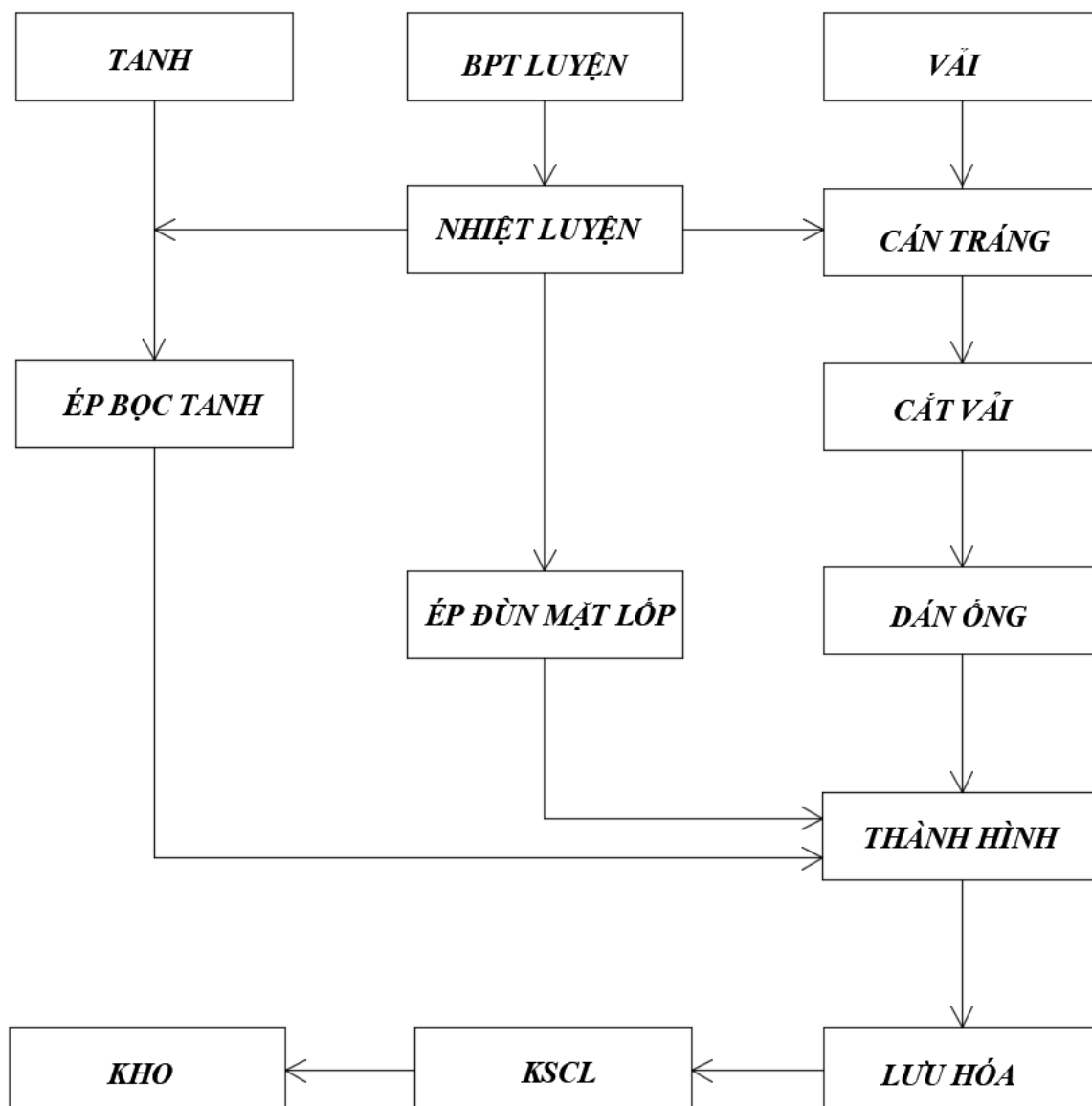
91: Chỉ số tốc độ (km/h).

### 2.1.2. Luyện

Tất cả các loại cao su bán thành phẩm cho ô tô gồm MC, HL, DL, TT, TN, DD, GT được luyện theo đúng đơn pha chế và qui trình luyện. Sau đó kiểm tra theo các thông số sau:

Tên BTP	Độ dẻo Mooney ở 100°C	Điểm lưu hóa Rheometer		Độ phân tán
		Ts 1 (ph)	Tc 90 (ph)	
MC	60 ÷ 70	3,30 ÷ 4,30	5,30 ÷ 6,30	Mln 7.5
HL	57 ÷ 67	3,00 ÷ 4,00	5,15 ÷ 6,15	Mln 7.5
DL				
TT	42 ÷ 50	3,30 ÷ 4,30	6,00 ÷ 7,00	Mln 7.5
TN	45 ÷ 53	3,00 ÷ 4,00	5,30 ÷ 6,30	Mln 7.5
GT	68 ÷ 78	2,30 ÷ 3,30	5,30 ÷ 6,30	Mln 7.5
DD	55 ÷ 65	3,30 ÷ 4,30	6,00 ÷ 7,00	Mln 7.5

2.1.3. Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất lớp



Hình 2.2: Sơ đồ dây chuyền công nghệ sản xuất lớp

a) Ép đùn cao su mặt lớp

Được tiến hành trên máy ép đùn Ø200. Cao su bán thành phẩm mặt lớp sau khi kiểm tra đạt yêu cầu được nhiệt luyện trên máy luyện hồ rồi đưa qua máy luyện hồ khác để xuất dải nạp vào máy ép đùn, mặt lớp được ép đùn ra được đi qua dàn làm mát, sau đó cắt định dài và chất lên giá.

b) Gia công vòng tanh

Là công đoạn chế tạo vòng tanh, bao gồm các công đoạn: ép đùn tanh, bọc cao su tam giác và vải bọc tanh.

*c) Cắt vải*

Là công đoạn cắt cuộn vải đã qua cán tráng thành những tấm vải có kích thước và góc độ đúng theo thiết kế đã cho.

*d) Dán cao su lên vải*

Là công đoạn dán một lớp cao su mỏng lên một mặt của vải đã tráng cao su, có các loại cao su dán lên vải:

- Cao su da dầu: để bảo vệ sẫm khỏi bị hỏng.
- Cao su cách ly: tăng sức dính giữa các lớp vải.
- Cao su hoãn xung: tăng cường sức dính giữa mặt lớp với tầng vải mảnh hoãn xung (thực hiện trên máy cán tráng khi tráng vải mảnh hoãn xung).

*e) Dán ống*

Là công đoạn dán từng lớp vải đã cắt thành ống tròn có chu vi đã cho tùy theo qui cách. Thường dán 2 – 4 lớp vải mảnh với góc độ hai tầng chéo nhau thành ống.

*f) Thành hình*

Là công đoạn ghép các ống vải, tanh và mặt lớp đã chuẩn bị trước để hình thành BTP lớp cung cấp cho khâu lưu hóa. Đây là khâu quan trọng quyết định đến chất lượng lớp và các khuyết tật bên trong lớp đều có liên quan đến khâu thành hình.

*g) Lưu hóa*

Là công đoạn cuối cùng tạo ra sản phẩm hoàn chỉnh mà ở đó dưới tác dụng của nhiệt độ cao, áp lực sẽ tạo ra các phản ứng hóa học để liên kết các phần tử có mặt trong chiếc lớp BTP thành một khối thống nhất đáp ứng các yêu cầu sử dụng của sản phẩm.

*h) Kiểm tra chất lượng sản phẩm*

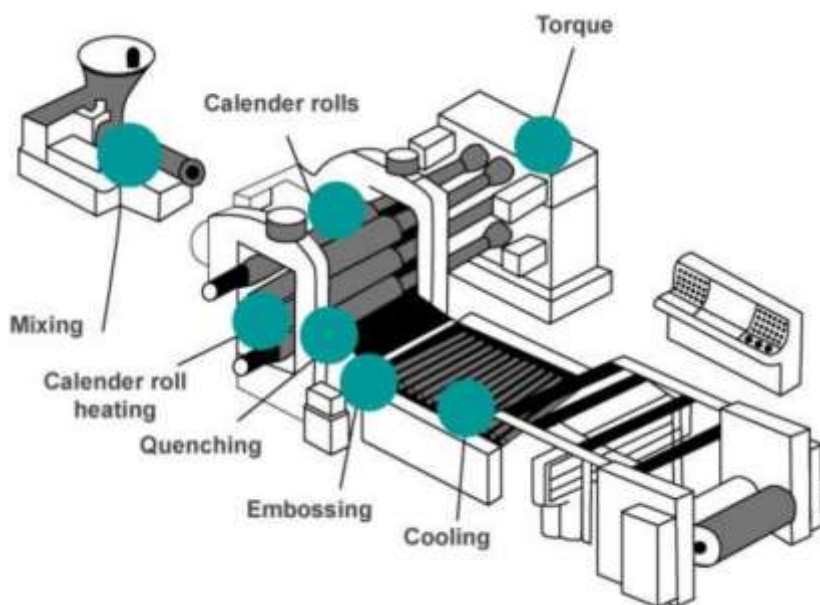
Sản phẩm sau khi cắt bavia sẽ được kiểm tra, phân loại ngoại quan theo tiêu chuẩn ban hành.

- Lớp đạt tiêu chuẩn chính phẩm được đóng gói, ghi nhãn theo qui định và nhập kho. Lớp phế phẩm được phân thành loại phế phẩm.

## 2.2. Quy trình sản xuất vải

### 2.2.1. Quy trình cán

Quy trình cán vải cao su là một bước quan trọng trong sản xuất vải cao su, giúp kết hợp cao su với các sợi tổng hợp để tạo ra sản phẩm có độ bền và khả năng chịu lực cao. Dưới đây là các bước chính trong quy trình này:



Hình 2.3: Quy trình cán vải

Nguyên liệu bao gồm cao su tự nhiên hoặc cao su tổng hợp và các sợi tổng hợp như nylon, polyester hoặc aramid. Các nguyên liệu này được chuẩn bị và cân đo chính xác để đảm bảo chất lượng sản phẩm cuối cùng

#### 1) Gia Nhiệt Cao su

Cao su được gia nhiệt để đạt được độ dẻo thích hợp trước khi đưa vào máy cán. Quá trình gia nhiệt giúp cao su dễ dàng kết dính với các sợi tổng hợp

#### 2) Cán Tráng

Quá trình cán tráng được thực hiện trên máy cán 3 trục hoặc 4 trục. Cao su được đưa vào khe cán trên, tạo thành một lớp cao su phẳng cuộn quanh trục. Vải sợi được đưa vào khe dưới, nơi nó tiếp xúc chặt với lớp cao su đang chạy

Có hai phương pháp cán tráng chính:

- **Frictioning:** Trục giữa chạy nhanh hơn các trục trên và dưới, tạo ra nhiệt độ cao hơn và làm cho lớp cao su mềm hơn, mỏng hơn. Khi cao su và vải sợi gặp nhau ở trục dưới, sự khác biệt về vận tốc ép cao su vào vải, xuyên vào trong cấu trúc dệt
- **Topping:** Tất cả các trục của máy cán chạy ở cùng một vận tốc bề mặt, cao su được ép lên cấu trúc vải nhưng không xuyên vào cấu trúc sợi

### 3) Sấy Khô và Hoàn Thiện

Vải sợi cần được sấy khô trước khi đi vào khe cán để loại bỏ hoàn toàn ẩm và tránh nhiễm bẩn. Quá trình này đảm bảo vải sợi tiếp xúc đều với bề mặt gia nhiệt, tránh gập nếp và ép nát vải sợi trong khe máy cán

### 4) Kiểm Tra Chất Lượng

Vải cao su sau khi cán tráng được kiểm tra cẩn thận về độ bền, độ chính xác kích thước và khả năng chịu lực. Sản phẩm đạt tiêu chuẩn sẽ được cuộn lại thành từng cuộn và chuẩn bị cho các bước sản xuất tiếp theo.

## 2.2.2. Cắt và dán vải

Quá trình cắt và dán vải cao su từ cuộn lớn thành các tấm vải có chiều rộng nhỏ hơn phù hợp với từng loại lớp và đúng tối ưu hóa việc sử dụng nguyên liệu, tăng hiệu quả sản xuất.

Nguyên liệu bao gồm các cuộn vải cao su đã được sản xuất trước đó. Quá trình bao gồm các bước chính:

#### 1) Căng trải vải

Hệ thống máy nhả cuộn vải và căng ra lên mặt phẳng cắt, đánh dấu hoặc đo chiều dài cắt bằng các thiết bị đo

#### 2) Cắt vải

Vải được cắt bằng máy cắt chuyên dụng. Có thể vải vuông góc với tấm vải hoặc cắt chéo một góc  $\alpha$  tùy theo yêu cầu thiết kế.

Đây cũng là đề tài nghiên cứu mà chúng tôi đang thực hiện có tên là “*Thiết kế và chế tạo máy cắt vải cao su tự động*”

### 3) *Dán vải*

Các tấm vải cao su sau khi cắt sẽ được dán lại thành các tấm vải dài và cuộn lại để sử dụng cho các bước sản xuất tiếp theo. Chúng được dán lại nhờ sự kết dính tự nhiên của bề mặt tấm vải cao su. Có 2 phương pháp dán thường được sử dụng: Sử dụng máy dán chuyên dụng hoặc dán thủ công.

## 2.3. Một số máy cắt vải được sử dụng

### 2.3.1. *Máy cắt vải trong dây chuyền cắt dán vải BCM-R2-5260*

#### a) *Các thông số kỹ thuật chính*

Theo tài liệu máy cắt vải màng dán tự động:

- Tốc độ cắt: 15 lần/ phút.(khô vải 500mm)
- Tốc độ nối: 16 lần/ phút.
- Tốc độ tối đa cơ cấu thu cuộn 40m/phút



Hình 2.4: *Máy cắt vải trong dây chuyền cắt dán vải BCM-R2-5260*

\*Các thông số theo điều kiện làm việc tại công ty DRC:

- Số tấm vải cắt và dán: 7.5 tấm/ phút
- Độ rộng khổ vải: 1300 (mm)
- Khi thành hình lớp PCR quy cách 14'': độ dài vải thân: 1260 (mm); độ rộng vải thân 590 (mm).

\* Thông số tính toán công suất như sau:

→ Chiều dài vải thu cuộn trong 1 ngày:  $7.5 \text{ (tấm/phút)} * 1.3 \text{ (m/ tấm)} * 60 \text{ (phút/h)} * 7 \text{ (h)} * 3 \text{ (ka sx/ ngày)} = 12285 \text{ (m /ngày)}$

Trong đó:

- Số giờ máy hoạt động trong ka: 7 giờ
- Ngày sản xuất : 3 ka
- Số ngày sản xuất trong tháng 24 ngày
- Số tháng sản xuất: 11,5 tháng

b) *Ưu và nhược điểm của máy*

Ưu điểm:

- Khả năng tự động hóa cao, cần ít công nhân vận hành, thông thường chỉ cần khoảng 2 – 3 công nhân để vận hành cả dây chuyền gồm thay cuộn, vận hành cắt và dán.
- Độ chính xác cao, chất lượng đồng đều.
- Dễ dàng vận hành.

Nhược điểm:

- Chưa tối ưu được hành trình cắt trong 1 lần cắt nên thời gian cho cơ cấu chấp hành chạy không còn nhiều.
- Năng suất chưa cao, vì vậy công ty DRC phải cần đến nhiều dây chuyền tương tự để sản xuất.
- Giá thành cao, chi phí vận hành lớn.
- Khó khăn trong sửa chữa thay thế do là máy nhập khẩu từ Đài Loan - Trung Quốc.

## CHƯƠNG 3: CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

### 3.1. Tổng quan về PLC và PLC S7-1200

#### 3.1.1. Tổng quan về PLC

##### a) Giới thiệu

Kỹ thuật điện tử đã phát triển đến trình độ kỳ diệu và sẽ có những tiến bộ vượt bậc trong tương lai. Nó góp phần không nhỏ và sản xuất công nghiệp. Nhất là trong giai đoạn hội nhập hiện nay. Các doanh nghiệp không ngần ngại hạ giá thành sản phẩm tăng sức cạnh tranh với các công ty khác. Một trong những giải pháp về trang thiết bị hiện đại này là PLC. PLC có khả năng vận hành tự động theo một quy trình định sẵn mà không cần có sự tham gia của con người lúc vận hành. Bởi tất cả những gì cần thiết cho ra đời một loạt sản phẩm đã tích hợp tất cả trong một thiết bị nhỏ gọn đó là PLC. Hệ thống tự động này gần như tối ưu khi kết hợp với máy vi tính để điều khiển và kiểm soát quá trình sản xuất hoàn toàn chỉ trên máy vi tính.

Thật ra hệ thống điều khiển tự động này đã xuất hiện từ năm 1970 và nhanh chóng trở thành sự lựa chọn cho việc sản xuất. Nhưng ở Việt Nam, còn khá nhiều công ty hoàn toàn xa lạ với PLC. Tại sao như vậy? Về giá thành? Đúng là PLC còn khá đắt nhưng chỉ với một công ty sản xuất thì giữa đầu tư ban đầu đó với những lợi ích nó đem lại thì giá thành không đáng quan tâm lắm. Thật ra là do ngại thay đổi, do chưa hiểu nhiều về PLC nên khi vận hành, bảo trì, bảo dưỡng, thay đổi chương trình gặp không ít khó khăn cho người sử dụng. Vì vậy cần chủ động tiếp cận, khi nắm bắt được rồi vấn đề chuyển giao công nghệ không còn đáng lo và PLC có thể hiện tính ưu việt nhờ sự hiểu biết của người sử dụng. Vậy PLC là gì? Hy vọng nội dung được đề cập trong đồ án này giúp người đọc hiểu hơn về PLC.

##### b) PLC là gì?

PLC là viết tắt của Programmable Logic Controller có nghĩa là thiết bị điều khiển logic khả trình. Sự phát triển của PLC đã mang lại nhiều thuận lợi và làm cho các thao tác máy trở nên nhanh, nhạy, dễ dàng và tin cậy hơn. Nó có khả năng thay thế hoàn toàn cho các phương pháp điều khiển truyền thống dùng role (loại thiết bị phức tạp và công kênh); khả năng điều khiển dễ dàng và linh hoạt dựa trên việc lập trình trên các lệnh

logic cơ bản; khả năng định thời, đếm; giải quyết các vấn đề toán học và công nghệ; khả năng tạo lập, gửi đi, tiếp nhận những tín hiệu nhằm mục đích kiểm soát sự kích hoạt hoặc đình chỉ những chức năng của máy hoặc một dây chuyền công nghiệp.

Như vậy những đặc điểm làm cho PLC có tính năng ưu việt và tích hợp trong môi trường công nghiệp:

- Khả năng kháng nhiễu tốt.
- Cấu trúc dạng module rất thuận tiện cho việc thiết kế, mở rộng, cải tạo nâng cấp...
- Có những module chuyên dụng để thực hiện chức năng đặc biệt hay những module truyền thông để kết nối PLC với mạng công nghiệp hoặc qua mạng internet.
- Khả năng lập trình được, lập trình dễ dàng cũng là đặc điểm quan trọng để xếp hạng một hệ thống điều khiển tự động.

Thuộc vào hệ sản xuất linh hoạt do tính thay đổi được do chương trình hoặc thay đổi trực tiếp các thông số mà không cần thay đổi lại chương trình.

#### *c) Cấu trúc phần cứng của PLC*

Các thành phần cơ bản của một PLC thường có các module phần cứng sau:

- Module nguồn.
- Module đơn vị xử lý trung tâm.
- Module bộ nhớ chương trình và dữ liệu.
- Module đầu vào.
- Module đầu ra.
- Module phối ghép (để hỗ trợ cho vấn đề truyền thông nội bộ).
- Module chức năng (để hỗ trợ cho vấn đề truyền thông mạng).

#### *d) Cấu trúc bộ nhớ PLC*

### **Bộ nhớ chia làm 3 vùng chính**

**Vùng chứa chương trình ứng dụng:** Vùng chứa chương trình được chia làm miền:

- Organisation block: Miền chứa chương trình tổ chức, chứa chương trình chính, các lệnh trong khối này luôn được quét.
- Subroutine (Chương trình con): Miền chứa chương trình con, được tổ chức thành hàm và có biến hình thức để trao đổi dữ liệu, chương trình con này sẽ được thực hiện khi nó được gọi trong chương trình chính.
- Interrupt (Chương trình ngắt): Miền chứa chương trình ngắt được tổ chức thành hàm và có khả năng trao đổi dữ liệu với bất cứ một khối chương trình nào khác. Chương trình này sẽ được thực hiện khi có sự kiện ngắt xảy ra. Có rất nhiều sự kiện ngắt như: Ngắt thời gian, ngắt xung tốc độ cao ...

**Vùng chứa tham số của hệ điều hành:** chia thành miền khác nhau:

- I (Process Image Input): Miền dữ liệu các cổng vào số, trước khi bắt đầu thực hiện chương trình, PLC sẽ đọc giá trị logic của tất cả các cổng đầu vào và cất giữ chúng trong vùng nhớ I. Thông thường chương trình ứng dụng không đọc trực tiếp trạng thái logic của cổng vào số mà chỉ lấy dữ liệu của cổng vào từ bộ đệm I.
- Q (Process Image Output): Miền bộ đệm các dữ liệu cổng ra số. Kết thúc giai đoạn thực hiện chương trình, PLC sẽ chuyển giá trị logic của bộ đệm Q tới các cổng ra số. Thông thường chương trình không trực tiếp gán giá trị tới tận cổng ra mà chỉ chuyển chúng tới bộ đệm Q.
- M (Miền các biến cờ): Chương trình ứng dụng sử dụng những biến này để lưu giữ các tham số cần thiết và có thể truy nhập theo bit (M), byte (MB), từ (MW) hay từ kép (MW).
- T (Timer): Miền nhớ phục vụ bộ thời gian (Timer) bao gồm việc lưu giữ giá trị thời gian đặt trước (PV- Preset Value), giá trị đếm thời gian tức thời (CV- Current Value) cũng như giá trị Logic đầu ra của bộ thời gian.
- C (Counter): Miền nhớ phục vụ bộ đếm bao gồm việc lưu giữ giá trị đặt trước (PV- Preset Value), giá trị đếm tức thời (CV- Current Value) và giá trị logic đầu ra của bộ đếm.

**Vùng dữ liệu.**

- Vùng dữ liệu là một vùng nhớ động. Nó có thể được truy cập theo từng bit, từng byte, từng từ đơn (word) hay từ kép (double word) và được sử dụng làm miền lưu trữ dữ liệu cho các thuật toán, các hàm truyền thông, lập bảng, các hàm dịch chuyển, xoay vòng thanh ghi, con trỏ địa chỉ...

*e) Xử lý chương trình*

PLC thực hiện chương trình theo chu kỳ lặp. Mỗi vòng lặp được gọi là một vòng quét (Scan). Mỗi vòng quét được bắt đầu bằng việc đọc dữ liệu từ các cổng vào cùng bộ đệm ảo, tiếp theo giai đoạn thực hiện chương trình. Trong từng vòng quét chương trình thực hiện bằng lệnh đầu tiên và kết thúc bằng lệnh kết thúc. Sau giai đoạn thực hiện chương trình là giai đoạn truyền thông và kiểm tra lỗi, vòng quét được kết thúc bằng giai đoạn chuyển các nội dung của bộ đệm ảo đến cổng ra.

*f) Cấu trúc chương trình*

Chương trình trong S7-1200 được lưu trong bộ nhớ PLC ở vùng dành riêng cho chương trình và có thể được lập với 2 dạng cấu trúc khác nhau:

Lập trình có cấu trúc: chương trình được chia thành những phần nhỏ và mỗi phần thực thi những nhiệm vụ riêng biệt của nó, từng phần này nằm trong những khối chương trình khác nhau. Loại hình cấu trúc này phù hợp với những bài toán điều khiển nhiều nhiệm vụ và phức tạp.

PLC S7-1200 có 3 loại khối cơ bản sau:

Loại khối organization Block: khối tổ chức và quản lý chương trình điều khiển. khối này luôn được thực thi và luôn được quét trong mỗi chu kỳ quét.

Loại khối chương trình con: Khối chương trình với những chức năng riêng giống như một chương trình con hoặc một hàm (chương trình con có biến hình thức). Một chương trình ứng dụng có nhiều khối chương trình con và các khối chương trình con này được phân biệt với nhau bằng tên của chương trình con đó.

Lập trình tuyến tính: toàn bộ chương trình nằm trong một khối bộ nhớ. Loại hình cấu trúc tuyến tính này phù hợp với những bài toán tự động nhỏ. Không phức tạp.

Khối được chọn phải là khối organization Block mà PLC luôn quét và thực hiện

tổng các lệnh đó thường xuyên. Từ lệnh đầu tiên đến lệnh cuối và quay lại lệnh đầu tiên.

Loại khối chương trình ngắt: là khối chương trình đặc biệt có khả năng trao đổi 1 lượng lớn với các khối chương trình khác. Chương trình sẽ được thực thi mỗi khi có sự kiện ngắt xảy ra.

## **3.2. Hệ thống điều khiển điện- khí nén**

### **3.2.1. Những đặc điểm cơ bản**

Hệ thống khí nén gồm nhiều thiết bị nhưng quan trọng nhất là máy nén khí và bình tích áp, được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp lắp ráp, chế biến đặc biệt ở những lĩnh vực cần đảm bảo vệ sinh, chống cháy nổ hoặc ở môi trường độc hại. Ví dụ như lĩnh vực lắp ráp điện tử, chế biến thực phẩm, các khâu phân loại, đóng gói sản phẩm thuộc dây chuyền sản xuất tự động, trong công nghiệp gia công cơ khí, trong công nghiệp khai khoáng, ...

#### ***Các dạng truyền động sử dụng khí nén:***

- Truyền động thẳng là ưu thế của hệ thống khí nén do kết cấu đơn giản và linh hoạt của cơ cấu chấp hành, chúng được sử dụng nhiều trong các thiết bị gá kẹp các chi tiết khi gia công các thiết bị đột dập, phân loại và đóng gói sản phẩm.
- Truyền động quay: trong nhiều trường hợp khi yêu cầu tốc độ truyền động rất cao, công suất không lớn sẽ gọn nhẹ và tiện lợi hơn nhiều so với các dạng truyền động sử dụng các năng lượng khác. Ở những hệ truyền động quay công suất lớn, chi phí cho hệ thống sẽ rất cao so với truyền động điện.

#### **Ưu nhược điểm của hệ thống khí nén:**

##### *Ưu điểm*

- Do không khí có khả năng chịu nén nên có thể nén và trích chứa trong bình chứa với áp suất cao thuận lợi, như là một kho chứa năng lượng. Trong vận hành, người ta thường xây dựng trạm khí nén dùng chung cho nhiều mục đích khác nhau như công việc làm sạch, truyền động trong các máy móc.
- Có khả năng truyền tải đi xa bằng hệ thống đường ống với tổn thất nhỏ.

- Khí nén sau khi sinh công cơ học có thể thải ra ngoài mà không gây tổn hại cho môi trường.
- Tốc độ truyền động cao, linh hoạt.
- Dễ điều khiển với độ tin cậy và chính xác.
- Có giải pháp và thiết bị phòng ngừa quá tải, quá áp suất hiệu quả.

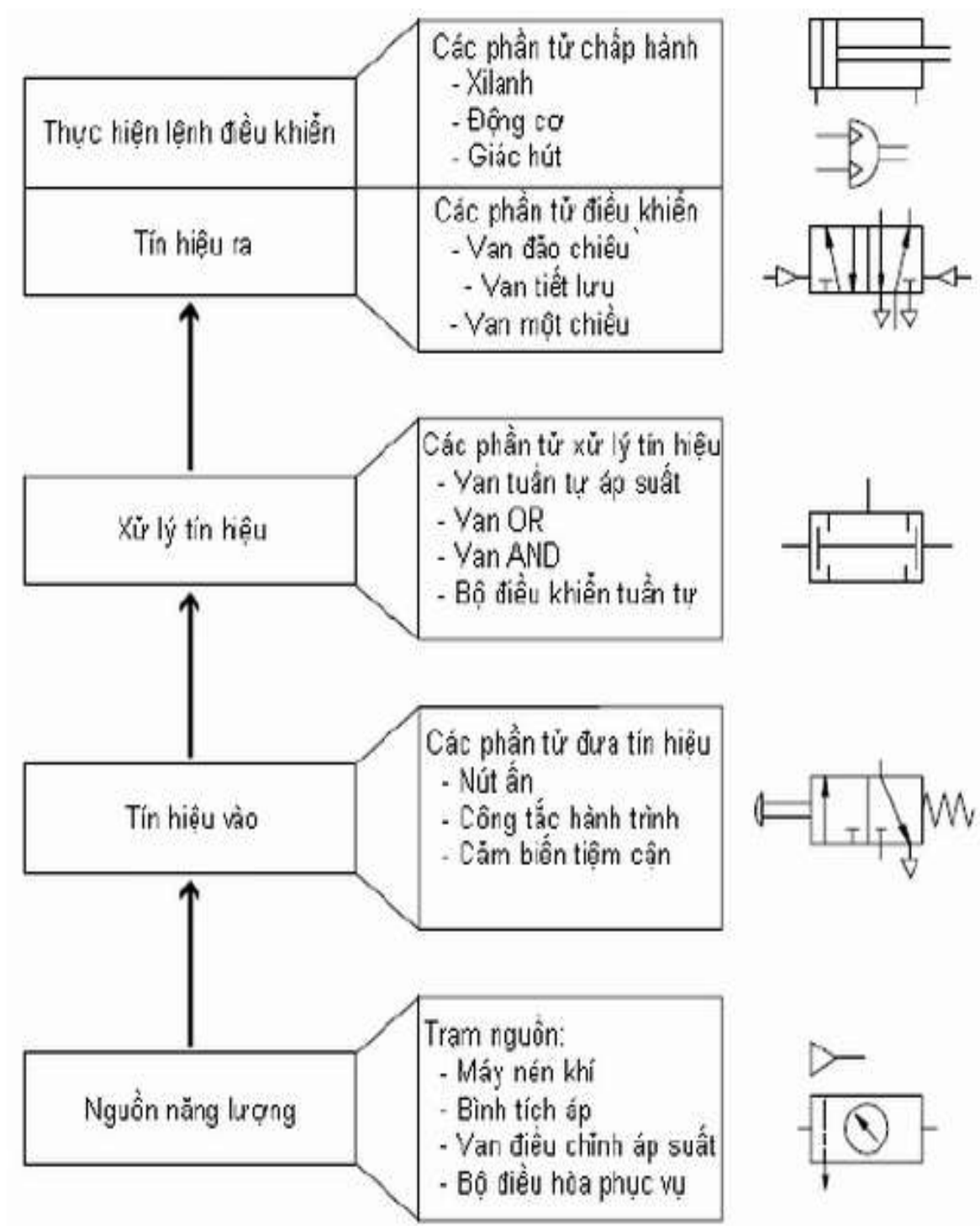
#### *Nhược điểm*

- Công suất chuyển động không lớn.
- Do khả năng đàn hồi của khí nén khá lớn nên khi tải trọng thay đổi thì vận tốc truyền động có xu hướng thay đổi. Vì vậy khả năng duy trì chuyển động thẳng đều hoặc quay đều thường là khó thực hiện.
- Dòng khí nén được giải phóng ra môi trường có thể gây tiếng ồn.

#### **3.2.2. Cấu trúc của hệ thống khí nén**

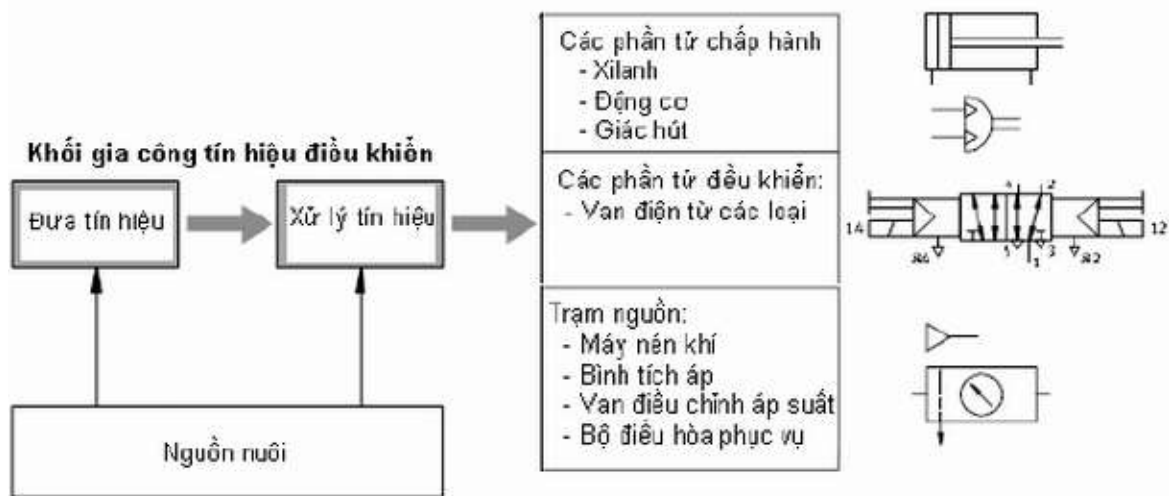
Hệ thống khí nén thường bao gồm các khối thiết bị:

- Trạm nguồn: Máy nén khí, bình tích áp, các thiết bị an toàn, các thiết bị xử lý khí nén (lọc bụi, lọc hơi nước, sấy khô)
- Khối điều khiển: các phần tử xử lý tín hiệu điều khiển và các phần tử điều khiển đảo chiều cơ cấu chấp hành.
- Khối các thiết bị chấp hành: Xi lanh, động cơ khí nén, giác hút.
- Dựa vào năng lượng của tín hiệu điều khiển, người ta chia ra hai dạng hệ thống khí nén:
  - Hệ thống điều khiển bằng khí nén trong đó tín hiệu điều khiển bằng khí nén và do đó kéo theo các phần tử xử lý và điều khiển sẽ tác động bởi khí nén.



Hình 3.1: Cấu trúc hệ thống điều khiển khí nén

Hệ thống điều khiển điện - khí nén các phần tử điều khiển hoạt động bằng tín hiệu điện hoặc kết hợp tín hiệu điện - khí nén.



Hình 3.2: Hệ thống điện khí nén

### 3.3. Giới thiệu về cảm biến

Cảm biến (sensor) là một thiết bị có khả năng phát hiện và chuyển đổi các đại lượng vật lý hoặc hóa học như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, ánh sáng, chuyển động, hoặc lực... thành tín hiệu điện để xử lý và điều khiển trong các hệ thống tự động. Trong lĩnh vực cơ điện tử và tự động hóa, cảm biến đóng vai trò then chốt trong việc thu thập dữ liệu từ môi trường và phản hồi chính xác cho hệ thống điều khiển.

Tùy theo nguyên lý hoạt động và mục đích sử dụng, cảm biến được chia thành nhiều loại như: cảm biến tiệm cận, cảm biến quang, cảm biến áp suất, cảm biến nhiệt độ, cảm biến lực, v.v. Trong các hệ thống máy móc công nghiệp, cảm biến giúp đảm bảo quá trình vận hành diễn ra an toàn, chính xác và hiệu quả hơn.



Hình 3.3: Các loại cảm biến thường dùng trong máy công nghiệp.

Việc lựa chọn và tích hợp cảm biến phù hợp vào hệ thống không chỉ giúp nâng cao độ chính xác trong điều khiển mà còn góp phần tối ưu hóa hiệu suất làm việc của toàn bộ dây chuyền sản xuất.

*Nguyên lý hoạt động của cảm biến khi kết hợp với PLC*

Trong các hệ thống tự động hóa công nghiệp, cảm biến và PLC là hai thành phần không thể tách rời. Cảm biến đóng vai trò là thiết bị đầu vào, giúp thu thập thông tin từ môi trường hoặc từ trạng thái của máy móc, trong khi PLC là bộ điều khiển trung tâm, xử lý tín hiệu và đưa ra các quyết định điều khiển tương ứng.

Khi cảm biến phát hiện một tín hiệu vật lý (ví dụ: vật thể đi qua, nhiệt độ vượt ngưỡng, áp suất thay đổi...), nó sẽ chuyển đổi tín hiệu đó thành tín hiệu điện (thường là dạng ON/OFF hoặc tín hiệu analog). Tín hiệu này sau đó được truyền về các cổng đầu vào của PLC.

PLC sẽ đọc tín hiệu từ cảm biến theo chu kỳ quét (scan cycle), xử lý thông tin dựa trên chương trình điều khiển đã lập trình sẵn (thường viết bằng ngôn ngữ LADDER, FBD hoặc STL), và đưa ra tín hiệu điều khiển cho các thiết bị đầu ra như động cơ, van điện từ, đèn báo, hoặc còi cảnh báo.

Việc kết hợp cảm biến với PLC không chỉ giúp hệ thống hoạt động chính xác, ổn định mà còn dễ dàng mở rộng, bảo trì và nâng cấp trong tương lai.

## CHƯƠNG 4: LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN THIẾT KẾ MÁY

### 4.1. Phân tích lựa chọn hệ thống cắt vải

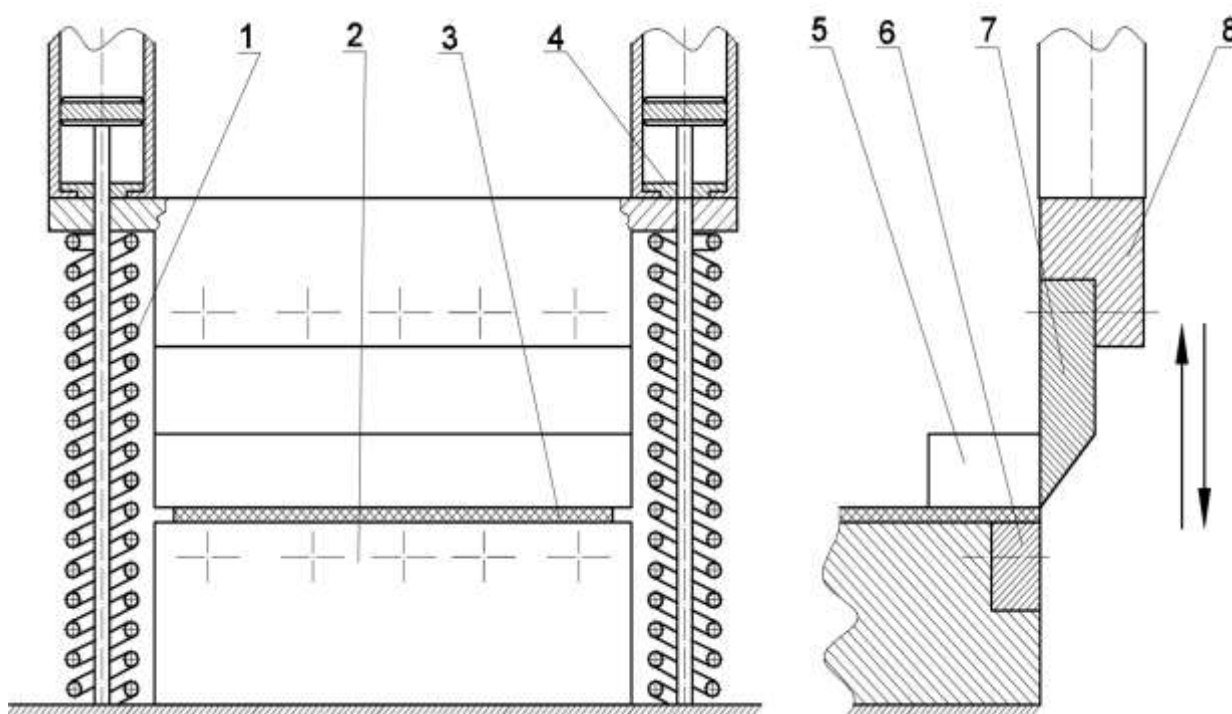
#### 4.1.1. Các phương án cắt vải

##### a) Phương pháp cắt vải bằng dao song song

Là phương pháp cắt vải bằng dao cắt song song. Phương pháp cắt loại này đòi hỏi bộ phận cắt vải của ta là hai lưỡi dao song song, lưỡi dao phía dưới cố định và lưỡi dao phía trên chuyển động lên xuống để tạo ra lực cắt.

Khi cắt, dưới tác dụng của lực cắt của dao cắt làm cho vật liệu vải biến dạng đàn hồi đến biến dạng dẻo rồi bị đứt.

Sơ đồ phương pháp cắt vải bằng dao cắt song song như ở hình sau:



Hình 4.1: Sơ đồ cắt vải bằng dao song song

Chú thích hình 4.1:

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 1) Lò xo            | 5) Cơ cấu kẹp phôi |
| 2) Thân dao dưới    | 6) Lưỡi dao dưới   |
| 3) Vật liệu cần cắt | 7) Lưỡi dao trên   |
| 4) Xilanh khí nén   | 8) Thân dao trên   |

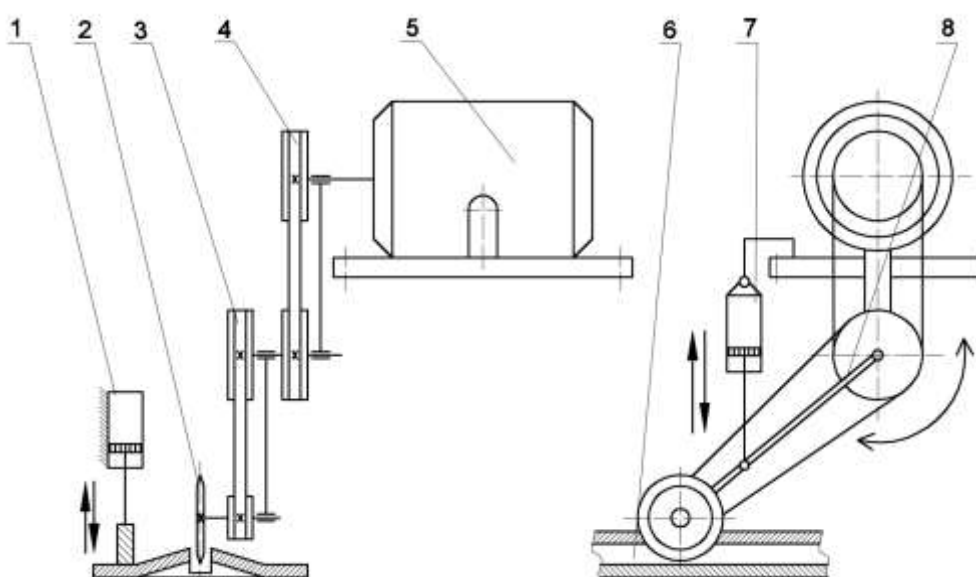
\* Đặc điểm cắt vải khi dùng dao song song:

- Cùng một lúc cắt trên cả chiều dài của vải, nên đường cắt thẳng, đẹp, không bị nham nhỡ, hành trình lưỡi dao ngắn.
- Lực cắt nhỏ .
- Thường gây ra chấn động và dao cắt mau cùn .
- Có thể cắt được các tấm rộng đến 3.200 mm và dày 60 mm .
- Chỉ cắt được đường thẳng chứ không cắt được đường cong bất kỳ.

b) Phương pháp cắt vải bằng dao đĩa cắt 1 hành trình

Phương pháp này ta dùng dao cắt dạng đĩa mỏng, chuyển động quay tròn, vận tốc lớn đồng thời dao còn chuyển động tịnh tiến theo phương ngang để cắt hết chiều dài vải. Dao đĩa mỏng chuyển động quay với vận tốc lớn, khi tiếp xúc với phôi, đĩa sẽ tác dụng vào phôi một lực cắt. Lực này chia làm hai phần (  $P_1$  có tác dụng cản phôi,  $P_2$  tạo ra lực cắt ).

Như ở hình sau:



Hình 4.2: Sơ đồ cắt vải bằng dao đĩa 1 hành trình

Chú thích hình 4.2:

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1) Xilanh kẹp vải   | 5) Động cơ             |
| 2) Dao đĩa          | 6) Thớt cắt vải        |
| 3) Bộ đai cấp nhanh | 7) Xi lanh nâng hạ dao |
| 4) Bộ dao cấp chậm  | 8) Thanh đỡ bánh đai   |

Theo sơ đồ cắt vải hình 4.5, Sau khi vải được trải lên thớt 6, xilanh 1 hoạt động kẹp chặt vải, dao cắt được xilanh khí nén 7 đẩy xuống vào vị trí cắt, đồng thời động cơ 5 hoạt động. Bàn dao cắt di chuyển tịnh tiến theo chiều cắt để cắt hết hành trình. Sau khi cắt hết hành trình, xilanh 7 lùi về đồng thời động cơ 5 dừng hoạt động, bàn dao cắt lùi về vị trí ban đầu đồng thời xilanh 1 lùi về, kết thúc 1 chu trình cắt.

\* Đặc điểm khi dùng phương pháp cắt đứt vải bằng dao đĩa :

- Cắt được các đường thẳng chứ không cắt được các đường cong.
- Hành trình lưỡi cắt lớn.
- Có thể thay đổi hành trình cắt theo khổ vải yêu cầu.
- Đường cắt thẳng, không bị nham nhở.
- Do dao đĩa mỏng, chuyển động quay với vận tốc lớn nên chiều dày cắt bé.
- Có thể cắt được các tấm rộng đến 3.200mm.
- Dao cắt mòn dễ mài lại.
- Có thể áp dụng cho hệ thống gia công tự động.

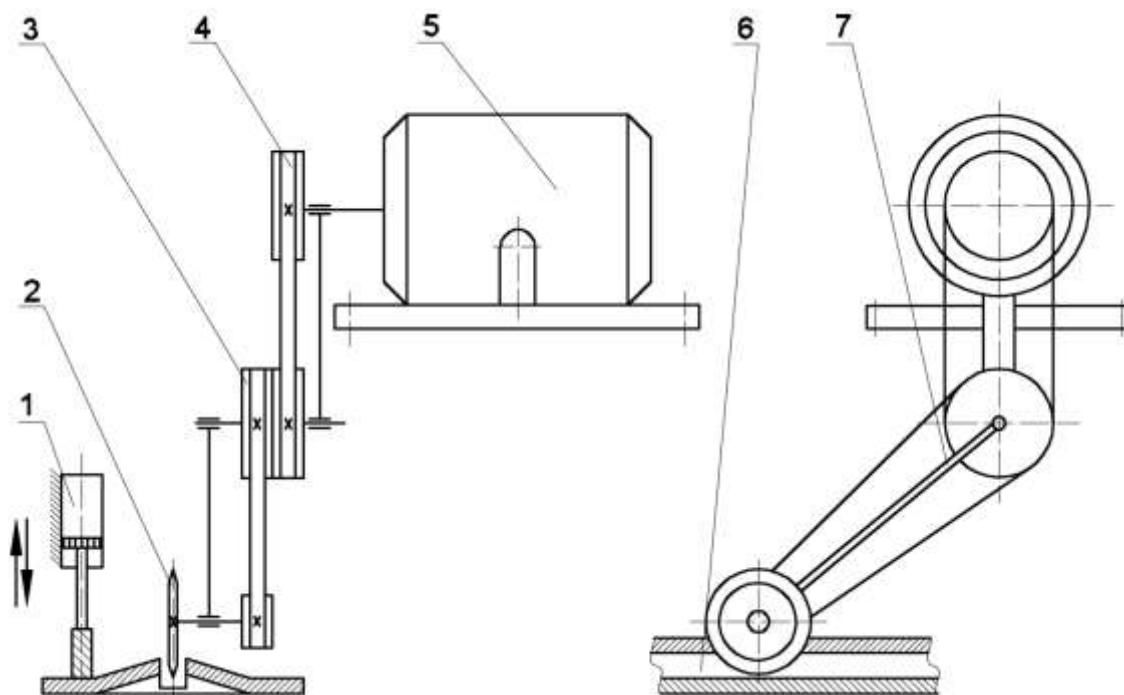
c) *Phương án cắt vải bằng dao đĩa cắt 2 hành trình*

Phương án này tương tự như phương án dùng dao đĩa cắt 1 hành trình. Nhưng dùng cả hai hành trình của bàn dao để cắt. Do vậy không cần xi lanh nâng hạ dao, đồng thời phải kẹp vải cả hai bên của đường cắt để đảm bảo chất lượng đường cắt đồng đều khi cắt thuận và cắt nghịch. Sơ đồ như ở hình 4.3.

Theo sơ đồ cắt vải hình 4.3, Sau khi vải được trải lên thớt 6, xilanh 2 hoạt động kẹp chặt vải. Động cơ 5 hoạt động, bàn dao cắt di chuyển tịnh tiến theo chiều cắt để cắt hết hành trình. Sau khi cắt hết hành trình, động cơ 5 dừng, xilanh kẹp vải 2 lùi về, kết thúc chu trình cắt thuận. Vải sau cắt được chuyển ra, vải mới được cấp lên thớt 6 và tiếp tục chu trình cắt nghịch tương tự như chu trình cắt thuận.

\*Ngoài những đặc điểm như phương pháp cắt 1 hành trình, phương pháp cắt đứt vải bằng dao đĩa 2 hành trình còn có các đặc điểm:

- Năng suất cắt vượt trội hơn khi tận dụng được cả hai hành trình bàn dao.
- Không cần xilanh nâng hạ dao cắt.
- Đường cắt có sự khác biệt giữa 2 hành trình.



Hình 4.3: Sơ đồ cắt vải bằng dao đĩa cắt cả 2 hành trình

- 1) Dao đĩa
- 2) Xilanh nâng hạ thanh kẹp vải
- 3) Bộ đai cấp nhanh
- 4) Bộ đai cấp chậm
- 5) Động cơ
- 6) Thớt cắt vải
- 7) Thanh đỡ bánh đai

#### 4.1.2. Nhận xét và lựa chọn phương án tối ưu

Từ các phương án cắt vải đã nêu trên ta chọn phương án cắt đứt vải bằng dao đĩa bởi vì :

Nếu ta dùng phương án cắt vải bằng dùng dao song song, xén đứt một lần thì lực tác dụng lớn thường gây ra chấn động và dao cắt mau cùn, làm cho thời gian dừng máy để mài lại dao lớn nên năng suất không cao. Máy làm việc với chấn động mạnh nhiều lần gây nên các hư hỏng tích lũy và gây ra sai số khi cắt vải. Cần phải tốn áp lực khí nén lớn nên dễ gây ra rò rỉ của hệ thống. Cho nên phương án này ta không nên chọn.

Còn khi sử dụng phương pháp cắt vải bằng dao đĩa là hợp lý nhất bởi vì dao cắt vải dạng đĩa lâu cùn và khi cùn thì dễ mài lại. Phương pháp này có thể cắt vải có hành

trình cắt dài, đường cắt thẳng, vải cắt không bị cong vênh nên chất lượng sản phẩm cao. Lực cắt của dao bé, năng suất cao. Mặt khác ta có thể thay đổi tốc độ quay của dao cho phù hợp với các loại vải bằng cách thay đổi các tỉ số truyền của các đai dẫn động từ động cơ dao cắt đến dao.

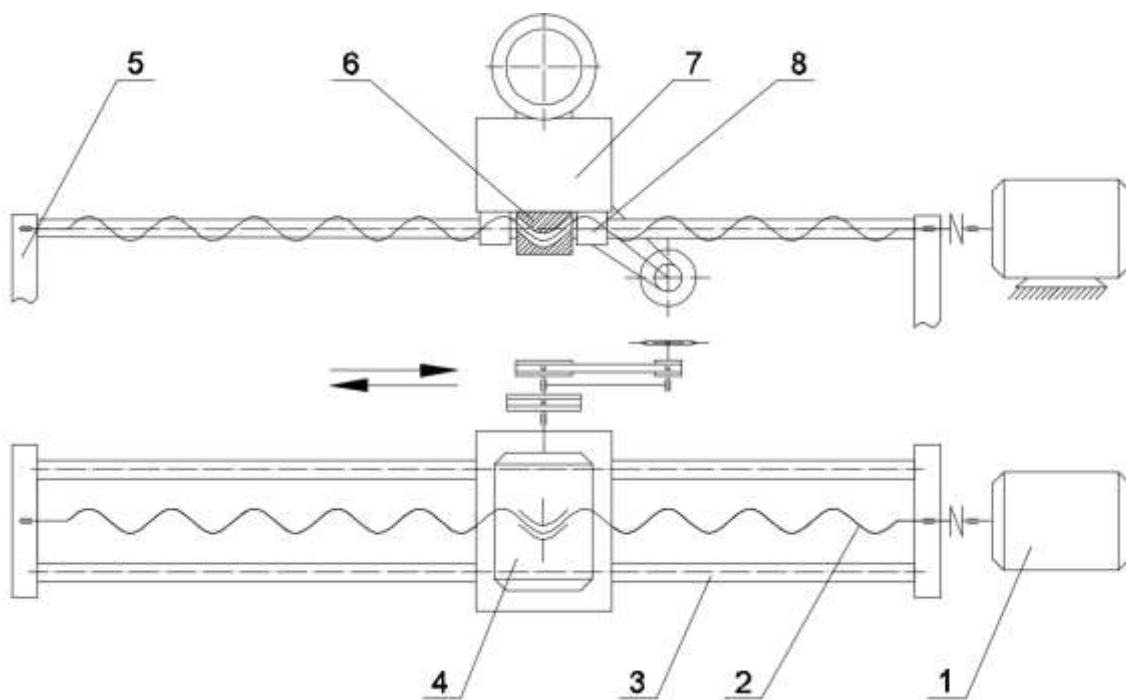
Chọn phương án cắt dao đĩa cắt 2 hành trình vì cho năng suất cắt cao hơn, kết cấu hệ thống đơn giản hơn mà không ảnh hưởng nhiều đến chất lượng đường cắt.

## 4.2. Phân tích lựa chọn phương án chạy bàn dao cắt

### 4.2.1. Các phương án chạy bàn dao cắt

#### a) Phương án dẫn động bàn dao cắt bằng trục vít

Phương án dẫn động bàn dao cắt bằng trục vít là một hệ thống truyền động cơ khí sử dụng trục vít để điều khiển chuyển động của bàn dao cắt, sơ đồ phương án như hình bên dưới:



Hình 4.4: Phương án chạy bàn dao bằng trục vít

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| 1) Động cơ tải trục vít | 5) Khung máy    |
| 2) Trục vít             | 6) Đai ốc trượt |
| 3) Trục dẫn hướng       | 7) Bàn dao cắt  |
| 4) Động cơ cắt          | 8) Con trượt    |

\*Ưu điểm của phương án dẫn động trực vít:

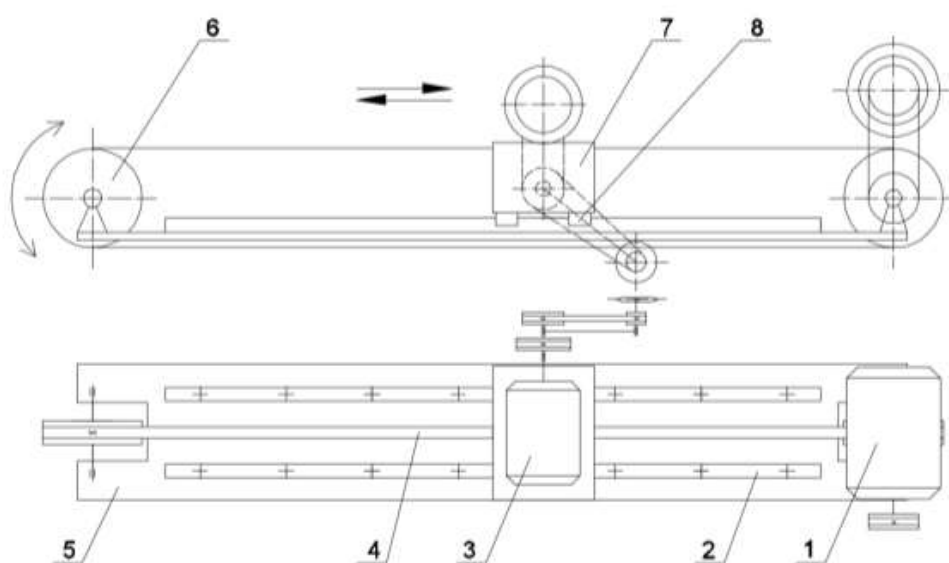
- Độ chính xác cao: Cơ cấu vít me - đai ốc, đặc biệt là khi sử dụng vít me bi, cung cấp khả năng điều khiển vị trí dao cắt chính xác, rất phù hợp cho các ứng dụng cắt cao su yêu cầu độ hoàn thiện cao.
- Khả năng chịu tải tốt: Hệ thống này có thể chịu được lực cản lớn từ vật liệu cao su, đảm bảo độ ổn định trong quá trình cắt.
- Dễ dàng tự động hóa: Cơ cấu này dễ tích hợp với hệ thống điều khiển số, hỗ trợ vận hành tự động hiệu quả.
- Ít bảo trì: Nếu được thiết kế và bôi trơn đúng cách, vít me - đai ốc có thể hoạt động bền bỉ trong thời gian dài.

Nhược điểm:

- Tốc độ di chuyển hạn chế: So với các phương án khác, vít me - đai ốc có tốc độ di chuyển chậm hơn, đặc biệt khi sử dụng bước ren nhỏ để tăng độ chính xác.
- Chi phí cao: Vít me bi chất lượng cao và đai ốc tương ứng thường có giá thành đắt, làm tăng chi phí đầu tư.
- Cần bôi trơn: Để duy trì hiệu suất và tuổi thọ, hệ thống này yêu cầu bôi trơn định kỳ.

b) Phương án dẫn động bàn dao cắt bằng đai răng

Phương án dẫn động bàn dao bằng đai răng chuyển đổi chuyển động quay của bánh đai thành chuyển động tịnh tiến của bàn dao thông qua dây đai răng và hệ thống thanh ray – con trượt. Sơ đồ hệ thống như hình:



Hình 4.5: Phương án dẫn động bàn dao cắt bằng đai răng

Chú thích hình 4.5:

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| 1) Động cơ chạy bàn dao | 5) Khung máy     |
| 2) Ray dẫn hướng        | 6) Bánh đai răng |
| 3) Động cơ dao cắt      | 7) Bàn dao cắt   |
| 4) Dây đai răng         | 8) Con trượt     |

Ưu điểm của phương án dây đai:

- Tốc độ cao: Dây đai cho phép dao cắt di chuyển nhanh, rất phù hợp với các ứng dụng cần sản lượng lớn trong thời gian ngắn.
- Chi phí thấp: So với các cơ cấu như vít me - đai ốc hoặc thanh răng - bánh răng, hệ thống dây đai có chi phí chế tạo và lắp đặt tiết kiệm hơn.
- Vận hành êm ái: Cơ cấu dây đai tạo ra ít tiếng ồn, mang lại trải nghiệm vận hành thoải mái hơn.
- Bảo trì đơn giản: Việc thay thế hoặc điều chỉnh dây đai không quá phức tạp, không đòi hỏi nhiều thời gian và công sức.

Nhược điểm của phương án dây đai:

- Độ chính xác hạn chế: Dây đai có thể bị trượt hoặc giãn ra sau thời gian sử dụng, gây sai lệch vị trí dao cắt, không phù hợp với các yêu cầu cắt cần độ chính xác cao.
- Khả năng chịu tải kém: Khi cắt các loại cao su dày hoặc cứng, dây đai dễ bị trượt hoặc thậm chí đứt do không chịu được lực cản lớn.
- Tuổi thọ không cao: Dây đai dễ bị mòn hoặc giãn, yêu cầu thay thế định kỳ, làm tăng chi phí bảo trì lâu dài.
- Khó điều khiển chính xác: Do tính đàn hồi của dây đai, việc tích hợp với hệ thống tự động hóa đòi hỏi độ chính xác cao sẽ gặp khó khăn.

#### **4.2.2. Phân tích lựa chọn phương án tối ưu**

Từ các phương án dẫn động bàn dao cắt nêu trên, ta chọn phương án dẫn động bàn dao cắt bằng đai thang vì:

- Tải trọng nhỏ: Vì vải cao su mỏng không tạo ra lực cản lớn khi cắt, dây đai hoàn toàn có thể đáp ứng tốt.
- Tốc độ cao: Dây đai cho phép dao cắt di chuyển nhanh, giúp tăng năng suất – một yếu tố quan trọng trong các ứng dụng cắt vật liệu mỏng với số lượng lớn.

- Chi phí thấp: So với các cơ cấu khác như vít me - đai ốc hay thanh răng - bánh răng, dây đai có chi phí chế tạo và lắp đặt rẻ hơn, rất phù hợp khi không cần độ chính xác quá cao.
- Vận hành êm ái: Dây đai hoạt động ít tiếng ồn, mang lại môi trường làm việc thoải mái hơn.
- Ít yêu cầu tính chính xác: Sự co giãn của dây đai không làm ảnh hưởng nhiều đến độ chính xác của đường cắt.

Với đặc điểm cắt vải cao su mỏng, phương án dây đai là giải pháp hợp lý nhất nhờ khả năng đáp ứng tốt về tốc độ, chi phí thấp và vận hành êm ái, trong khi tải trọng nhỏ không phải là vấn đề đáng lo ngại. Đây là lựa chọn tối ưu cho máy cắt cao su tự động.

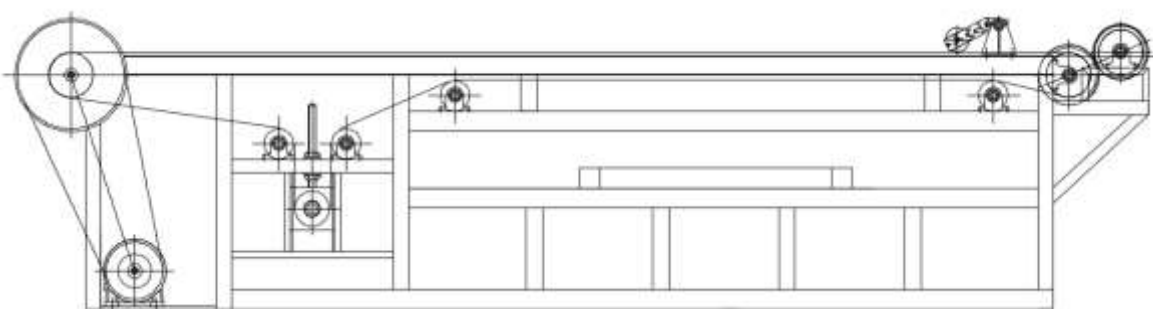
### 4.3. Chọn phương án dẫn động cho các hệ thống khác trong dây chuyền cắt vải

#### 4.3.1. Băng tải

##### a) Phương pháp vận chuyển:

Do vải cần vận chuyển là có dạng tấm mỏng nên ta chọn loại băng vận chuyển thường là băng vải. Mặt khác vải cao su được vận chuyển có dạng băng mỏng trọng lượng nhẹ, việc cắt vải trong điều kiện khô ráo, không bụi, không ẩm ướt nên ta chọn băng tải có dạng phẳng là tối ưu nhất, giúp cho việc cắt vải thuận tiện hơn.

Kết cấu băng tải được chọn như hình vẽ sau :



Hình 4.6: Kết cấu băng tải

##### b) Phương pháp dẫn động:

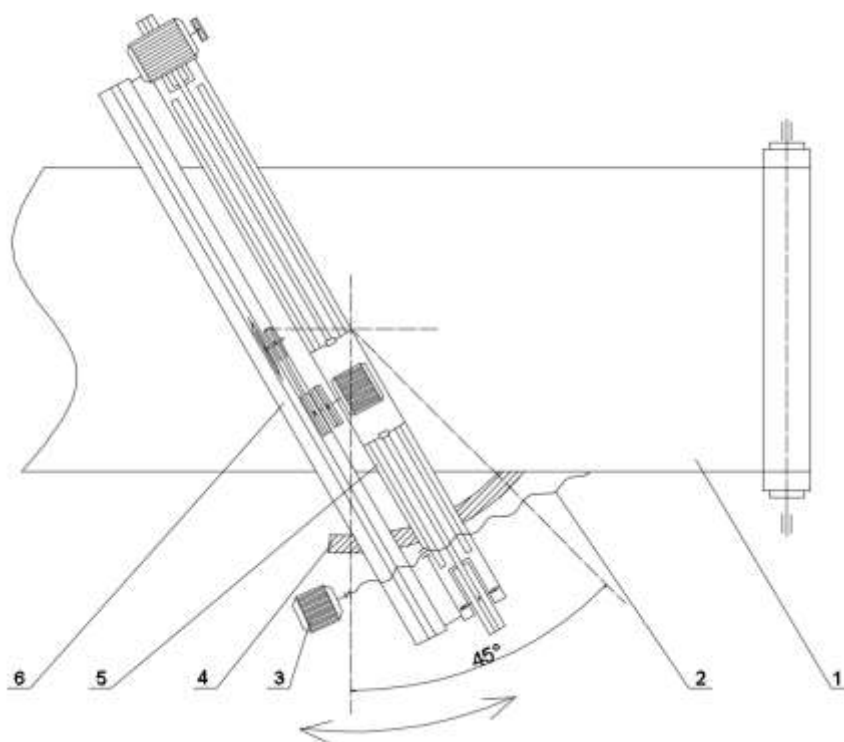
Cơ cấu dẫn động là bộ phận quan trọng trong băng tải cao su. Là bộ phận phát lực đầu tiên truyền qua cơ cấu truyền động đến băng tải nhằm thắng được các lực cản

chuyển động của băng, thực hiện công việc vận chuyển vật liệu. Tùy theo năng suất đặt ra, kết cấu và vị trí lắp đặt, môi trường và chế độ làm việc mà kết cấu của cơ cấu dẫn động có khác nhau.

Về hộp giảm tốc của băng tải ta dùng hộp giảm tốc hai cấp nón trụ nối trực tiếp với động cơ nhờ khớp nối đàn hồi để giảm chấn. Việc truyền động từ trục ra của hộp tốc độ đến băng tải vì có khoảng cách trục lớn nên ta chọn bộ truyền xích, cho phép chúng ta thực hiện việc truyền động một cách dễ dàng, các chuyển động chính xác, không gây ra hiện tượng trượt như bộ phận truyền đai. Bộ truyền xích với các bánh xích nhỏ sẽ làm cho các kết cấu nhỏ gọn và lắp ráp cũng được thực hiện nhanh chóng và thuận tiện hơn bộ truyền đai và bánh răng. Mặt khác giá thành của bộ xích lại rẻ hơn nên phù hợp với nền kinh tế của nước ta.

#### 4.3.2. Cơ cấu điều chỉnh góc cắt

Điều chỉnh góc cắt dúp máy có thể cắt được nhiều loại vải với góc nghiêng khác nhau, góc nghiêng dao động từ  $90^0$  đến  $45^0$ . Do kết cấu của hệ thống cắt vải khá lớn, việc điều chỉnh cần độ chính xác và ổn định nên ta sử dụng cơ cấu trục vít. Sơ đồ như hình:



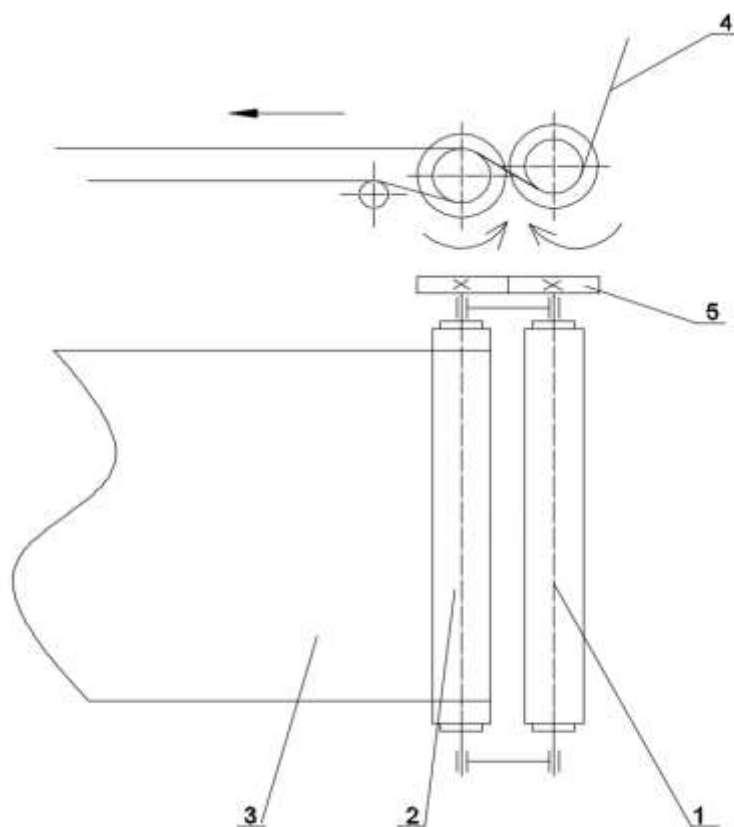
Hình 4.7: Cơ cấu điều chỉnh góc cắt

Ưu điểm của cơ cấu điều chỉnh góc cắt bằng trục vít:

- Khả năng tự hãm: Trục vít có khả năng tự hãm nên không cần thêm cơ cấu khóa chặt khác, thuận tiện cho vận hành và điều khiển.
- Độ chính xác cao: Trục vít có thể điều chỉnh góc quay với độ chính xác cao phù hợp cho thiết bị tự động.
- Hoạt động êm ái ít gây tiếng ồn.

#### 4.3.3. Nhận vải từ hệ thống cấp vải

Máy cắt vải tự động nhận vải từ hệ thống cấp vải, do đó cần thêm một trục tang cuốn vải quay ngược chiều với tang bị động của băng tải, dúp trái vải cao su căng ra bề mặt băng tải. Tang cuốn này quay ngược chiều với tang bị động băng tải, hai trục tang nay ăn khớp với nhau qua bộ truyền bánh răng. Sơ đồ như hình:

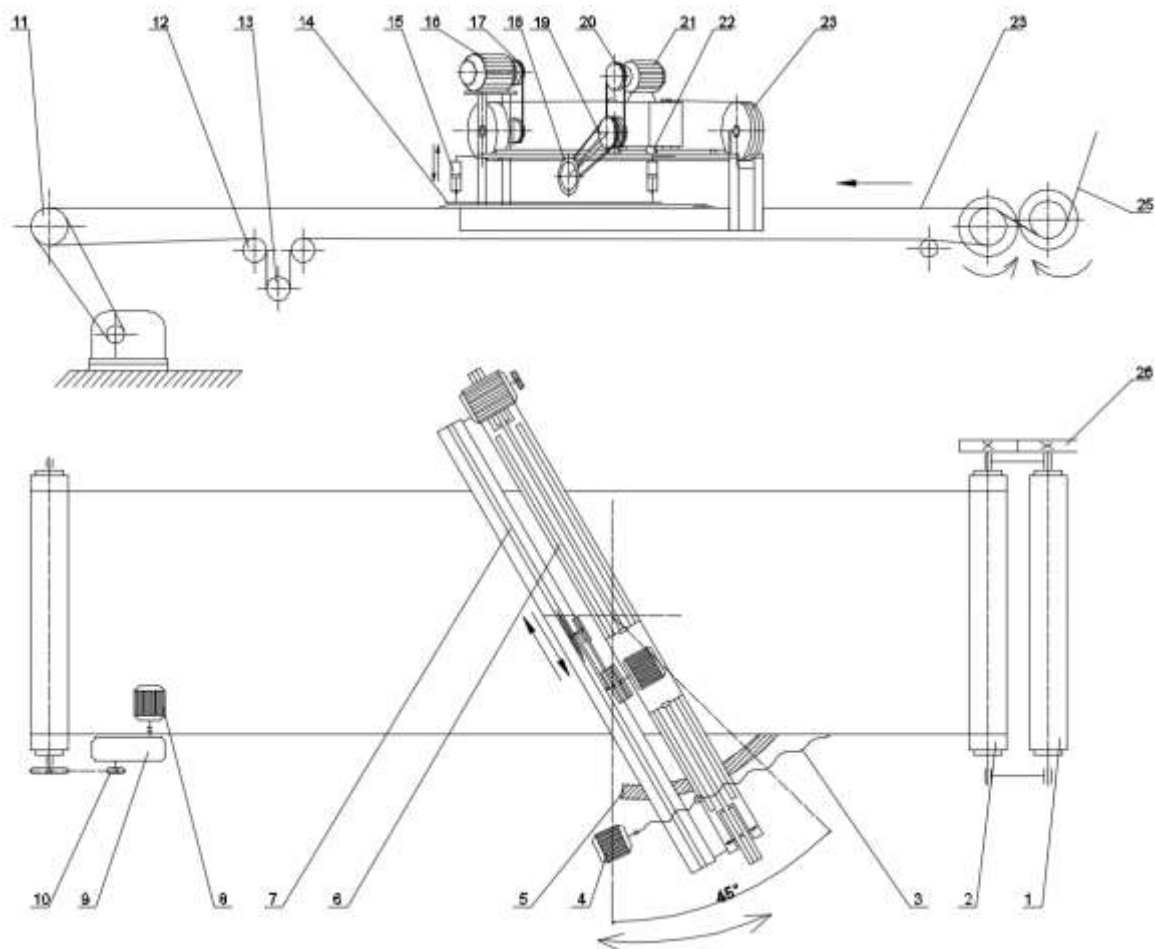


Hình 4.8: Sơ đồ tang cuốn căng vải

- 1) Tang trái căng vải
- 2) Tang băng tải bị động
- 3) Băng tải
- 4) Vải
- 5) Bộ truyền bánh răng

## CHƯƠNG 5: THIẾT KẾ SƠ ĐỒ ĐỘNG HỌC MÁY

### 5.1. Lập sơ đồ động máy cắt vải



Hình 5.1: Sơ đồ động máy cắt vải

#### Ghi chú hình:

- |                                |                                    |
|--------------------------------|------------------------------------|
| 1) Tang cuốn                   | 12) Con lăn                        |
| 2) Tang băng tải bị động       | 13) Căng băng tải                  |
| 3) Trục vít điều chỉnh góc cắt | 14) Thanh kẹp vải                  |
| 4) Động cơ điều chỉnh góc cắt  | 15) Xilanh khí nén kẹp vải         |
| 5) Tấm đỡ                      | 16) Động cơ chạy bàn dao cắt       |
| 6) Ray dẫn hướng               | 17) Bộ truyền đai dẫn động bàn dao |
| 7) Thớt cắt vải                | 18) Dao đĩa                        |
| 8) Động cơ băng tải            | 19) Xi lanh nâng hạ                |
| 9) Hộp giảm tốc                | 20) Bộ truyền đai dẫn động dao cắt |
| 10) Bộ truyền xích             | 21) Động cơ dao cắt                |
| 11) Tang băng tải chủ động     | 22) Con trượt                      |

23) Bộ tuyền đai răng

25) Vải cao su

24) Băng tải

26) Bộ truyền bánh răng

Sau khi phân tích và lựa chọn phương án thiết kế ở chương 3, ta có sơ đồ động máy như hình 5.1

## 5.2. Nguyên tắc hoạt động của máy cắt vải

### 5.2.1. Nguyên tắc điều khiển máy cắt vải

Máy cắt vải cao su hoạt động dựa trên nguyên tắc làm việc từng cụm độc lập, giữa các cụm này được phối hợp với nhau nhờ bộ phận điều khiển. Bộ điều khiển sẽ điều khiển các cảm biến, công tắc hành trình hoặc các van điện từ theo một thứ tự của một chương trình hoàn chỉnh theo kiểu logic tuần tự, mạch điều khiển logic tuần tự này sẽ được điều khiển bởi bộ điều khiển trung tâm PLC. Bộ điều khiển trung tâm này sẽ bao quát mọi hoạt động của máy.



Hình 5.2: Sơ đồ nguyên tắc chung điều khiển máy cắt

Trước khi máy hoạt động ta phải nạp các số liệu cần thiết vào hộp điều khiển, hộp này có các thông số như: Số vòng quay của động cơ kéo băng tải, chiều dài vải cần cắt, từ đó giúp cho máy xác định chính xác các yêu cầu hoạt động cần thiết.

Để giúp cho việc cắt vải cao su theo một góc cắt vải hợp lý theo yêu cầu công nghệ làm lớp ô tô ta phải tiến hành thay đổi góc cắt của dao sao cho vải cắt ra đảm bảo yêu cầu công nghệ. Để điều chỉnh góc cắt của dao ta khởi động động cơ điều chỉnh góc cắt dao theo chiều trái hay chiều phải thông qua trục vít me đai ốc, cụm dao cắt sẽ được dịch chuyển để tạo ra góc cắt hợp lý. Việc thay đổi này sẽ được điều chỉnh theo vạch chuẩn đã được vạch sẵn trên thân máy.

Do máy cắt vải này hoạt động trong dây chuyền sản xuất lớp xe nên khí nén dùng để đóng mở các xi lanh khí nén được sản xuất tập trung tại một phân xưởng riêng biệt (xí nghiệp năng lượng) rồi cung cấp cho toàn thể xí nghiệp nhờ các ống dẫn đưa khí nén

đến các trạm cung cấp cho các máy sản xuất trong dây chuyền. Vì vậy khi ta cần hoạt động một máy nào ta chỉ cần mở van khí nén cho máy đó, điều này giúp cho việc quản lý khí nén được dễ dàng.

Một khâu cũng khá quan trọng trong việc mở máy là khâu chuẩn bị vải. Có nghĩa là vải phải được chuẩn bị đầy đủ trên hệ thống máy cấp vải, kể cả bộ phận dự trữ vải. Việc chuẩn bị vải gồm các khâu như: Chuẩn bị vải lên các trục, sau đó phải nối vải qua các tang dẫn hướng và kết thúc tại vị trí của dao cắt vải .

Khi khởi động ta đóng các công tắc mở bên trong hộp điều khiển trung tâm , khi đó bộ phận điều khiển trung tâm sẽ ra lệnh cho máy hoạt động theo chương trình đã được lập. Nhưng điều bắt buộc trước khi khởi động máy là theo chương trình bộ điều khiển sẽ ra lệnh cho các cơ cấu chấp hành phải trở về vị trí ban đầu, lúc này máy mới hoạt động theo chương trình định sẵn của nó.

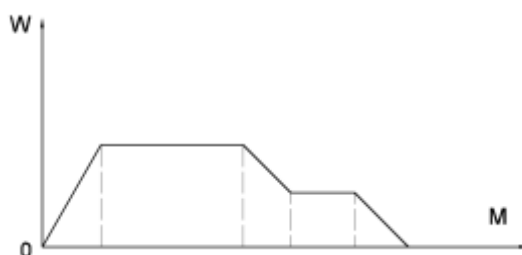
Máy cắt vải cao su làm việc có hai chế độ đó là chế độ làm việc theo lập trình logic tuần tự và chế độ làm việc được điều khiển bằng tay. Chế độ làm việc theo lập trình logic tuần tự làm việc theo chu kỳ. Nếu có trục trặc về kỹ thuật của bộ phận này thì ta có thể cho máy cắt vải làm việc tiếp tục nhờ điều khiển bằng tay.

### 5.2.2. *Khái quát quy trình hoạt động máy cắt vải*

Quy trình hoạt động như sau:

Đóng nút khởi động toàn máy, lúc đó điện sẽ cung cấp cho các động cơ hoạt động như:

**Động cơ kéo băng tải:** Vì băng tải hoạt động và dừng theo chu kỳ. Để thực hiện cắt vải thì băng tải phải dừng, khi dao cắt nâng lên và trở về vị trí ban đầu thì băng tải hoạt động. Vì vậy việc khởi động và dừng của động cơ là thường xuyên nên ta chọn động cơ băng tải có đường đặc tính cơ như hình vẽ sau :



Hình 5.3: Đường đặc tính cơ của động cơ kéo băng tải

W : Vận tốc góc

M: Mômen quán tính

Đường đặc tính cơ này có 3 giai đoạn: Quá độ, ổn định và hãm dừng

Việc động cơ hoạt động theo đường đặc tính này đảm bảo cho băng tải hoạt động ổn định, bởi vì khi quá trình quá độ tăng dần dần sẽ làm cho quá trình chuyển động của băng tải không bị đột ngột, giúp cho hoạt động của các cụm trên băng tải không bị trượt, nhưng nơi dễ bị trượt nhất đó là các tang băng và băng tải, vải và băng tải. Vì yêu cầu băng tải không được khởi động và hãm dừng đột ngột, không gây ra dao động và dẫn đến các sai số nên động cơ phải khởi động và hãm dừng một cách từ từ.

**Động cơ cắt vải:** Trước hết động cơ dao cắt được khởi động, Sau khi động cơ dao cắt được khởi động thì công việc cắt vải được thực hiện, dao chuyển động tịnh tiến để cắt hết chiều dài vải. Chuyển động tịnh tiến của bàn dao cắt nhờ vào động cơ chạy bàn dao.

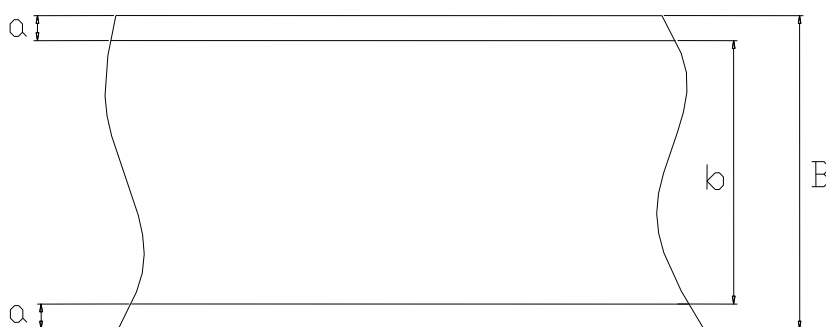
**Động cơ chạy bàn dao:** Sau khi động cơ chạy dao hoạt động, động cơ chạy bàn dao truyền động dẫn tới hệ thống đai thang chuyển động kéo theo bàn dao cắt chuyển động tịnh tiến cắt hết chiều dài vải.

## CHƯƠNG 6: THIẾT KẾ TÍNH TOÁN CÁC CƠ CẤU MÁY

### 6.1. Tính toán và thiết kế băng tải:

#### 6.1.1. Tính chiều rộng băng tải:

Do vải cần vận chuyển là có dạng tấm mỏng nên ta chọn loại băng vận chuyển thường là băng vải. Mặt khác vải cao su được vận chuyển có dạng băng mỏng trọng lượng nhẹ, việc cắt vải trong điều kiện khô ráo, không bụi, không ẩm ướt nên ta chọn băng tải có dạng phẳng là tối ưu nhất, giúp cho việc cắt vải thuận tiện hơn. Băng tải của máy cắt vải là một cơ cấu dùng để vận chuyển vải cao su. Do vậy ta phải thiết kế sao cho chiều rộng băng tải là hợp lý nhất .



B: Bề rộng băng tải

b: Bề rộng vải

a: Bề rộng dự trữ

Hình 6.1: Sơ đồ bề rộng băng tải

Do việc vận chuyển dòng vật liệu là vải cao su có bề rộng của nó là :

$$b = 1300 \text{ (mm)}$$

$$a = 40(\text{mm})$$

Do vậy ta có được công thức kinh nghiệm về bề rộng của băng tải là :

$$B = b + 2.a = 1300 + 2.40 = 1380 \text{ (mm)}$$

#### 6.1.2. Tính lực căng của tấm băng :

Tấm băng là bộ phận công tác chính của băng tải, là thành phần quan trọng nhất, đắt tiền và dễ hư nhất so với các bộ phận khác của băng tải băng tải vừa là bộ phận chứa và vận chuyển vật liệu vừa là bộ phận kéo.

Do vậy nó phải có: tỷ trọng nhỏ, chịu uốn tốt, độ giãn nhỏ ,thích ứng với tính chất của hàng hoá và chịu được ảnh hưởng của hàng hoá .

Tấm băng thường được sử dụng nhiều nhất là băng cao su cốt vải, nó bao gồm phần lõi và phần cao su bọc bên ngoài. Phần lõi bao gồm hai tấm vải được dệt bằng tơ nhân tạo có chiều dày mỗi tấm là 1,15 mm, phần lõi chủ yếu nhằm đảm bảo độ bền kéo, chống tải trọng va đập. Phần phủ cao su bên ngoài nhằm bảo vệ phần lõi khỏi bị hư hỏng do tác động cơ học và môi trường bên ngoài.

Lực kéo căng lớn nhất của băng tải được tính theo công thức:

$$T_{\max} = B \cdot Z \cdot [K]$$

Trong đó:  $Z$ : Số lớp lõi có trong băng tải;  $Z = 2$

$[K]$ : Lực kéo đứt cho phép khi làm việc [N/mm].

$K_{np} = 45$  (N/mm) lực kéo đứt tối thiểu.

$N$ : Hệ số an toàn.

Và ta có:  $[K] = \frac{K_{np}}{n} = 15$  [N/mm]

Vậy  $T_{\max} = 1380 \cdot 2 \cdot 15 = 41400$  (N)

### 6.1.3. Tính đường kính tang và chiều dài tang:

Băng tải được sử dụng trong máy cắt vải được truyền động nhờ nhiều loại tang khác nhau bao gồm: tang dẫn động, tang dẫn hướng, tang quay, tang kéo căng, tang đuôi...

Việc tính đường kính của các loại tang dựa vào công thức sau:

$$D = K_1 \cdot K_2 \cdot Z \quad (\text{mm}) \quad (\text{trang 264 [3]})$$

Với  $Z$ : Số lớp lõi có trong băng

$K_1 = 120$  (mm): hệ số phụ thuộc vào tính chất của lớp vải làm băng, phụ thuộc vào  $K_{np}$  (lực kéo đứt tối thiểu).

$K_2$ : Hệ số phụ thuộc công dụng từng loại tang: (Bảng 16-2[3])

$K_2 = 0,8$  đối với tang dẫn động và tang đuôi.

$K_2 = 0,36$  đối với tang dẫn hướng, tang quay và tang kéo căng .

Do vậy ta có :

-Tang dẫn động:

$$D_{dd} = 120.0,8.2 = 192 \text{ (mm)}$$

$$\text{Chọn } D_{dd} = 200 \text{ (mm)}$$

-Tang đuôi :

$$D_{đ} = 120.0,8.2 = 192 \text{ (mm)}$$

$$\text{Chọn } D_{đ} = 200 \text{ (mm)}$$

-Tang dẫn hướng:

$$D_{dh} = 120.0,36.2 = 151 \text{ (mm)}$$

$$\text{Chọn } D_{dh} = 155 \text{ (mm)}$$

-Tang quay :

$$D_q = 120.0,36.2 = 151 \text{ (mm)}$$

$$\text{Chọn } D_q = 155 \text{ (mm)}$$

-Tang kéo căng :

$$D_{kc} = 120.0,36.2 = 151 \text{ (mm)}$$

$$\text{Chọn } D_{kc} = 155 \text{ (mm)}$$

Xác định chiều dài toàn bộ tang dẫn:

$$L = B + (100 \div 200)$$

$$= 1380 + 150 = 1530 \text{ (mm)}$$

$$\text{Vậy } L = 1530 \text{ (mm)}$$

#### **6.1.4. Công suất trên trục dẫn động bằng tải : (Công suất công tác )**

Ta có công suất trên trục dẫn động : (Công suất công tác )

$$N = \frac{P.v}{1000} \quad (\text{KW})$$

Với P : lực dẫn động của băng tải bao gồm lực làm chuyển động băng và lực kéo đàn cấp vải (thắng được khối lượng trực bù) mà không làm biến dạng vải :

Theo tài liệu tại công ty cao su Đà Nẵng ta có :

$$P = 2560 \text{ N}$$

$$v : \text{Tốc độ của bộ phận kéo (m/s)} : v = 0,5 \text{ (m/s)}$$

$$\text{Vậy} \quad N = \frac{2560.0,5}{1000} = 1,28 \text{ (KW)}$$

#### 6.1.5. Công suất cần thiết của động cơ điện dẫn động cho băng tải :

Bộ truyền được dẫn động từ động cơ qua khớp nối đến hộp giảm tốc hai cấp bánh răng nón , bánh răng trụ thông qua bộ truyền xích đến tang dẫn động .

Hiệu suất của bộ truyền là :

$$\eta = \eta_{kx} . \eta_{xy} . \eta_{dc} . \eta_{ou}$$

$\eta$  : hiệu suất của bộ truyền

Tra bảng (2-1) [2] ta có :

$\eta_k$  : hiệu suất của bộ khớp nối:  $\eta_k = 1$ .

$\eta_x$  : hiệu suất của bộ truyền xích :  $\eta_x = 0,92$ .

$\eta_{bn}$  : hiệu suất của động cơ giảm tốc :  $\eta_{dc} = 0,95$ .

$\eta_o$  : hiệu suất của ổ lăn;  $\eta_o = 0,995$ .

x, y, z, t u : là hằng số phụ thuộc số lượng chi tiết có mặt trong bộ truyền

Trong đó :  $x = y = z = t = 1$

$$u = 4$$

Vậy  $\eta = 1 . 0,92 . 0,95 . 0,995^4 = 0,85$

Vậy công suất cần thiết để chọn động cơ điện cho băng tải là :

$$N_{đc} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,28}{0,83} = 1,5 \text{ (KW)}$$

### 6.1.6. Phân phối tỉ số truyền cho hệ thống dẫn động

Hiện nay, trên thị trường sản phẩm cơ khí đã có sẵn những động cơ tích hợp hộp giảm tốc (gọi chung là động cơ giảm tốc) với đa dạng công suất cũng như tỉ số truyền. Ta lựa chọn động cơ giảm tốc cho dẫn động băng tải vì một số ưu điểm:

- **Tiết kiệm không gian:** Động cơ giảm tốc tích hợp giúp giảm kích thước và trọng lượng của hệ thống truyền động, tiết kiệm không gian lắp đặt.
- **Tăng hiệu suất:** Thiết kế tích hợp giúp tối ưu hóa hiệu suất truyền động, giảm hao phí năng lượng và tăng độ bền của hệ thống.
- **Tiện lợi trong lắp đặt:** Việc lắp đặt động cơ giảm tốc tích hợp đơn giản hơn, giảm thiểu thời gian và công sức so với việc lắp ráp từng bộ phận riêng lẻ.
- **Độ tin cậy cao:** Động cơ giảm tốc tích hợp thường có độ tin cậy cao hơn do các bộ phận được thiết kế để hoạt động đồng bộ và ổn định.

Việc truyền động từ trục ra của hộp tốc độ đến băng tải vì có khoảng cách trục nên ta chọn bộ truyền xích, cho phép chúng ta thực hiện việc truyền động một cách dễ dàng, các chuyển động chính xác, không gây ra hiện tượng trượt như bộ truyền đai. Bộ truyền xích với các bánh xích nhỏ sẽ làm cho các kết cấu nhỏ gọn và lắp ráp được thực hiện nhanh chóng và thuận tiện hơn bộ truyền đai và bánh răng. Mặt khác giá thành của bộ xích lại rẻ hơn nên phù hợp với nền kinh tế nước ta.

Tỷ số truyền động chung:  $i = \frac{n_a}{n_{bt}}$

$n_t$  : số vòng quay băng tải

$$n_{bt} = \frac{60.1000.V}{\pi.D} = \frac{60.1000.0,5}{3,14.200} = 48 \left( \frac{vg}{ph} \right)$$

Với :  $v = 0,5 \text{ m/s}$  (Tài liệu nhà máy cao su)

$$D = 200 \text{ mm}$$

Ta chọn động cơ giảm tốc có tỉ số truyền 1/15 ; số vòng quay trục ra

$$n_{dc} = 95 \text{ vg/ph}$$

$$\Rightarrow i_x = \frac{n_{dc}}{n_{bt}} = \frac{95}{48} = 1,98$$

### 6.1.7. Thiết kế bộ truyền xích

b) Chọn loại xích.

Trong các bộ truyền xích thường dùng xích ống con lăn hoặc xích răng trong đó xích ống con lăn được dùng nhiều nhất.

Theo đầu bài  $v_t = 1,48 < 10 \div 15 \text{ (m/s)}$  nên ta dùng xích ống con lăn, nó có giá thành rẻ hơn và dễ chế tạo hơn xích răng.

c) Tính số răng của đĩa xích.

Số răng của đĩa xích càng ít đĩa bị động quay càng không đều, động năng va đập càng lớn, xích mòn càng nhanh gây ra tiếng ồn (nếu số răng càng ít góc quay tương đối của bản lề khi xích vào đĩa và ra khỏi đĩa càng lớn thì xích sẽ mòn càng nhanh).

Ta có tỉ số truyền  $i_x = 1,98$

Tra bảng 6-3[2] ta có:

Số răng đĩa xích dẫn nhỏ là:  $Z_1 = 27$  (răng)

Số răng đĩa xích bị dẫn lớn :

$$Z_2 = i_x \cdot Z_1$$

$$Z_2 = 1,98 \cdot 27 = 53,46 \text{ (răng)}$$

Chọn  $Z_2 = 54$  răng

d) Định bước xích t:

Bước xích t là thông số cơ bản của bộ truyền xích, xích có bước càng lớn thì khả năng tải càng lớn nhưng tải trọng động va đập, va đập và tiếng ồn càng tăng nhất là khi vận tốc cao.

Bước xích t được chọn theo điều kiện hạn chế áp suất sinh ra trong bản lề và số vòng quay trong một phút của đĩa xích phải nhỏ hơn số vòng quay giới hạn.

Để tính bước xích t trước hết định hệ số điều kiện sử dụng.

$$k = k_d \cdot k_A \cdot k_o \cdot k_{đc} \cdot k_b \cdot k_c [S_1, B6-6, T105].$$

Trong đó.

$k_d$ -Hệ số xét đến tính chất tải trọng ngoài. Vì tải trọng rung động nhẹ nên ta chọn  $k_d=1,2$ .

$k_A$ -Hệ số xét đến chiều dài xích, ta chọn  $A=(30 \div 50).t$  nên ta chọn  $k_A=1$ .

$k_o$ -Hệ số xét đến cách bố trí bộ truyền.

Chọn đường tâm nối hai đĩa xích làm với đường ngang một góc nhỏ hơn một góc  $60^\circ$  nên ta chọn  $k_o=1$ .

$k_{đc}$ -Hệ số xét đến khả năng điều chỉnh lực căng xích.

Trục không điều chỉnh được cũng không có đĩa hoặc con lăn căng xích ta chọn  $k_{đc}=1,25$ .

$k_b$ -hệ số xét đến điều kiện bôi trơn. Chọn điều kiện bôi trơn liên tục (xích nhúng trong dầu hoặc phun liên tục) ta chọn  $k_b=0,8$ .

$k_c$ -Hệ số xét đến chế độ làm việc của bộ truyền, ta chọn làm việc 2 ca nên  $k_c=1,25$

Thay số vào ta có  $k = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 0,8 \cdot 1,25 = 2,7188$ .

Công suất tính toán của bộ truyền xích.

$$N_t = N \cdot k \cdot k_z \cdot k_n \quad [S_1, Ct6-7, T106].$$

N Công suất danh nghĩa  $N=1,357(kw)$ .

Hệ số răng của đĩa dẫn.

$$k_z = \frac{Z_{01}}{Z_1} = \frac{25}{27} = 0,926$$

Hệ số vòng quay của đĩa dẫn.

$$k_n = \frac{n_{01}}{n_1} = \frac{50}{48} = 1,04.$$

Thay vào công thức ta có.

$$N_t = 2,7188 \cdot 0,926 \cdot 1,04 \cdot 1,357 = 3,55(kw).$$

Theo bảng 6-4[2] ta có .với  $n_{01} = 50$  (v/ph) .Ta chọn xích ống con lăn 1 dây có  $t = 31,75$  (mm), diện tích bản lề  $F = 262,2$  (mm<sup>2</sup>)

e) Định khoảng cách trục A và số mắt xích.

Tính số mắt xích theo công thức.

$$X = \frac{2A}{t} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \left( \frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{A}$$

Định sơ bộ khoảng cách trục A.

$$A = 30 \cdot t = 30 \cdot 31,75 = 952,5 \text{ (mm)}$$

Với  $Z_1 = 15$  (răng),  $Z_2 = 34$  (răng),  $t = 31,75$  (mm),  $A = 1270$  (mm), thay số vào ta có.

$$X = 40 + \frac{15 + 34}{2} + \left( \frac{34 - 15}{2 \cdot 3,1415} \right)^2 = 101,12$$

Để tiện cho việc lắp ghép ta lấy  $X = 102$ .

Kiểm nghiệm số lần va đập trong một giây.

$$u = \frac{Z_1 \cdot n_1}{15 \cdot X} = \frac{15 \cdot 182,5}{15 \cdot 100} = 1,825 < 25 = [u]$$

Thoả mãn về số lần va đập trong một giây.

Tính chính xác khoảng cách trục A theo số mắt xích đã chọn.

$$A = \frac{t}{4} \left[ X - \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \sqrt{\left( X - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

$$= \frac{31,75}{4} \left[ 100 - \frac{15 + 34}{2} + \sqrt{\left( 100 - \frac{15 + 34}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{34 - 15}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 966,68 \text{ (mm)}$$

Để đảm bảo độ võng bình thường tránh cho xích bị căng quá, giảm khoảng cách trục một khoảng  $\Delta A = 0,003A = 0,003 \cdot 966,68 = 2,9$  (mm)

Cuối cùng là lấy  $A = 966,68 - 2,9 = 964$  (mm)

e) Tính đường kính của đĩa xích :

– Đường kính vòng chia của đĩa xích dẫn :

$$d_{c1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z_1}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180^\circ}{27}} = 274(\text{mm}) \text{ (công thức 109[2])}$$

– Đường kính vòng chia của đĩa xích bị dẫn :

$$d_{c1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{Z_2}} = \frac{31,75}{\sin \frac{180^\circ}{54}} = 546(\text{mm}) \text{ (công thức 109[2])}$$

Tính lực tác dụng lên trục :

$$R \approx k_t \cdot P = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot k_t \cdot N}{Z \cdot t \cdot n} \text{ (S1,CT6.-17,T109)}$$

Trong đó :

$k_t$  : hệ số xét đến trọng lượng xích lên trục, ta chọn bộ truyền nằm ngang hoặc nghiêng một góc nhỏ hơn  $40^\circ$  với đường nằm ngang  $k_t = 1,15$ .

N-công suất trục dẫn

t-Bước xích.

n-Số vòng quay của dẫn.

Z-số răng của đĩa dẫn

$$R \approx k_t \cdot P = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot k_t \cdot N}{Z \cdot t \cdot n} = \frac{6 \cdot 10^7 \cdot 1,15 \cdot 7,36}{15 \cdot 31,75 \cdot 182,5} = 1039,5(N)$$

Các thông số tính được.

+ Số răng đĩa xích.

Đĩa dẫn  $Z_1=27$ (răng).

Đĩa bị dẫn  $Z_2=54$ (răng).

+Bước xích  $t=31,75$ (mm).

+Số mắt xích  $X=100$ (mắt xích).

+Khoảng cách trục  $A=964$ (mm).

+Đường kính vòng chia.

$$\text{Đĩa dẫn } d_{c1} = 250 \text{ (mm)}.$$

$$\text{Đĩa bị dẫn } d_{c2} = 425 \text{ (mm)}.$$

+Lực tác dụng lên trục.

$$R = 1039,5 \text{ (N)}.$$

Bộ truyền đã thiết kế có khả năng đáp ứng các yêu cầu của đề ra, bộ truyền đã thiết kế thỏa mãn các điều kiện bền.

### 6.1.8. Thiết kế bộ truyền bánh răng.

Bộ truyền bánh răng trên băng tải truyền động cho tang cuốn nhận vải.

Chọn  $u = 1,1$  ; Khi đó, tang quần sẽ quay chậm hơn tang cuộn, vải sẽ luôn được kéo căng và trải phẳng ở trên băng tải.

Theo kết cấu băng tải lựa chọn khoảng cách trục  $a_w = 225 \text{ mm}$

$$m = (0,01 \div 0,02)a_w = 2,25 \div 4,5 \text{ mm}$$

Theo quan điểm thống nhất hoá trong thiết kế, chọn mô-đun tiêu chuẩn của bánh răng cấp chậm bằng mô-đun ở cấp nhanh  $m = 4 \text{ mm}$

$$z_1 = \frac{2 \cdot a_w}{m(u + 1)} = \frac{2 \cdot 225}{4 \cdot (1,1 + 1)} = 53,57$$

Lấy  $z_1 = 54$

$$z_2 = u \cdot z_1 = 1,1 \cdot 54 = 59,4$$

Lấy  $z_2 = 60$

Suy ra  $u_m = z_2/z_1 = 59/54 = 1,09$

Do đó,

$$a_w = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} = \frac{4 \cdot (54 + 59)}{2} = 226 \text{ mm}$$

Vì bộ truyền không chịu tải lớn, vận tốc thấp nên ta bỏ qua kiểm nghiệm bền.

Các thông số và kích thước bộ truyền:

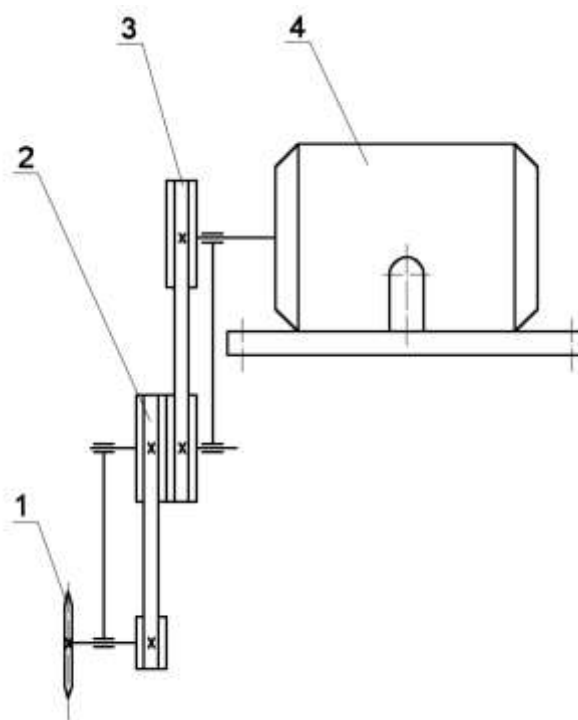
- Khoảng cách trục:  $a_w = 226 \text{ mm}$
- Mô-đun:  $m = 4 \text{ mm}$
- Chiều rộng vành răng: Chọn  $b_w = 50 \text{ mm}$
- Tỉ số truyền:  $u_m = 1,1$

- Góc nghiêng của răng:  $\beta=0$
- Số răng bánh răng:  $z_1 = 54$  ;  $z_2 = 59$
- Đường kính chia:  $d_1 = m \cdot z_1 = 216 \text{ mm}$ ;  $d_2 = m \cdot z_2 = 236 \text{ mm}$
- Đường kính đỉnh răng:  
 $d_{a1} = d_1 + 2m = 224 \text{ mm}$ ;  $d_{a2} = d_2 + 2m = 244 \text{ mm}$
- Đường kính đáy răng:  
 $d_{f1} = d_1 - 2,5m = 206 \text{ mm}$ ;  $d_{f2} = d_2 - 2,5m = 226 \text{ mm}$

## 6.2. Tính toán và thiết kế cơ cấu cắt:

### 6.2.1. Sơ đồ nguyên lý:

- 1) Dao cắt
- 2) Bộ đai cấp chậm
- 3) Bộ đai cấp nhanh
- 4) Động cơ



Hình 6.2: Sơ đồ nguyên lý cơ cấu cắt vải

Do việc chọn phương pháp cắt bằng dao đĩa có tốc độ lớn, dao chạy liên tục khi cắt hay không cắt do vậy việc truyền động cho dao cắt từ động cơ điện thông qua hai bộ truyền đai thang, phù hợp cho việc truyền động ở tốc độ cao, mômen xoắn bé, việc truyền

động này dễ dàng, dao làm việc êm. Ngoài ra do cụm dao cắt cùng chuyển động tạo ra hành trình cắt nên khối lượng của cụm dao cắt càng nhẹ càng tốt.

### 6.2.2. Tính mômen của trục mang dao :

Ta có công thức tính lực tác dụng lên vải như sau :

$$P_c = K \cdot f_c \cdot [\sigma]_b \quad [N]$$

Lực cắt này phải thắng được giới hạn bền đứt của vải.

Trong đó : K - là hệ số dự trữ tăng khả năng cắt của dao; chọn  $k = 1,2$

$$F_c - \text{là tiết diện của dao ; } F_c = 1(\text{mm}^2)$$

$[\sigma]_b 21,25(\text{N/mm}^2)$  : giới hạn bền kéo đứt cho phép của vải trắng cao su.

$$\Rightarrow P_c = 1,2 \cdot 1 \cdot 21,25 = 25,5 \text{ (N)}$$

Từ đó ta có công thức tính mômen trên trục mang dao :

$$M_x = \frac{P_c \cdot D_{tb}}{2} \quad [N \cdot \text{mm}]$$

Với :  $D_{tb} = 120 \text{ (mm)}$  : Đường kính lớn nhất cho phép của dao cắt.

$$\text{Vậy } M_x = \frac{25,5 \cdot 120}{2} = 1530 \quad [N \cdot \text{mm}]$$

### 6.2.3. Công suất trên trục mang dao: (công suất công tác)

$$\text{Ta có : } M_x = 9,55 \cdot 10^6 \cdot \frac{N}{n} \quad [N \cdot \text{mm}]$$

n: Là số vòng quay của dao cắt, có công thức:

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_d} \quad [v/\text{ph}]$$

Theo tài liệu C.ty Cao su Đà Nẵng có:

$$V_d = 15 \text{ [m/s]} \text{ vận tốc của dao cắt}$$

$D_d = 120$  [mm] đường kính của dao cắt .

Vậy 
$$n = \frac{60.1000.15}{3,14.120} = 2388 \text{ [v/ph]}$$

Vậy công suất trên trục dao là:

$$N = \frac{M_x . n}{9,55.10^6} = \frac{1530.2388}{9,55.10^6} = 0,38 \text{ [KW]}$$

#### 6.2.4. Hiệu suất của bộ truyền:

Bộ truyền được truyền động từ động cơ qua hai bộ đai thang. Do vậy hiệu suất của bộ truyền là :  $= \eta_1^2 \cdot \eta_2^2$

Ta có :

$\eta_1$  : hiệu suất của bộ truyền đai,  $\eta_1 = 0,96$

$\eta_2$  : hiệu suất của cặp ổ lăn,  $\eta_2 = 0,995$

Vậy  $= (0,96)^2 \cdot (0,995)^2 = 0,91$

#### 6.2.5. Tính và chọn công suất của động cơ dao cắt :

Gọi  $N_{ct}$  : là công suất cần thiết cho động cơ dao cắt, từ đó ta được :

$$N_{ct} = \frac{N}{\eta}$$

$N = 0,38$  [KW] : công suất của trục mang dao cắt

$\eta = 0,91$  : hiệu suất của bộ truyền

Vậy ta có :  $N_{ct} = \frac{0,38}{0,91} = 0,42$  [KW]

Dựa vào các số liệu trên ta chọn động cơ điện cho dao cắt là :

$$N = 0,8 \text{ [KW]} \quad ; \quad n = 1350 \text{ [v/ph]} \quad ; \quad \eta = 0,745$$

#### 6.2.6. Phân phối tỉ số truyền

$$\text{Tỉ số truyền chung: } i_c = \frac{n_{dc}}{n_d} = \frac{1450}{2388} = 0,607$$

Vì tỉ số truyền chung không lớn nên ta chọn bộ truyền cấp nhanh là bộ truyền tăng tốc độ, bộ truyền cấp chậm có tỉ số truyền  $i_{cc} = 1$

### 6.2.7. Thiết kế bộ truyền đai cấp nhanh:

Đặc điểm : Tỉ số truyền :  $i_{cc} = 0,607$

Số vòng quay của trục dẫn  $n_1 = 1450$  [v/ph]

Số vòng quay của trục bị dẫn  $n_2 = 2388$  [v/ph]

Công suất của trục bị dẫn  $N = 0,45$  [kw]

Chọn loại đai: Ta chọn loại đai cho bộ phận dao cắt là đai hình thang. Đai hình thang được chia làm sáu loại đai (từ nhỏ đến lớn): Z, O, A, B, C, D. Kích thước tiết diện đai và chiều dài đai được tiêu chuẩn hoá. Dựa vào bảng tiêu chuẩn 8.2, 8.5, hình 8.16 [2] để chọn loại đai.

Giả thiết vận tốc của đai  $v < 25$  m/s nên ta chọn loại đai O

Ta chọn tiết diện đai : O

Kích thước tiết diện đai b . h (m.m) 10\*6

Diện tích đai (m<sup>2</sup>) 47

Định đường kính bánh đai:

Đường kính bánh đai nhỏ được chọn theo bảng tiêu chuẩn cho 1 dãy các đường kính tiêu chuẩn. Dựa vào bảng (8.2) [2] mà ta chọn

Đối với bộ truyền đai mà ta thiết kế thì bánh đai nhỏ là bánh bị dẫn, và để cho bộ truyền đai nhỏ gọn thì ta nên chọn đường kính đai nhỏ nhất.

\* Đối với đai O:

Ta chọn đường kính bánh đai nhỏ  $d_2 = 70$  (mm)

Vận tốc đai  $v = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{6.10000} \leq V_{\max} = 25$  (m/s)

$$v = \frac{3,14.70.2388}{60000} = 8,75 \text{ (m/s)}$$

Do đó :  $v = 8,75 \leq V_{\max} = 25 \text{ (m/s)}$

Vậy điều kiện kiểm nghiệm vận tốc luôn thoả mãn .

Tính đường kính bánh đai lớn  $d_1$  theo công thức (8.14) [2]

$$d_1 = \frac{d_2}{i(1-\xi)} \quad (\text{mm})$$

Trong đó :  $\xi = 0,02$  hệ số trượt của đai hình thang

$$d_1 = \frac{70}{0,607(1-0,02)} = 117,67 \text{ (mm)}$$

Các đường kính  $d_1$  và  $d_2$  là đường kính vòng tròn qua lớp trung hoà của đai khi vòng qua bánh đai, cũng là đường kính danh nghĩa của bộ truyền đai hình thang, chúng được dùng trong tính toán cho bộ truyền.

Vậy ta chọn  $d_1$  và  $d_2$  theo tiêu chuẩn cho trong bảng (8.5) [2]

Chọn  $d_1 = 125 \text{ mm}$

$$d_2 = 65 \text{ mm}$$

Tỉ số truyền thực tế của bộ truyền đai:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{65}{125} = 0,52$$

Số vòng quay thực tế của trục bị dẫn:

$$n'_2 = (1-\xi) \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot n_1$$

$$n'_2 = (1-0,02) \cdot \frac{125}{65} \cdot 1450 = 2732 \text{ (v/ph)}$$

So sánh số vòng quay yêu cầu và số vòng quay thực tế để xem sự chênh lệch giữa

chúng :  $\% n = \frac{n'_2 - n_2}{100} = \frac{2732 - 2388}{100} = 3,44\%$

Định chính xác khoảng cách trục A và chiều dài đai L:

Theo A ta tính chiều dài đai L theo công thức (8.29)[2] như sau

$$L = 2A + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4A}$$

$$L = 2 \cdot 200 + (65 + 125) \frac{3,14}{2} + \frac{(125 - 65)^2}{4 \cdot 200} = 703 \text{ (mm)}$$

Dựa vào bảng (8.2)[2] ta chọn chiều dài đai theo tiêu chuẩn :

$$L_0 = 710 \text{ (mm)}$$

Vì chiều dài đai < 1700 (mm) nên chiều dài đai được tính như sau

$$L = L_0 + 25 = 735 \text{ (mm)}$$

Từ L tiêu chuẩn ta tính lại khoảng cách trục A theo công thức (8.28)[2]

$$A = \frac{2L - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{[2L - \pi(d_1 + d_2)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} =$$

$$A = \frac{2 \cdot 735 - 3,14(65 + 125) + \sqrt{[2 \cdot 735 - 3,14(65 + 125)]^2 - 8(125 - 65)^2}}{8}$$

$$= 216 \quad \text{mm}$$

Khoảng cách trục A nhỏ nhất để mắc đai :

$$A_{\min} = A - 0,015 \cdot L = 216 - 0,015 \cdot 735 = 205 \text{ (mm)}$$

Khoảng cách trục A lớn nhất để tạo lực căng đai :

$$A_{\max} = A + 0,03 \cdot L = 216 + 0,03 \cdot 735 = 238 \text{ (mm)}$$

Khoảng cách trục A lớn nhất để tạo lực căng đai :

$$A_{\max} = A + 0,03 \cdot L = 358 + 0,03 \cdot 825 = 383 \text{ (mm)}$$

Tính và kiểm nghiệm góc Ôm:

Góc ôm  $\alpha_1 = 180^\circ - (d_2 - d_1)57^\circ/A$  Yêu cầu  $\alpha_1 \geq 120^\circ$  (nếu góc ôm nhỏ sẽ ảnh hưởng xấu đến khả năng kéo của đai)

Điều kiện được thoả mãn.

Xác định số đai cần thiết: Số đai phải nguyên và không nên quá 6, vì z càng lớn, tải trọng phân bố càng không đều cho các đai, đồng thời làm tăng chiều rộng bánh đai. Áp dụng công thức (8.26)[2]

$$Z = \frac{P_1 \cdot K_d}{[P_0] C_\alpha C_u C_1 C_z}$$

Với :  $P_1$  : công suất của động cơ ;  $P_1 = 0,75$  (kw)

$K_d$  : hệ số khi dẫn động bằng động cơ nhóm;  $K_d = 1,25$  (theo bảng 8.7[2])

$C_\alpha$ : hệ số kể đến ảnh hưởng của góc ôm, phụ thuộc góc ôm trên bánh đai nhỏ  $\alpha_1$  ;  $C_\alpha = 0,95$  (theo mục 8.4.2 [2])

$C_u$  : hệ số ảnh hưởng đến tỉ số truyền ;  $C_u = 1$

$C_1$  : hệ số kể đến ảnh hưởng của chiều dài đai, phụ thuộc tỉ số  $l/l_0$  ;

$C_1 = 0,89$  và  $C_1 = 0,86$  (tra theo bảng 8.9 , 8.10 và 8.11) [2]

$C_z$ : hệ số kể đến sự phân bố không đều của tải trọng cho các đai, số đai càng lớn, tải trọng phân bố càng không đều ;  $C_z = 0,95$  (tra theo mục lục 8.4.2[2])

$P_0$ : công suất có ích cho phép ;  $P_0 = 0,83$  và  $P_0 = 1,17$  (kw)

Xác định số đai khi dùng loại đai O :

$$Z = \frac{1,25 \cdot 0,75}{0,83 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,89 \cdot 0,95} = 1,4$$

Chọn  $Z = 1$

Định các kích thước chủ yếu của bộ truyền đai:

\* Đối với kích thước chủ yếu cho loại đai O:

Tính chiều rộng bánh đai theo (8.2) và bảng (8.5) [2]

$$B = (Z-1)t + 2e$$

Đường kính ngoài, áp dụng công thức (5-24)[2]

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_o$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot h_o$$

$h_o$  được tra trong bảng (8.5)[2] ;  $h_o = 2,5$

Các kích thước  $t$ ,  $e$  tra trong bảng (8.5)[2]

$$t = 12$$

$$e = 8$$

$$\rightarrow B = (1-1).12 + 2.8 = 16 \quad (\text{mm})$$

$$d_{a1} = 125 + 2.2,5 = 130 \quad (\text{mm})$$

$$d_{a2} = 65 + 2.2,5 = 70 \quad (\text{mm})$$

Tính lực căng ban đầu tác dụng lên trục :

+ Lực căng đối với mỗi đai, dựa vào công thức (5-25)[2]

$$S_o = \delta_o.F \quad (\text{N})$$

Trong đó :

$\delta_o$  : ứng dụng căng ban đầu ;  $\delta_o = 1,8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

$F$  : diện tích tiết diện đai (mm)

+ Lực tác dụng lên trục , theo công thức (5-26)[2]

$$R = 3.S_o.Z.\text{Sin}(\lambda_1/2)$$

+ Tính lực căng cho loại đai O :

$$S_o = 1,8 \cdot 47 = 48,6 \text{ (N)}$$

$$R = 3.48,6.1.\text{Sin}(183^\circ 38'/2) = 254 \text{ (N)}$$

### 6.2.8. Thiết kế bộ truyền đai cấp nhanh:

+ Giống bộ truyền đai cấp chậm

+ Đặc điểm : Tỷ số truyền  $i_{cn} = 1$

Số vòng quay của trục dẫn  $n_1 = 1450 \text{ (v/ph)}$

Số vòng quay của trục bị dẫn  $n_2 = 1450 \text{ (v/ph)}$

Công suất trục dẫn  $N = 0,6 \text{ (kw)}$

Chọn loại đai: Ta chọn loại đai cho bộ phận dao cắt là đai hình thang. Đai hình thang được chia làm sáu loại đai (từ nhỏ đến lớn) : Z , O , A , B , C , D. Kích thước tiết diện đai và chiều dài đai được tiêu chuẩn hoá. Dựa vào bảng tiêu chuẩn 8.2 , 8.5 , hình 8.16 [2] để chọn loại đai.

Giả thiết vận tốc của đai  $v < 25 \text{ m/s}$  nên ta chọn loại đai O

Ta chọn tiết diện đai : O

Kích thước tiết diện đai  $b \cdot h \text{ (m.m)} : 10 \times 6$

Diện tích đai (m<sup>2</sup>) : 47

Định đường kính bánh đai

Chọn đường kính bánh đai  $d_2 \text{ (mm)} : 125 \text{ mm}$

Kiểm nghiệm vận tốc theo điều kiện:

$$v = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{6 \cdot 10000} \leq V_{\max} = 25 \text{ (m/s)}$$

Tính đường kính bánh đai bị dẫn  $d_1$

$$d_1 = \frac{d_2}{i(1-\xi)} \text{ (mm)} = 127,5 \text{ (mm)}$$

(Công thức trang 85[2])

Số vòng quay thực tế của trục dẫn :

$$n'_2 = (1-\xi) \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot n_1 \text{ (v/ph)} = 1450 \text{ (v/ph)}$$

(Công thức 5-8[2] Số đai vòng quay)

$$\% n = \frac{n'_2 - n_2}{100} = 0$$

Tỉ số truyền thực tế :

$$i = \frac{d_2}{d_1} = 0,98$$

Chọn sơ bộ khoảng cách trục A: Ta chọn khoảng cách trục A phải thoả mãn điều kiện sau :

$$0,55.(d_1 + d_2) + h \leq A \leq 2.(d_1 + d_2) = 200$$

Định chính xác chiều dài đai L và khoảng cách trục A:

Tính L theo khoảng cách trục A đã chọn :

$$L = 2A + \frac{\pi}{2} + (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4A} \text{ (mm)} = 880 \text{ mm}$$

(Công thức 5-1[2] )

Lấy Lo theo tiêu chuẩn:

Xác định lại khoảng cách trục A với chiều dài lấy theo tiêu chuẩn :

$$A = \frac{2L - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{[2L - \pi(d_1 + d_2)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} \text{ (mm)}$$

(Công thức 5-2[2] )

Với từng loại: 214

Khoảng cách trục nhỏ nhất cần thiết để mắc đai :

$$A_{\min} = A - 0,015.L \text{ (mm)} = 202$$

Khoảng cách trục A lớn nhất để tạo lực căng đai :

$$A_{\max} = A + 0,03.L \text{ (mm)} = 236$$

Tính và kiểm nghiệm góc ôm:

$$\text{Góc ôm } \alpha_1 = 180^\circ - (d_2 - d_1)57^\circ / A$$

Yêu cầu  $\alpha_1 \geq 120^\circ$  (nếu góc ôm nhỏ sẽ ảnh hưởng xấu đến khả năng kéo của đai)

Điều kiện được thoả mãn.

Xác định số đai cần thiết:

Số đai phải nguyên và không nên quá 6, vì z càng lớn tải trọng phân bố càng không đều cho các đai, đồng thời làm tăng chiều rộng bánh đai. Áp dụng công thức (5-22)[2]

$$Z = \frac{P_1 \cdot K_{\square}}{[P_o] C_{\pm} C_u C_l C_z} = 0,92$$

Chọn số đai Z : 1

Định các kích thước chủ yếu của bộ truyền đai :

Tính chiều rộng bánh đai theo công thức (5-14) hoặc bảng (5-10 [2])

$$B = (Z-1)t + 2e \quad (\text{mm}) = 16$$

Đường kính ngoài, áp dụng công thức (5-24)[2]

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_o = 130$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot h_o = 132$$

Tính lực căng ban đầu tác dụng lên trục :

+ Lực căng đối với mỗi đai, dựa vào công thức (5-25)[2]

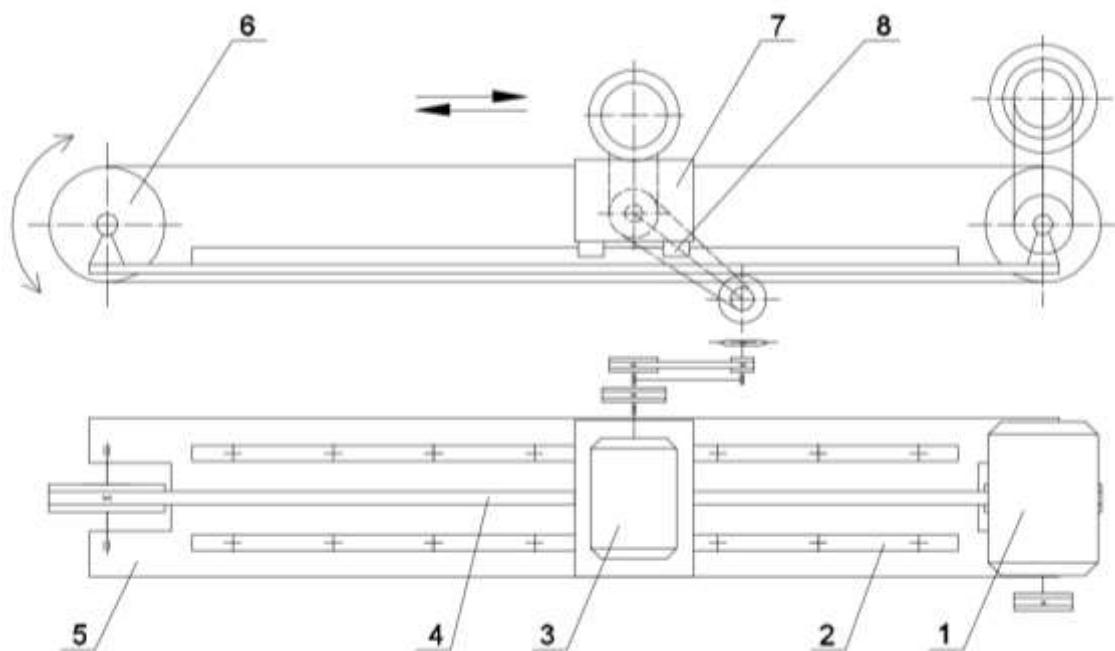
$$S_o = \delta_o \cdot F \quad (\text{N}) = 56$$

+ Lực tác dụng lên trục , theo công thức (5-26)[2]

$$R = 3 \cdot S_o \cdot Z \cdot \text{Sin}(\lambda_1/2) = 169$$

### 6.3. Tính toán thiết kế cơ cấu chạy bàn dao.

#### 6.3.1. Sơ đồ nguyên lý



Hình 6.3: Sơ đồ nguyên lý phương án dẫn động bàn dao

- |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| 9) Động cơ chạy bàn dao | 13) Khung máy     |
| 10) Ray dẫn hướng       | 14) Bánh đai răng |
| 11) Động cơ dao cắt     | 15) Bàn dao cắt   |
| 12) Dây đai răng        | 16) Con trượt     |

Để đảm bảo năng suất, vận tốc của bàn dao phải di chuyển nhanh khi cắt. Mặt khác, bàn mang có khối lượng khá lớn, trượt trên 2 thanh ray nên khi di chuyển với tốc độ cao và dừng đột ngột khi sẽ tạo ra lực quán tính lớn, dẫn tới va đập, phanh hoạt động nhiều sinh ra nhiệt lượng và tiêu tốn năng lượng. Vì vậy trước khi cắt hết hành trình ta thiết kế bàn dao giảm đi một cấp tốc độ trước khi dừng hẳn, điều này làm giảm lực quán tính khi dừng bàn dao, giúp tăng tuổi thọ phanh, hệ thống hoạt động êm và an toàn.

#### 6.3.2. Tốc độ di chuyển bàn dao

Tốc độ của bàn dao ảnh hưởng trực tiếp đến năng suất cắt vải, được tính theo công thức.

$$V_c = \frac{s}{t}$$

Trong đó:

- $S_c$  – là quãng đường bàn dao chạy;
- $t$  – là thời gian chạy dao

Vì ở quãng cuối hành trình cắt vận tốc bàn dao giảm nên ta chia hành trình cắt thành 2 quãng với hai vận tốc khác nhau  $v_1$  và  $v_2$ , thời gian chạy tương ứng là  $t_1$  và  $t_2$

Chọn quãng đường giảm tốc  $S_2$  tương ứng với chiều dài bàn dao để thuận tiện cho lắp đặt cảm biến và thu nhận tín hiệu.

$$S_2 = 330 \text{ mm}$$

Độ dài đường cắt tương ứng với chiều dài cắt cần thiết khi cắt ở góc nghiêng tối đa là 450, được tính theo công thức:

$$S_c = B \cdot \cos(45^\circ) = 1380 \cdot \cos(45^\circ) = 1952 \text{ mm}$$

$$S_1 = S_c - S_2 = 1952 - 330 = 1622 \text{ mm}$$

Vận tốc chuyển động lớn nhất chọn  $V_1 = 0,5 \text{ m/s}$  (Tài liệu công ty DRC)

Chọn  $V_2 = 0,5V_1 = 0,25 \text{ m/s}$

Thời gian cho 1 hành trình cắt là;

$$t = \frac{S_1}{V_1} + \frac{S_2}{V_2} = 4,5 \text{ s}$$

### 6.3.3. Lực kéo bàn dao cắt

Lực kéo ban đầu:

$$F_{bd} = ma = \frac{mv}{\Delta t}$$

- $m$  : là khối lượng của cụm dao cắt;  $m = 22 \text{ Kg} = 220 \text{ N}$
- $V$  là vận tốc lớn nhất
- $\Delta t$  là thời gian đáp ứng

$$\rightarrow F_{qt} = \frac{220 \cdot 0,5}{0,5} = 220 \text{ N}$$

Lực ma sát giữa ray dẫn hướng và con trượt:

$$F_{ms} = m \cdot \mu = 220 \cdot 0,1 = 22 \text{ N}$$

Với  $\mu = 0,1$  (tài liệu nhà sản xuất ray dẫn)

Vậy lực kéo bàn dao lớn nhất là tổng của lực kéo ban đầu và lực ma sát:

$$F_k = F_{bd} + F_{ms} = 242 \text{ N}$$

#### 6.3.4. Thiết kế bộ truyền đai răng

Đai răng là loại đai dẹt được chế tạo có răng ở mặt trong. Khi vào tiếp xúc với bánh đai, các răng của đai sẽ khớp với các răng trên bánh đai.

Bộ truyền đai răng sử dụng cho máy cắt vải không nối thành vòng kín mà nối trực tiếp lên bàn dao cắt, kéo bàn dao chuyển động tịnh tiến dọc theo phương của dây đai.

Môđun của đai răng được xác định theo công thức:

$$m = 35 \sqrt[3]{P_1/n_1}$$

Trong đó:

- $P_1$ : là công suất trên bánh đai chủ động, kW ;
- $n_1$ : Số vòng quay bánh đai chủ động, Vg/ph ;

$$P_1 = \frac{F_k \cdot v}{1000} = \frac{242 \cdot 0,5}{1000} = 0,121 \text{ kW}$$

Chọn đường kính bánh đai:  $d = 250 \text{ mm}$

Vận tốc bàn dao tương ứng với vận tốc vòng của bánh đai, vậy số vòng quay bánh đai:

$$n_1 = \frac{\pi \cdot d}{v_1} = \frac{3,14 \cdot 0,25}{0,5} = 1,57 \text{ Vg/s} = 94,2 \text{ Vg/ph}$$

Vậy:

$$m = 35 \sqrt[3]{0,121/94,2} = 3,8$$

Chọn:  $m = 4$

Chọn theo tiêu chuẩn bề rộng đai răng:  $b = 40 \text{ mm}$

Xác định thông số của bộ truyền:

Tỉ số truyền bằng 1 nên  $Z_1 = Z_2$

Theo bảng 4.29[3],  $Z_1 = Z_2 = \frac{\pi d}{p} = 62$  răng

– P: là bước đai,  $p = 12,57 \text{ mm}$ ;

Số răng dây đai:

$$Z_d = \frac{2a}{p} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{(Z_1 - Z_2)^2 p}{40p}$$

Khoảng cách trục:

$$a = S_c + d + 2l_{at} + l_{bd} = 1952 + 250 + 2.200 + 550 = 3152 \text{ mm}$$

Với  $l_{at}$  là khoảng cách an toàn của bàn dao với bánh đai.

vậy số răng đai:

$$Z_d = \frac{2.2602}{12,57} + \frac{62 + 62}{2} + \frac{(62 - 62)^2 12,57}{40.2602} = 476 \text{ răng}$$

Do cần 1 khoảng chiều dài bàn dao thay cho dây đai nên số răng đai còn lại:

$$Z_{dr} = 476 - \frac{l_{bd}}{p} = 476 - \frac{400}{12,57} = 44 \text{ răng}$$

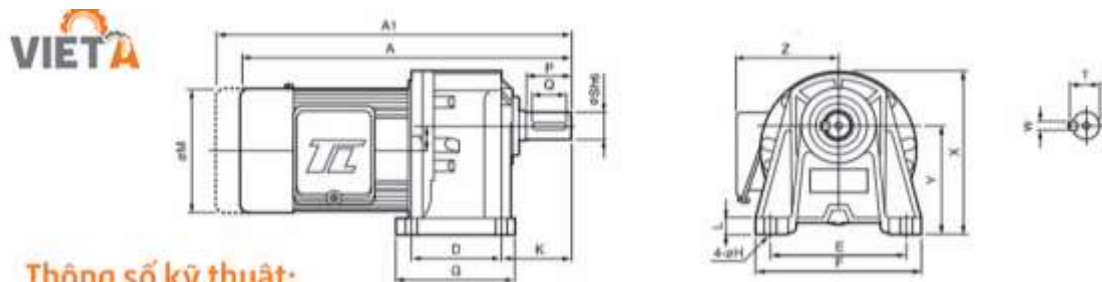
### 6.3.5. Lựa chọn động cơ

Số vòng quay trục ra lớn nhất:  $n_1 = 94,2 \text{ (Vg/ph)}$

Vì số vòng quay trục ra khá nhỏ so với các động cơ thông thường nên ta chọn động cơ giảm tốc. Dúp tiết kiệm không gian, tăng hiệu suất, dễ dàng lắp đặt và độ tin cậy cao. Động cơ cần có phanh điện từ để hãm lực quán tính của bàn dao.

- Chọn tỉ số truyền:  $i = 25$
- Tốc độ đầu ra  $n = 72 \text{ vg/ph}$
- Công suất động cơ:  $W_d = 0,18 \text{ kW}$
- Đường kính trục:  $d = 20 \text{ mm}$
- Điện 3 pha/380V

- Tần số 50/60 Hz
- Kiểu lắp chân đế



Thông số kỹ thuật:

HP	Gear Ratio	Type	A	A1	D	E	F	G	H	L	J	K	M	X	Y	Z	Output Shaft					App.Wt. Kg
																	P	Q	S	T	W	
0,2KW   1/4HPx4P	5-10	18	273	301	40	110	135	65	9	10	15,98	50	125	127	85	116	30	22	18	20	5	7,04
	12,5-25	18	273	301	40	110	135	65	9	10	15,98	50	125	127	85	116	30	22	18	20	5	7,1
	12,5-100	22	305	330	65	130	155	90	11	12	17,66	60	125	145	90	116	40	30	22	25	7	8,8
	120-200	28	334	361	90	140	170	120	11	17	23,11	70	125	170	110	100	45	35	28	31	7	12
	250-1800	28	411	437	90	140	170	120	11	17	23,11	70	125	170	110	100	45	35	28	31	7	12,4
250-1800	32	443	471	130	170	210	167	13	18	30,22	75	125	204	130	116	55	45	32	36,5	10	24,6	

Hình 6.4: Thông số động cơ chạy bàn dao

### 6.3.6. Thiết kế bộ truyền đai răng cấp nhanh

Số vòng quay trục ra lớn nhất:  $n_1 = 94,2$  (Vg/ph)

Tốc độ đầu ra bánh đai chủ động:  $n_0 = 72$  vg/ph

Tỉ số truyền:  $i = n_1/n_0 = 1,3$

Môđun của đai răng được xác định theo công thức:

$$m = 35 \sqrt[3]{P_0/n_0}$$

Trong đó:

- $P_0 = P_{dc} = 0,18$  kW: là công suất trên bánh đai chủ động, kW ;
- $n_0$ : Số vòng quay bánh đai chủ động, Vg/ph ;

Vậy:

$$m = 35 \sqrt[3]{0,18/72} = 4,75$$

Chọn:  $m = 5$

Chọn theo tiêu chuẩn bề rộng đai răng:  $b = 40$  mm

Xác định thông số của bộ truyền:

Tỉ số truyền bằng 1,3 nên:  $Z_1 \cdot 1,3 = Z_2$

Theo bảng 4.29[3], chọn  $Z_1 = 20$  răng

Suy ra:  $Z_2 = 1,3 \cdot 20 = 26$  răng

– P: là bước đai,  $p = 12,57$  mm;

Đường kính bánh đai:

$$d_1 = \frac{Z_1 \cdot P}{\pi} = \frac{20 \cdot 12,57}{\pi} = 80 \text{ mm}$$

$$d_2 = \frac{Z_2 \cdot P}{\pi} = \frac{26 \cdot 12,57}{\pi} = 104 \text{ mm}$$

Số răng dây đai:

$$Z_d = \frac{2a}{p} + \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{(Z_1 - Z_2)^2 p}{40p}$$

Khoảng cách trục:

$$a = S_c + d + 2l_{at} + l_{bd} = 1952 + 250 + 2 \cdot 200 + 550 = 3152 \text{ mm}$$

Với  $l_{at}$  là khoảng cách an toàn của bàn dao với bánh đai.

vậy số răng đai:

$$Z_d = \frac{2 \cdot 2602}{12,57} + \frac{62 + 62}{2} + \frac{(62 - 62)^2 \cdot 12,57}{40 \cdot 2602} = 476 \text{ răng}$$

Do cần 1 khoảng chiều dài bàn dao thay cho dây đai nên số răng đai còn lại:

$$Z_{dr} = 476 - \frac{l_{bd}}{p} = 476 - \frac{400}{12,57} = 44 \text{ răng}$$

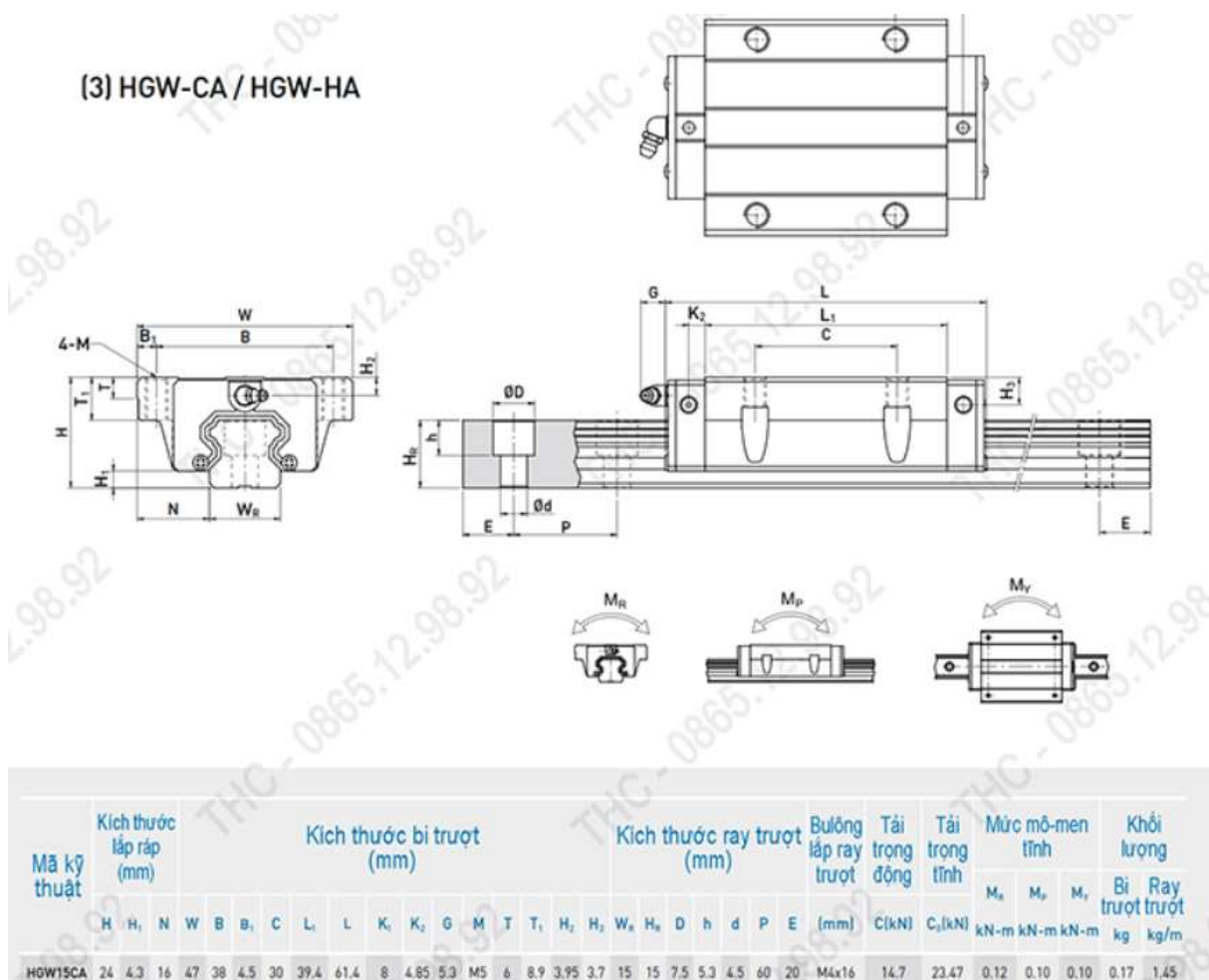
### 6.3.7. Thiết kế ray dẫn hướng

Thanh trượt dẫn hướng cơ khí (gồm thanh trượt và con trượt) có nhiều ưu điểm nổi bật như:

Độ chính xác cao trong chuyển động nhờ thiết kế dẫn hướng tuyến tính, giúp máy móc hoạt động ổn định và chính xác. Ma sát thấp, giảm tiêu hao năng lượng và

tăng tuổi thọ thiết bị. Khả năng chịu tải tốt. Ngoài ra, hệ thống này còn dễ lắp đặt và bảo trì, giúp tiết kiệm thời gian và chi phí vận hành.

Lựa chọn loại ray trượt HGW-CA thanh trượt vuông với các thông số và kích thước như hình :



Hình 6.5: Thông số ray dẫn hướng và con trượt

## 6.4. Thiết kế cơ cấu điều chỉnh góc cắt

### 6.4.1. Nguyên lý điều chỉnh

Nguyên lý điều chỉnh như ở hình 4.7, với tâm quay ở cính giữa băng tải. Toàn bộ cơ cấu chạy bàn dao sẽ xoay quanh tâm này một góc tối đa 450. Trục quay được cố định với khung băng tải. Cơ cấu này được nâng đỡ bằng 4 con lăn lăn trên 2 tấm đỡ.

Lựa chọn chiều rộng tấm đỡ  $a = 100$  mm,

Bán kính vòng ngoài tấm đỡ  $R_n = 1250$  mm

#### 6.4.2. Tính toán thiết kế trục vít

Sử dụng trục vít với chức năng tạo chuyển động tịnh tiến, dẩy bàn dao để bàn dao quay quanh tâm. Ta lựa chọn rên hình thang với các ưu điểm: Độ bền khá cao, dễ gia công, tiếp nhận tải trọng dọc trục lớn, thường sử dụng trong các cơ cấu truyền lực 2 chiều.

Các thông số của bộ truyền vít me đai ốc:

- Đường kính trục vít  $D = 40 \text{ mm}$
- Bước ren  $p = 20 \text{ mm}$
- Chiều dài hành trình:  $L_{ht} = 1250 \cdot \tan 45^\circ + l_d = 1500 \text{ mm}$  (với  $l_d$  là chiều dài phần trục từ nối trục đến đai ốc)

Khi hoạt động, động cơ cố định trong khi trục vít sẽ quay 1 góc tương ứng với góc quay của cơ cấu, đây là loại truyền động không đồng trục nên ta chọn nối trục chữ thập (nối trục các đặng) để cơ cấu truyền động dễ dàng.

Thông số loại đai ốc phù hợp với trục vít:

- Ký hiệu ren Tr40x20
- Loại ren hình thang
- Góc ren  $30^\circ$
- Loại đai ốc bằng thép

#### 6.4.3. Lựa chọn động cơ

Lực đẩy ban đầu cần thiết:

$$F_{bd} = ma = \frac{mv}{\Delta t}$$

- $m$  : là khối lượng của cụm máy cần xoay ước tính;  $m = 350 \text{ Kg} = 3500 \text{ N}$
- $v$  là vận tốc tịnh tiến:  $v = \frac{p \cdot n}{60} = \frac{0,02 \cdot 36}{60} = 0,012 \text{ m/s}$
- $\Delta t$  là thời gian đáp ứng

$$\rightarrow F_{qt} = \frac{3500 \cdot 0,012}{0,5} = 84 \text{ N}$$

Lực đẩy cần thiết của bộ truyền:

$$F = m \cdot \mu = 3500 \cdot 0,1 = 350 \text{ N}$$

Trong đó:

- $m$  là khối lượng của toàn bộ cơ cấu chạy bàn dao cắt sau chế tạo (ước tính khối lượng tối đa)
- $\mu$  là hệ số ma sát giữa các bánh lăn và tấm đỡ.

Công suất động cơ cần thiết:

$$P = \frac{F \cdot v}{\eta}$$

Trong đó:

- $\eta$  là hiệu suất bộ truyền, chọn  $\eta = 0,85$

Thay vào công thức:

$$P = \frac{(350 + 84) \cdot 0,012}{0,85} = 7 \text{ W}$$

Chọn động cơ giảm tốc với các thông số:

- Model: GH22-1002040S
- Kiểu lắp: Chân đế trực thẳng
- Tỉ số truyền (RATIO): 2040 ~ 36 Vòng/phút
- Công suất P: 0.1kW ~ 100W
- Đường kính trục cốt : 22 mm
- Điện áp: 3pha 220V/380V
- Thương hiệu: Wanshsin

## 6.5. Thiết kế cơ cấu kẹp vải.

### 6.5.1. Lực kẹp cần thiết

Nguyên lý kẹp vải khi cắt bằng dao đĩa xem hình 4.3. Khi cắt vải, lực cắt của dao đĩa có xu hướng kéo vải dịch chuyển theo phương tiếp tuyến, khiến vải có thể bị hất ngược lên khi cắt theo chiều thuận, hoặc bị kéo xuống rãnh của thớt cắt vải khi cắt theo chiều nghịch. Tăng ma sát khi cắt và àm giảm chất ượng đường cắt. Vì vậy, cần có nguyên lý kẹp vải để tạo lực ma sát giữ cho tấm vải luôn được căng phẳng ở trên rãnh của thớt cắt vải khi dao đĩa di chuyển.

Công thức tính lực của dao đĩa tròn khi cắt vải:

$$F_c = \frac{\tau \cdot t \cdot L}{\sin(\theta)}$$

Trong đó:

- $\tau$  là lực cắt riêng theo vật liệu(N/mm<sup>2</sup>), đối với vải bố  $\tau = 1 \div 5$  (N/mm<sup>2</sup>);
- $t = 1,5$  là độ dày lớp vải cần cắt(mm);
- $L$  là chiều dài tiếp xúc đường cắt(mm), Chọn  $L = 0,2 \cdot D = 20$  (mm)
- $\theta$  là góc nghiêng của lưỡi dao so với mặt cắt,  $\theta = 90^0$

Thay vào công thức ta có:

$$F_c = \frac{5 \cdot 1,5 \cdot 20}{\sin(90)} = 150 \text{ N}$$

Lực kẹp tối thiểu cần thiết của thanh kẹp là:

$$F_k \geq \frac{F_c}{\mu} = \frac{150}{0,4} = 375 \text{ N}$$

Trong đó:

- $\mu$  là hệ số ma sát giữa vải và băng tải, đối với vải bố,  $\mu = 0,4 \div 0,6$

Chọn hệ số an toàn là 1,5; khi đó lực kẹp cần thiết là  $F_k = 375 \cdot 1,5 = 562,5 \text{ N}$

Chọn  $F_k = 600 \text{ N}$

### 6.5.2. Lựa chọn xilanh khí nén

Theo sơ đồ nguyên lý máy, ta sử dụng 2 xilanh khí nén tịnh tiến để đẩy/ kéo thanh kẹp.

Để đảm bảo quá trình cắt vải diễn ra ổn định, không bị xô lệch do lực cắt từ dao đĩa, cần thiết kế cơ cấu kẹp đủ chắc chắn. Qua tính toán, tổng lực kẹp yêu cầu để giữ vải trong quá trình cắt là  $F_k = 600 \text{ N}$

Cơ cấu sử dụng hai xi lanh khí nén tác động kép có ty hai đầu, trong đó một đầu để kẹp vải và đầu còn lại để lắp thanh đồng bộ đảm bảo hai xi lanh chuyển động song song, đồng đều. Như vậy, mỗi xi lanh cần tạo ra lực kẹp tối thiểu:

$$F = \frac{Fk}{2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ (N)}$$

Nguồn khí nén cấp cho hệ thống có áp suất tiêu chuẩn 6 bar (0.6 MPa). Lực sinh ra tại đầu có ty của xi lanh được tính theo công thức:

$$F = P \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^1)$$

Trong đó:

- P = 0.6 MPa
- D: đường kính piston
- d: đường kính ty

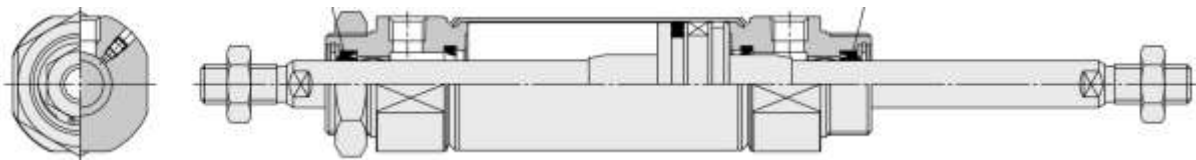
Lựa chọn xi lanh tiêu chuẩn có kích thước:

- Đường kính piston: D = 32 mm
- Đường kính ty: d = 10 mm

Thay vào công thức:

$$F = 0,6 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (32^2 - 10^1) = 434,4 \text{ N}$$

Lực sinh ra lớn hơn yêu cầu 300 N, đảm bảo an toàn và có dự phòng. Như vậy, mỗi xi lanh đáp ứng được lực kẹp cần thiết. Tổng lực kẹp thực tế đạt khoảng 868.8 N (> 600 N), đảm bảo vải được giữ chắc chắn trong suốt quá trình cắt.



Hình 6.6: Xilanh kẹp vải

## CHƯƠNG 7: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN

### 7.1. Lựa chọn thiết bị điều khiển

#### 7.1.1. Lựa chọn bộ điều khiển

PLC S7-200 là lựa chọn lý tưởng cho đồ án chế tạo máy cắt vải tự động nhờ vào các tính năng vượt trội và khả năng đáp ứng yêu cầu hệ thống. Đầu tiên, PLC S7-200 có đủ số lượng đầu vào/đầu ra (I/O) để kết nối với các cảm biến và động cơ cần thiết, đảm bảo hệ thống hoạt động chính xác và hiệu quả. Thứ hai, PLC S7-200 hỗ trợ mở rộng với các module I/O bổ sung, giúp dễ dàng nâng cấp hệ thống khi cần thiết. Khả năng lập trình của PLC S7-200 cũng rất mạnh mẽ, hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình như Ladder Logic, giúp tiết kiệm thời gian và công sức trong quá trình phát triển và bảo trì chương trình điều khiển. Ngoài ra, PLC S7-200 được thiết kế để hoạt động ổn định trong các điều kiện môi trường khắc nghiệt như nhiệt độ cao và độ ẩm, đảm bảo hệ thống hoạt động liên tục và đáng tin cậy. Cuối cùng, PLC S7-200 có giá thành hợp lý, phù hợp với ngân sách của nhiều dự án tự động hóa công nghiệp, giúp tiết kiệm chi phí đầu tư ban đầu và chi phí bảo trì.



Hình 7.1: PLC S7 – 1200

PLC S7-200 của Siemens là lựa chọn phù hợp cho đồ án chế tạo máy cắt vải cao su tự động nhờ vào các tính năng vượt trội, khả năng mở rộng, độ bền cao, và chi phí hợp lý. Việc lựa chọn PLC S7-200 không chỉ đảm bảo hệ thống hoạt động hiệu quả mà còn giúp tiết kiệm chi phí và dễ dàng bảo trì.

### 7.1.2. Lựa chọn thiết bị cảm biến

#### a) Cảm biến băng tải

Cảm biến trên băng tải là cảm biến lăn tròn để đo chiều dài vải trên băng tải, thường được gọi là cảm biến đo chiều dài hoặc cảm biến encoder, là một thiết bị quan trọng trong hệ thống tự động hóa công nghiệp. Cảm biến này hoạt động bằng cách lăn tròn trên bề mặt vải khi nó di chuyển trên băng tải, ghi nhận số vòng quay và từ đó tính toán chiều dài vải đã di chuyển. Điều này giúp đảm bảo độ chính xác cao trong việc đo lường và kiểm soát quá trình cắt vải.

Ưu điểm của cảm biến lăn tròn:

- **Độ chính xác cao:** Đo chiều dài vải một cách chính xác, đảm bảo quá trình cắt vải diễn ra đúng theo yêu cầu.
- **Dễ dàng lắp đặt:** Có thể dễ dàng tích hợp vào hệ thống băng tải hiện có mà không cần thay đổi cấu trúc lớn.
- **Khả năng hoạt động liên tục:** Hoạt động ổn định trong môi trường công nghiệp, chịu được điều kiện khắc nghiệt như bụi và nhiệt độ cao.
- **Tiết kiệm chi phí:** Giảm thiểu sai sót trong quá trình đo lường, từ đó giảm chi phí sản xuất và tăng hiệu quả kinh tế.



Hình 7.2: Encoder đo chiều dài vải

Cảm biến lăn tròn là lựa chọn lý tưởng để đo chiều dài vải trên băng tải trong hệ thống máy cắt vải cao su tự động. Với độ chính xác cao, dễ dàng lắp đặt, khả năng hoạt động liên tục và tiết kiệm chi phí, cảm biến này đảm bảo quá trình sản xuất diễn ra hiệu quả và chính xác, đáp ứng tốt các yêu cầu của dự án chế tạo máy cắt vải cao su tự động.

b) Cảm biến vị trí bàn dao

Lựa chọn cảm biến tiệm cận: Là một thiết bị quan trọng trong hệ thống tự động hóa, đặc biệt là để xác định vị trí bàn dao trong máy cắt vải cao su tự động. Cảm biến tiệm cận hoạt động bằng cách phát hiện sự hiện diện của các vật thể trong khoảng cách gần mà không cần tiếp xúc trực tiếp. Có nhiều loại cảm biến tiệm cận như cảm biến điện từ, cảm biến điện dung, cảm biến siêu âm và cảm biến hồng ngoại, mỗi loại có nguyên lý hoạt động và ứng dụng riêng.

Ưu điểm của cảm biến tiệm cận:

- **Độ chính xác cao:** Cảm biến tiệm cận cho phép đo khoảng cách với độ chính xác cao, giúp xác định vị trí bàn dao một cách chính xác.
- **Không cần tiếp xúc:** Giảm thiểu hao mòn và hư hỏng do không cần tiếp xúc trực tiếp với vật thể.
- **Hoạt động ổn định:** Cảm biến tiệm cận hoạt động tốt trong các điều kiện môi trường khắc nghiệt như bụi, nhiệt độ cao và rung động.
- **Tốc độ đáp ứng nhanh:** Đảm bảo hệ thống phản ứng kịp thời với các thay đổi vị trí của bàn dao.
- **Tuổi thọ cao:** So với các loại công tắc giới hạn (limit switch), cảm biến tiệm cận có tuổi thọ cao hơn do không có các bộ phận cơ khí chuyển động.



Hình 7.3: Cảm biến tiệm cận

Sử dụng cảm biến tiệm cận để xác định vị trí bàn dao trong máy cắt vải cao su tự động là một lựa chọn hợp lý nhờ vào độ chính xác cao, khả năng hoạt động ổn định trong môi trường khắc nghiệt, và tuổi thọ cao. Việc áp dụng cảm biến tiệm cận không chỉ giúp nâng cao hiệu quả và độ chính xác của hệ thống mà còn giảm thiểu chi phí bảo trì và tăng độ tin cậy của máy móc.

#### c) Cảm biến xilanh

Ta sử dụng công tắc hành trình cho xi lanh khí nén là thiết bị quan trọng trong hệ thống tự động hóa, giúp xác định vị trí của xi lanh khi nó di chuyển đến các điểm dừng cụ thể. Công tắc này hoạt động bằng cách phát hiện sự hiện diện của xi lanh và gửi tín hiệu để điều khiển các hoạt động tiếp theo.



Hình 7.4: Công tắc hành trình

Sử dụng công tắc hành trình cho xi lanh khí nén là lựa chọn hợp lý nhờ vào độ chính xác cao, độ bền, dễ dàng lắp đặt, tốc độ đáp ứng nhanh và tuổi thọ cao. Việc áp dụng công tắc hành trình giúp nâng cao hiệu quả và độ chính xác của hệ thống tự động hóa.

#### d) Cảm biến đo góc cắt

Vì cơ cấu điều chỉnh góc cắt bằng trục vít nên ta có thể sử dụng số vòng quay của trục vít để đo góc một cách chính xác dựa vào cảm biến encoder.

### 7.1.3. Lựa chọn thiết bị ngõ ra

#### a) Các công tắc tơ, các rơ le

Hệ thống điều khiển của máy cắt vải sử dụng bộ PLC, đầu ra PLC sẽ điều khiển các rơ le để vận hành các cơ cấu chấp hành.

Công tắc tơ được sử dụng để điều khiển các thiết bị điện công suất lớn như động cơ và máy bơm. Chúng có thể được điều khiển tự động bằng PLC hoặc rơ le thời gian để tự động đóng ngắt điện, giúp bảo vệ hệ thống khỏi quá tải hoặc ngắn mạch.

Rơ le hoạt động như một công tắc điện từ, cho phép điều khiển dòng điện lớn bằng tín hiệu điện nhỏ. Chúng bảo vệ các thiết bị điện khỏi quá tải, quá dòng, và biến động điện áp, và được sử dụng rộng rãi trong các bo mạch điều khiển tự động để đóng cắt dòng điện lớn.

#### b) Van điện từ



Hình 7.5: Van điện từ 5/3

Van điện từ khí nén 5/3 là một lựa chọn phổ biến trong các hệ thống máy công nghiệp nhờ tính linh hoạt và hiệu quả cao. Với 5 cổng và 3 vị trí, van này cho phép điều khiển dòng khí nén một cách chính xác, tối ưu hóa hiệu suất hệ thống. Ngoài ra, khả năng điều chỉnh và kiểm soát dòng khí hiệu quả giúp giảm thiểu sự cố và tăng độ tin cậy của hệ thống. Van 5/3 cũng có khả năng xả khí khi cần thiết, bảo vệ các thiết bị khỏi áp lực quá mức.

#### c) Đèn báo

Lắp đặt đèn báo trong máy công nghiệp mang lại nhiều lợi ích quan trọng:

- Cảnh báo sự cố: Đèn báo giúp phát hiện và cảnh báo kịp thời các sự cố như quá tải, quá nhiệt, hoặc mất kết nối, giúp bảo vệ thiết bị và đảm bảo an toàn cho hệ thống
- Hiện thị trạng thái hoạt động: Đèn báo cho biết trạng thái hoạt động của máy móc, như nguồn điện đang bật hay tắt, giúp người vận hành dễ dàng theo dõi và kiểm soát hệ thống
- Bảo dưỡng định kỳ: Đèn báo cũng có thể chỉ ra khi nào cần thực hiện bảo dưỡng hoặc sửa chữa, giúp duy trì hiệu suất và tuổi thọ của thiết bị

#### **7.1.4. Lựa chọn thiết bị đảo chiều và thay đổi tốc độ động cơ**

Trong cơ cấu chạy bàn dao, động cơ sử dụng là động cơ không đồng bộ 3 pha, loại động cơ phổ biến trong công nghiệp nhờ độ bền cao và chi phí hợp lý. Để điều khiển tốc độ và chiều quay của động cơ một cách linh hoạt, em lựa chọn sử dụng biến tần Mitsubishi FR-D740-1.5K.

Biến tần cho phép thay đổi tần số và điện áp cấp cho động cơ, từ đó điều chỉnh tốc độ quay theo công thức:

$$n = \frac{120 \cdot f}{P}$$

Trong đó:

- n: tốc độ quay (vòng/phút)
- f: tần số nguồn (Hz)
- P: số cực của động cơ

Ngoài ra, biến tần còn hỗ trợ đảo chiều quay động cơ dễ dàng thông qua việc thay đổi thứ tự pha bằng tín hiệu điều khiển, không cần dùng đến công tắc cơ khí hay khởi động từ đảo chiều như phương pháp truyền thống. Thiết lập điều khiển cụ thể như hình 7.7.

Việc sử dụng biến tần FR-D740-1.5K mang lại nhiều lợi ích:

- Điều chỉnh tốc độ mượt mà, tiết kiệm năng lượng
- Đảo chiều nhanh chóng, an toàn
- Bảo vệ động cơ khỏi quá dòng, quá áp
- Tích hợp nhiều chức năng điều khiển tự động

Với công suất định mức 1.5kW, biến tần FR-D740-1.5K hoàn toàn phù hợp với yêu cầu tải của động cơ chạy bàn dao.



Hình 7.6: Biến tần FR-D740-1.5K



Cài đặt tần số  
từng tốc độ

Chức Năng	Tên Chân	Ý Nghĩa
Điều Khiển Chiều Quay	STF=1 & STR=0	Quay thuận
	STF=0 & STR=1	Quay nghịch
Điều Khiển Tốc Độ Quay	RH RM RL	
	0 0 0	Tốc Độ 1
	0 0 1	Tốc Độ 2
	0 1 0	Tốc Độ 3
	0 1 1	Tốc Độ 4
	1 0 0	Tốc Độ 5
	1 0 1	Tốc Độ 6
	1 1 0	Tốc Độ 7
1 1 1	Tốc Độ 8	

Hình 7.7: Cách thiết lập biến tần

## 7.2. Thiết lập chương trình điều khiển

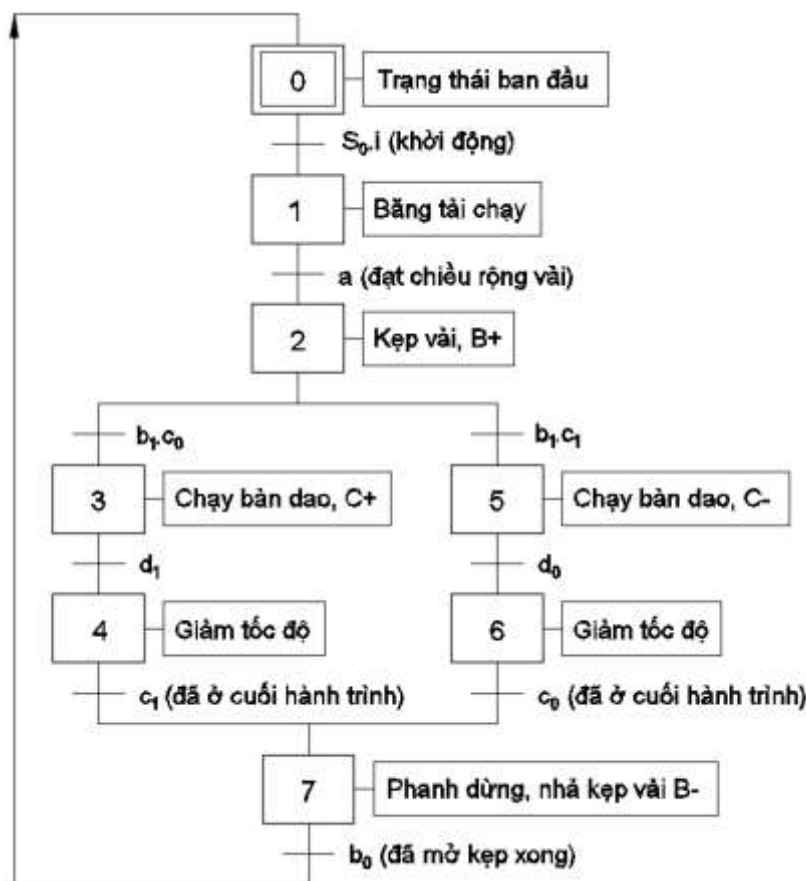
### 7.2.1. Mô tả hệ thống điều khiển tự động

#### a) Mô tả bằng diễn giải

Bằng diễn giải thông thường, ta liệt kê những công việc của máy cắt vải phải làm để mô tả mỗi giai đoạn làm việc và xác định các điều kiện thỏa mãn ở mỗi thời điểm.

- + Bước 1: Động cơ kéo băng tải chuyển động đưa vào vào vị trí cắt. Khi cảm biến băng tải đo được chiều dài vải đạt yêu cầu thì chuyển qua bước 2.
- + Bước 2: Piston A và B đồng thời đi xuống theo chiều A+ để kẹp chặt vải. Khi piston đã kẹp chặt chi tiết được đảm bảo bằng công tắc hành trình  $a_1$  thì chuyển qua bước 3.
- + Bước 3: Động cơ kéo bàn dao cắt theo chiều B+ và động cơ cắt vải quay thì chuyển qua bước 4.
- + Bước 4: Khi bàn dao di chuyển đến vị trí gần cuối hành trình cắt đảm bảo bằng cảm biến  $d_1$  thì động cơ kéo bàn dao giảm tốc độ và chuyển qua bước 5
- + Bước 5: Khi cảm biến hành trình cắt  $c_1$  kết thúc hành trình cắt, động cơ kéo bàn dao dừng. Piston A và B đồng thời lùi về vị trí  $a_0$  thì chuyển qua bước 6
- + Bước 6: Động cơ kéo băng tải chuyển động đưa vào vào vị trí cắt. Khi cảm biến băng tải đo được chiều dài vải đạt yêu cầu thì chuyển qua bước 7.
- + Bước 7: Piston A và B đồng thời đi xuống theo chiều A+ để kẹp chặt vải. Khi piston đã kẹp chặt chi tiết được đảm bảo bằng công tắc hành trình  $a_1$  thì chuyển qua bước 8.
- + Bước 8: Động cơ kéo bàn dao cắt theo chiều B- và động cơ cắt vải quay thì chuyển qua bước 9.
- + Bước 9: Khi bàn dao di chuyển đến vị trí gần cuối hành trình đảm bảo bằng cảm biến  $d_0$  thì động cơ kéo bàn dao giảm tốc độ và chuyển qua Bước 10.
- + Bước 10: Khi cảm biến hành trình cắt  $c_0$  kết thúc hành trình cắt, động cơ kéo bàn dao dừng. Piston A và B đồng thời lùi về vị trí  $a_0$ . Kết thúc 1 chu trình cắt với 1 chu trình cắt được 2 tấm vải.

#### b) Mô tả bằng sơ đồ.



Hình 7.8: mô tả hệ thống điều khiển bằng grafcet

### 7.2.2. Thiết kế mạch điều khiển

e) Lựa chọn phương pháp điều khiển.

Có 3 phương án thiết kế hệ thống điều khiển dựa trên ngôn ngữ lập trình LAP (Logic Assembly Programming) là phương pháp điều khiển theo tầng, phương pháp điều khiển theo nhị phân và phương pháp điều khiển theo Karnaugh.

Phương pháp điều khiển theo nhị phân được lựa chọn vì những lý do sau:

- Đơn giản và dễ thực hiện: Phương pháp này không đòi hỏi kỹ thuật phức tạp, dễ dàng triển khai và bảo trì. Điều này đặc biệt hữu ích trong các hệ thống công nghiệp nơi mà sự đơn giản và hiệu quả là yếu tố quan trọng.
- Hiệu quả trong kiểm soát: Việc chia quá trình điều khiển thành các nhị phân giúp dễ dàng theo dõi và kiểm soát từng giai đoạn, đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định và chính xác.

- Tối ưu tài nguyên: Với sự phát triển của công nghệ, các giải pháp hiện đại như PLC có thể giảm thiểu vấn đề này, giúp tối ưu hóa tài nguyên và chi phí.

Phương pháp điều khiển theo nhịp là lựa chọn phù hợp cho các hệ thống công nghiệp yêu cầu sự đơn giản, hiệu quả và dễ dàng kiểm soát.

f) Tín hiệu vào ra

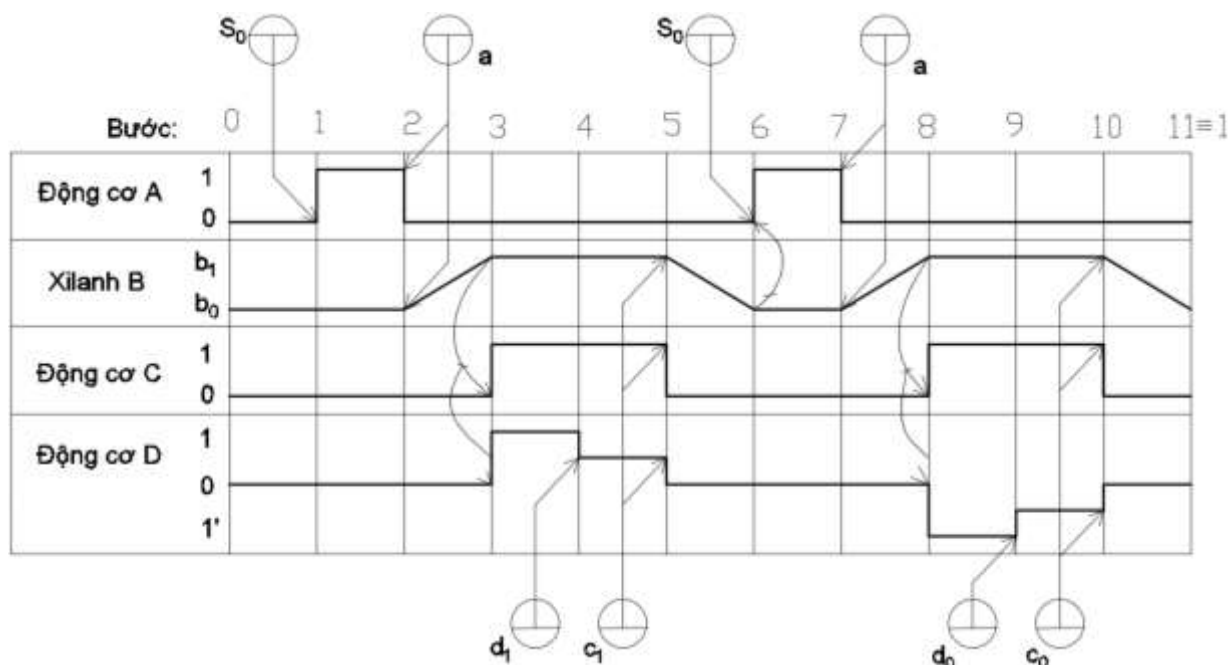
- Tín hiệu vào:

- + Nút ấn, tín hiệu từ máy dán vải, tín hiệu từ máy cấp vải
- + Cảm biến a, c0, c1, d0, d1
- + Công tắc hành trình b0, b1

- Tín hiệu ra:

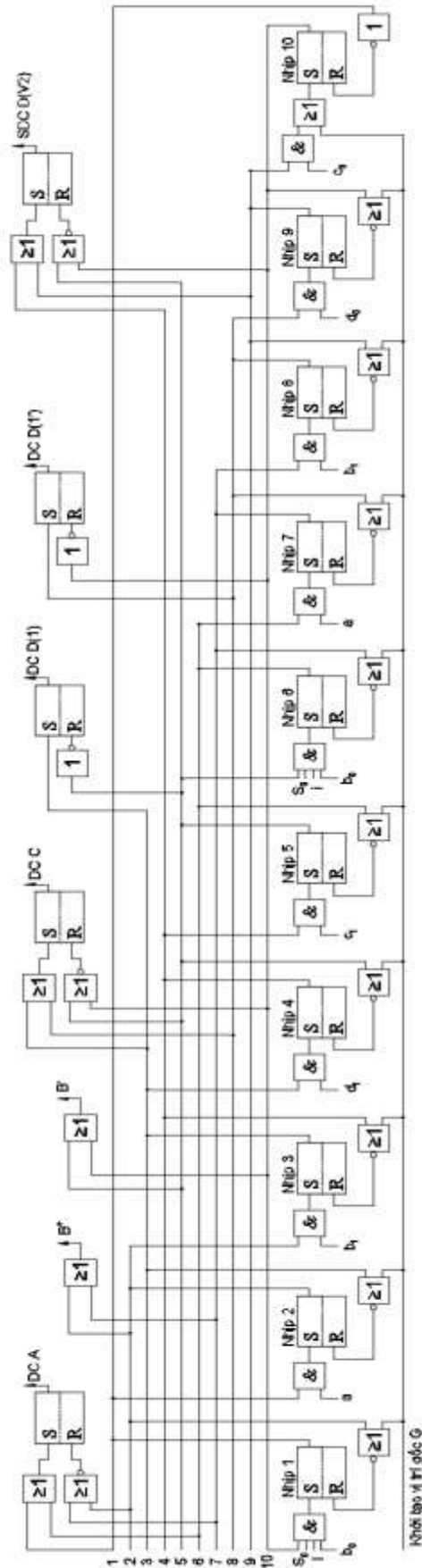
- + Động cơ A: Kéo băng tải
- + Xilanh B: Kẹp vải
- + Động cơ C: Quay lưỡi dao
- + Động cơ D: Chạy bàn dao

a) Biểu đồ trạng thái



Hình 7.9: Biểu đồ trạng thái

b) Bảng quy trình thực hiện và sơ đồ logic

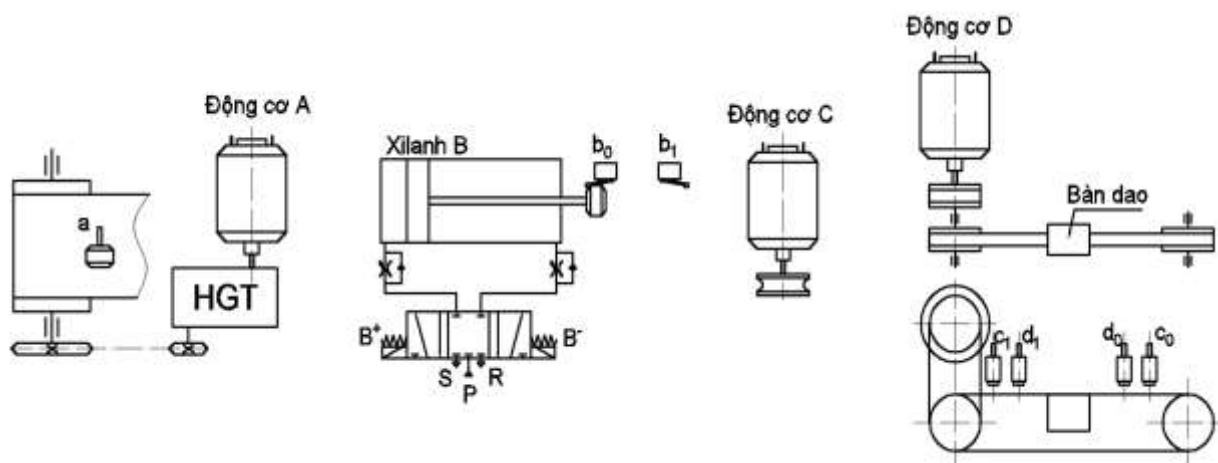


SƠ ĐỒ MẠCH LOGIC ĐIỀU KHIỂN THEO NHỊP

Nhịp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cơ cấu chấp hành	Động cơ A quay	Xi lanh B*	Động cơ C quay Động cơ D quay(1)	Động cơ D giảm tốc	Xi lanh B(-) Động cơ C dừng Động cơ D dừng	Động cơ A quay	Xi lanh B*	Động cơ C quay Động cơ D quay(1)	Động cơ D giảm tốc	Xi lanh B(-) Động cơ C dừng Động cơ D dừng
Tình hiệu điều khiển	SDC A	B*	SDC C SDC D(1)	SDC D(V2)	B* RDC C RDC D(1) RDC D(V2)	SDC A	B*	SDC C SDC D(1)	SDC D(V2)	B* RDC C RDC D(1) RDC D(V2)
Tình hiệu vào	S <sub>1</sub> , b <sub>0</sub>	a	b <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> , b <sub>5</sub>	a	b <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	c <sub>5</sub>
Nhất tạo vị trí gốc	G									

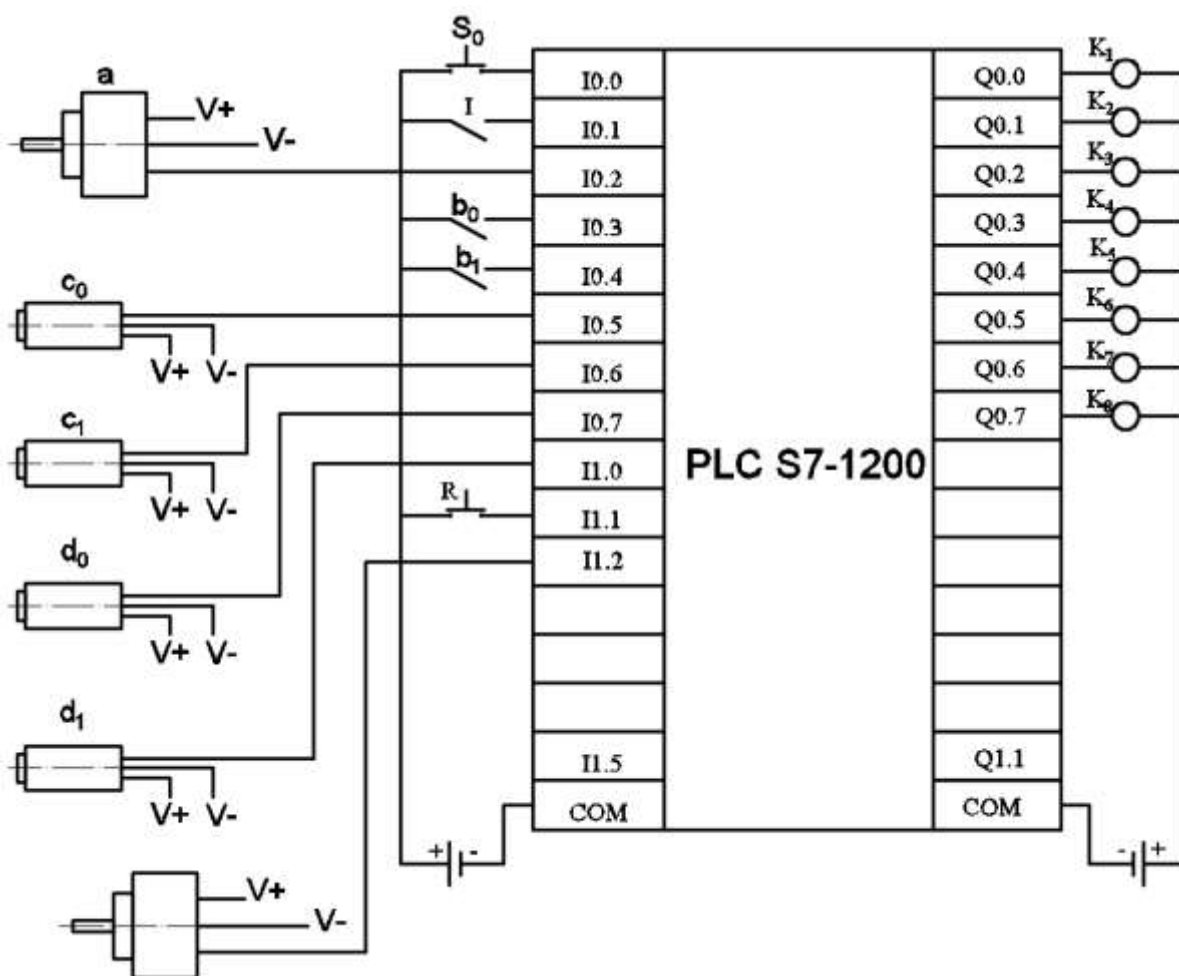
Hình 7.10: Bảng quy trình thực hiện và sơ đồ logic

c) Sơ đồ mạch điện khí nén

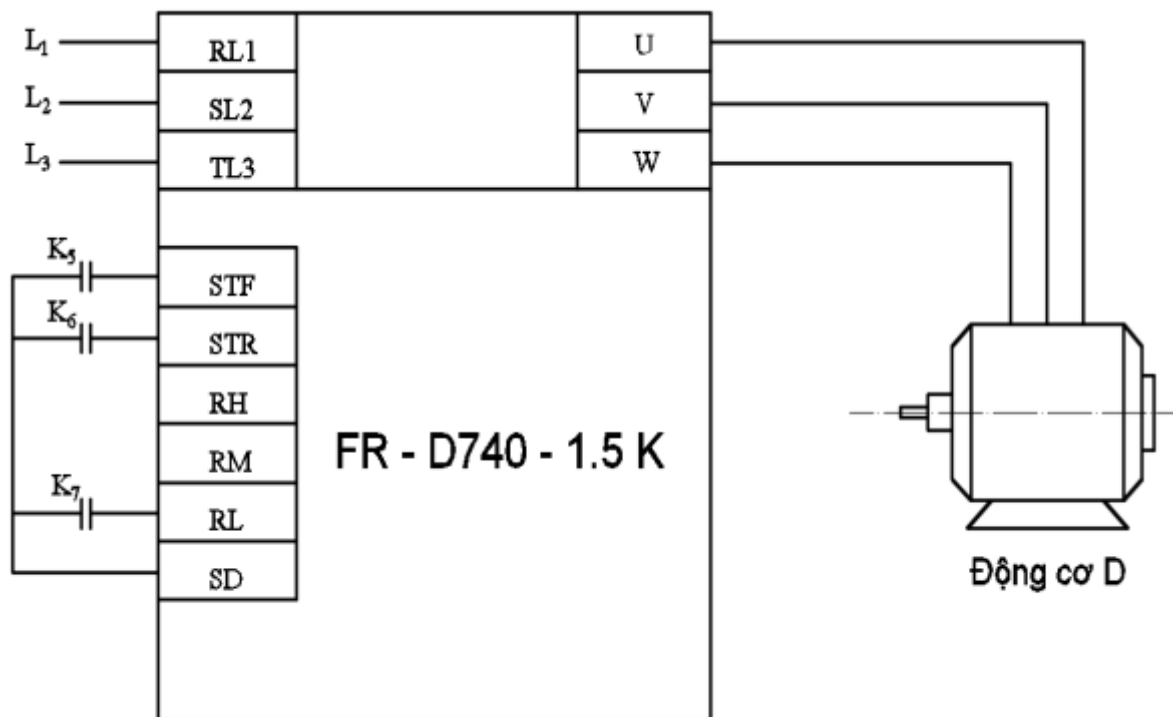


Hình 7.11: Sơ đồ mạch điện khí nén và cảm biến

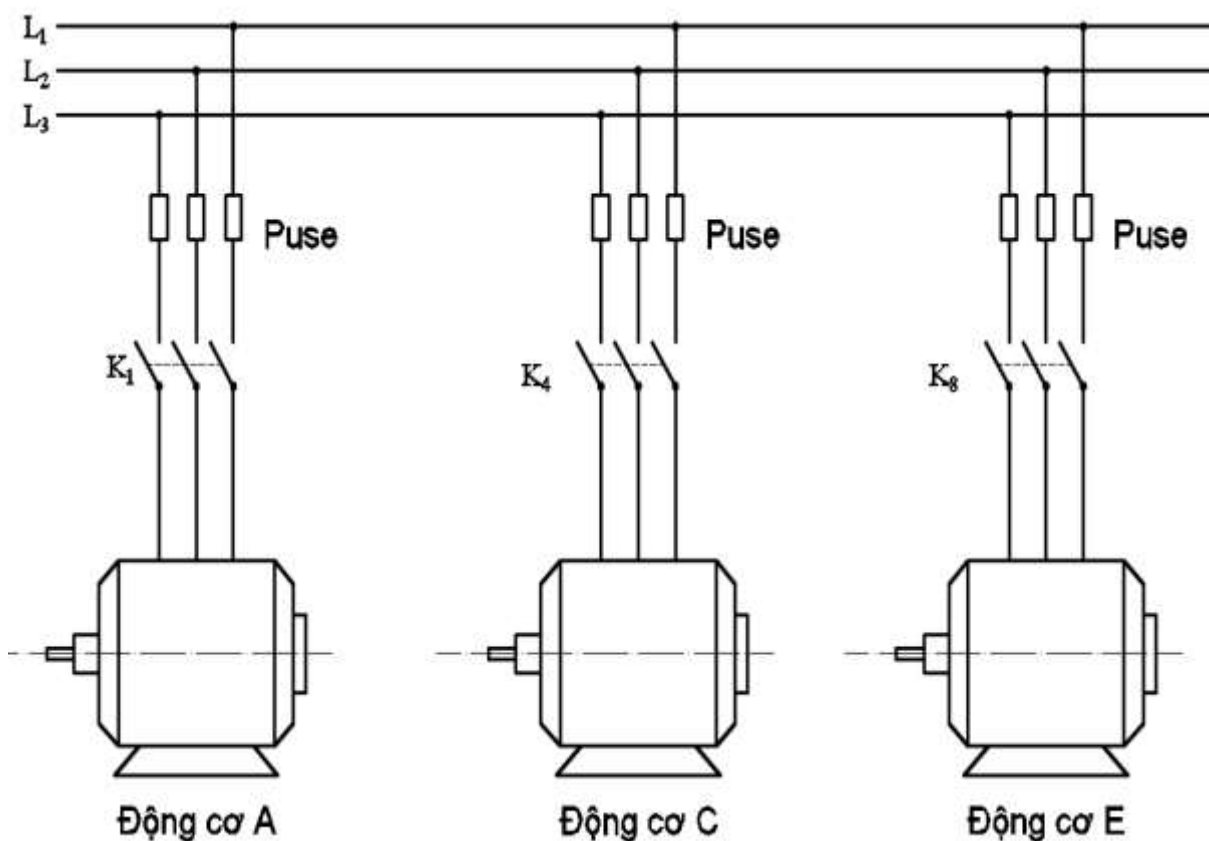
d) Kết nối PLC



Hình 7.12: Kết nối PLC S7 – 1200



Hình 7.13: Kết nối biến tần



Hình 7.14: Kết nối các động cơ

e) Đọc tín hiệu từ encoder

Chọn đường kính bánh lăn  $d = 100$  mm, cảm biến encoder gửi tín hiệu đo chiều dài thông qua các xung điện đến chân I0.2. Với encoder có  $r = 600$  xung/vòng,  $l$  là chiều dài vải cần cắt (theo phương dọc băng tải), ta có công thức tính số xung cho một lần đo:

$$i = \frac{l}{l_x} \text{ xung/lần cắt}$$

Với  $l_x = \frac{\pi d}{r} = \frac{\pi \cdot 100}{600} = \frac{\pi}{6}$  là chiều dài cho mỗi xung.

Để thực hiện các phép toán trong lập trình LAP ta sử dụng DIV(Int) để thực hiện phép chia số nguyên với đầu vào được nhập trên màn hình điều khiển.

Độ dài  $l$  phụ thuộc vào yêu cầu loại vải, giả sử máy cắt loại vải bố dùng cho lớp PCR quy cách 14". Chiều rộng vải thân 590 mm, vậy số xung là:

$$i = \frac{l}{l_x} = \frac{590}{\frac{\pi}{6}} = 1126,81 \text{ xung/lần cắt}$$

Vì PLC chỉ nhận số xung là số nguyên nên lấy  $i = 1126$  xung

Vậy chiều dài vải đo được thực tế:

$$l_{tt} = i \cdot \frac{\pi d}{r} = 1126 \cdot \frac{\pi \cdot 100}{600} = 589,6 \text{ mm}$$

Sai số tính theo phần trăm:

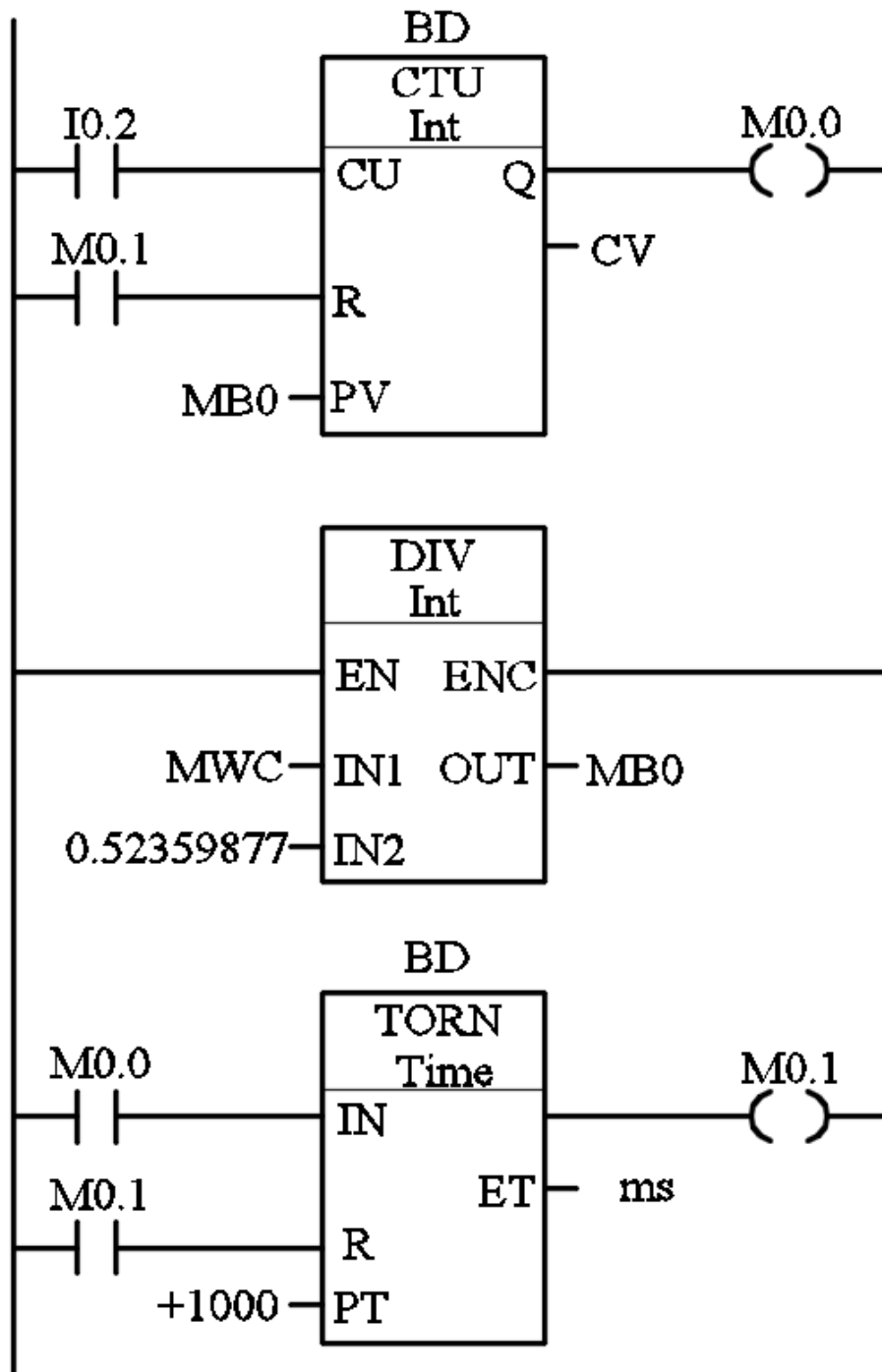
$$\varepsilon = \frac{|l - l_{tt}|}{l} \cdot 100\% = 0,067\% < 1,5\%$$

Sai số tuyệt đối lớn nhất cho mọi trường hợp luôn nhỏ hơn một xung, vậy sai số tuyệt đối lớn nhất là:

$$\Delta = l_x = \frac{\pi}{6} = 0,52 \text{ mm}$$

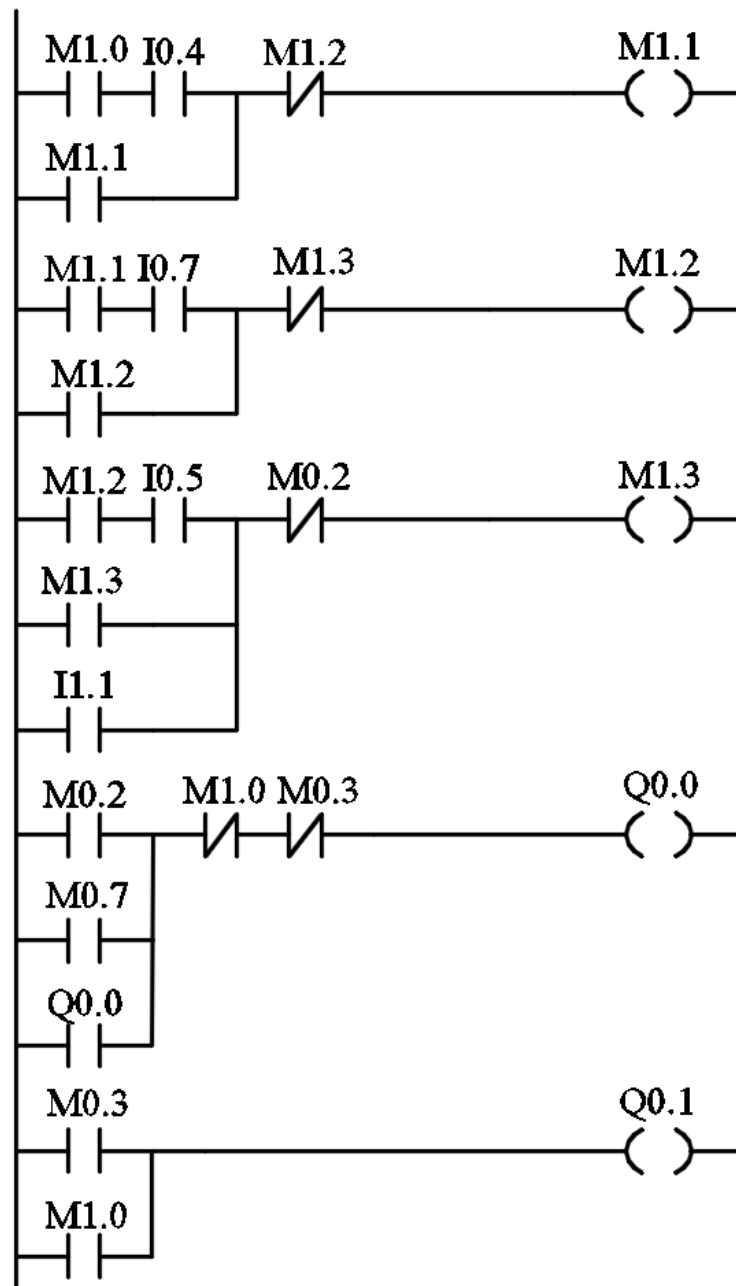
⇒ Sai số này rất nhỏ là sai số hệ thống được chấp nhận.

f) Chương trình điều khiển

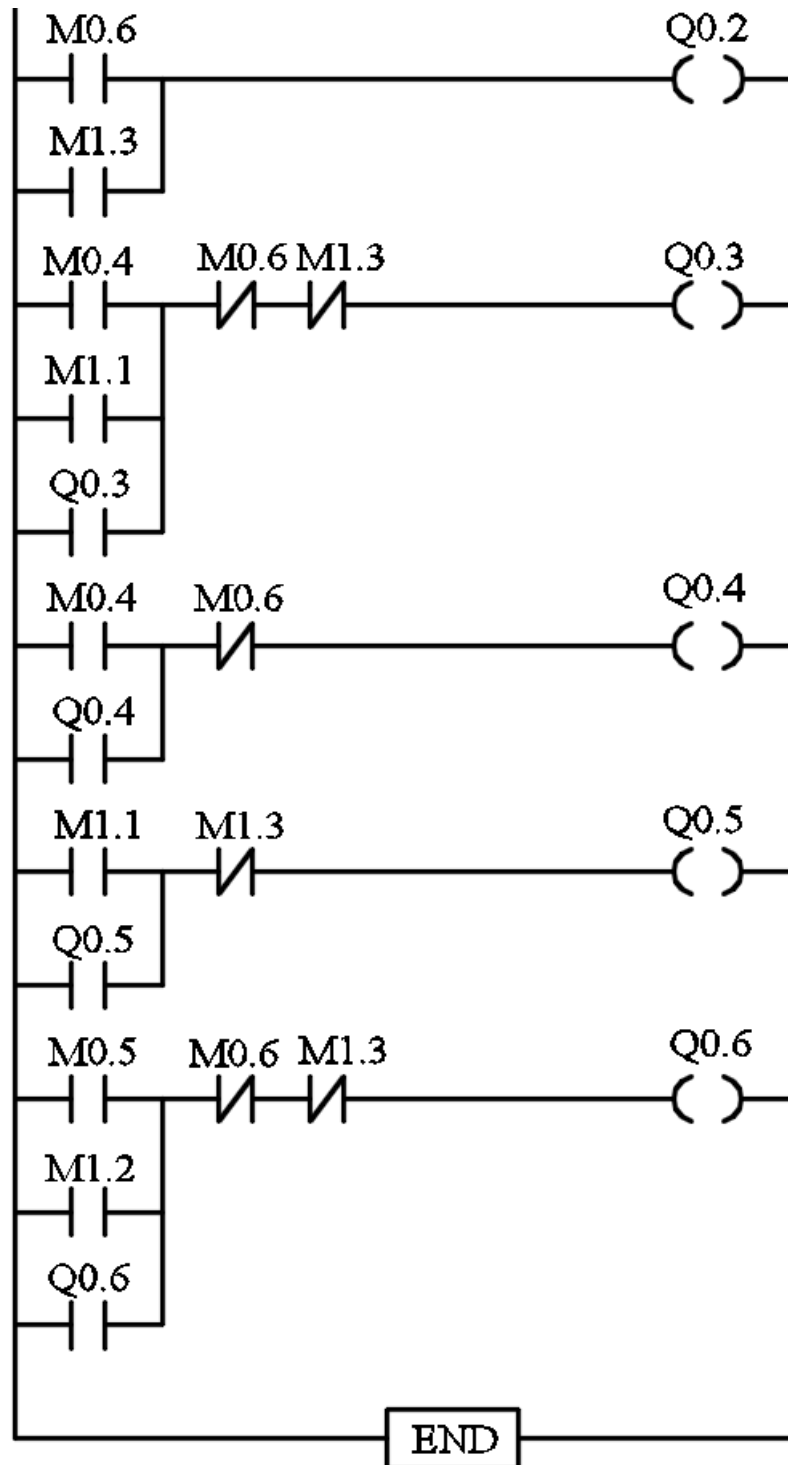


Hình 7.15: Chương trình LAB đọc tín hiệu Encoder





Hình 7.17: Chương trình điều khiển(p3)



Hình 7.18: Chương trình điều khiển(p4)

## CHƯƠNG 8: MÔ PHỎNG MÁY TRÊN CÁC PHẦN MỀM SỐ

### 8.1. Mô phỏng chương trình điều khiển

#### 8.1.1. Phần mềm mô phỏng

Trong quá trình phát triển chương trình điều khiển cho PLC S7-1200, việc mô phỏng đóng vai trò quan trọng nhằm kiểm tra logic điều khiển trước khi triển khai thực tế. Đề tài sử dụng phần mềm **TIA Portal** kết hợp với **PLCSIM (PLC Simulator)** – công cụ mô phỏng chính thức do Siemens phát triển.

PLCSIM cho phép mô phỏng hoạt động của PLC S7-1200 ngay trên máy tính, giúp người dùng quan sát trạng thái các đầu vào/ra, kiểm tra logic chương trình và phát hiện lỗi một cách trực quan. Việc mô phỏng này không chỉ giúp tiết kiệm thời gian và chi phí mà còn đảm bảo độ an toàn và chính xác trong quá trình thiết kế hệ thống điều khiển.

Thông qua mô phỏng, người thực hiện có thể kiểm tra toàn bộ quá trình vận hành của hệ thống mà không cần kết nối với phần cứng thực tế, từ đó nâng cao hiệu quả và độ tin cậy của chương trình điều khiển.

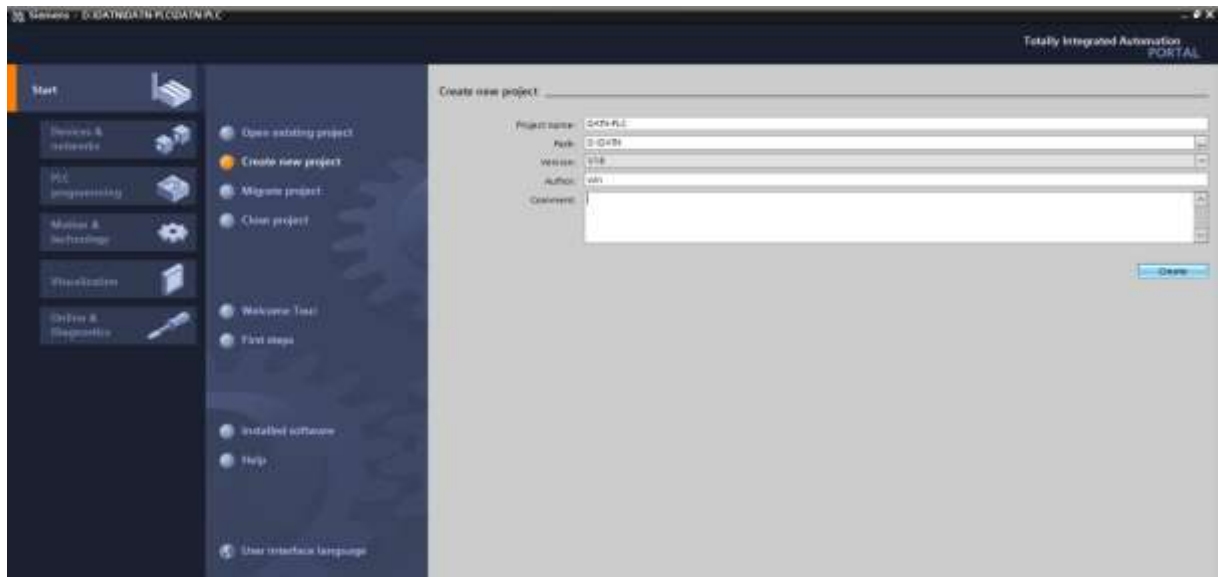
Khi sử dụng TIA Portal, cần đảm bảo máy tính có cấu hình phù hợp để phần mềm hoạt động ổn định. Nên sử dụng đúng phiên bản PLCSIM tương thích để mô phỏng không bị lỗi. Ngoài ra, cần thường xuyên sao lưu dự án và kiểm tra sự tương thích giữa phần mềm và firmware của PLC thực tế. Trong đồ án này phiên bản được sử dụng là TIA Portal V16.

#### 8.1.2. Kết nối và lập trình

Để thực hiện mô phỏng chương trình điều khiển cho PLC S7-1200 trong TIA Portal, ta vào chương trình trên máy vi tính và thực hiện tuần tự theo các bước:

a) *Khởi tạo dự án mới*

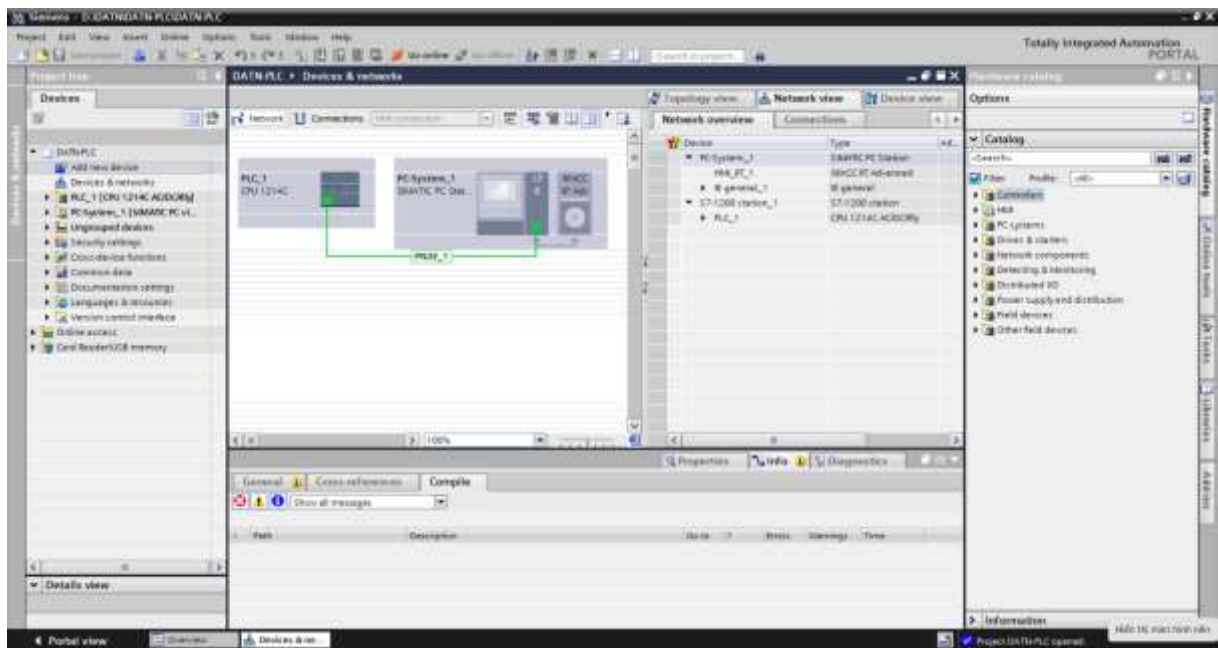
Mở phần mềm TIA portal, chọn **create new project**, đặt tên dự án và chọn vị trí lưu trữ, dao diện như hình 8.1.



Hình 8.1: Khởi tạo dự án PLC mới

b) Cấu hình phần cứng

Sau khi tạo dự án, vào mục Project view, chọn add new device. Chọn dòng PLC S7-1200 với mã CPU phù hợp có thể sử dụng. Thêm cấu hình cho CPU.



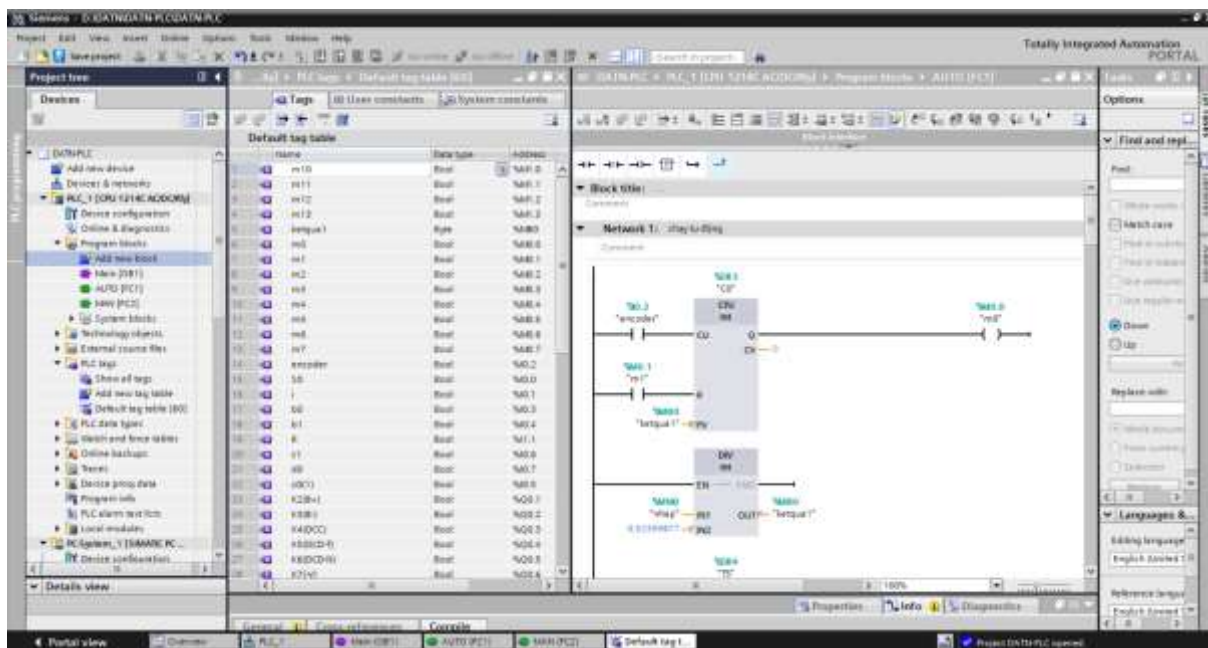
Hình 8.2: Kết nối cấu hình phần cứng trên phần mềm TIA Portal

c) Viết chương trình điều khiển

Trong phần PLC\_1 [CPU1214 AC/DC/Rly], chọn Program blocks và add new block để chọn chương trình mới, ta có thể viết chương trình điều khiển tự động tách riêng biệt với chương trình điều khiển bằng tay. Cũng có thể tạo thêm các chương

trình giả lập khác nếu không có phần cứng. Các chương trình con này được chạy thông qua chương trình chính(Organization block). Ở đây ta tạo một chương trình con AUTO(chạy tự động) để mô phỏng bởi đây là chương trình phức tạp nhất.

Viết chương trình điều khiển đã thiết kế ở chương 7 lên network 1 bằng ngôn ngữ lập trình LAD, với các phần tử được lưu trong phần PLC tags. Dao diện như hình 8.3.



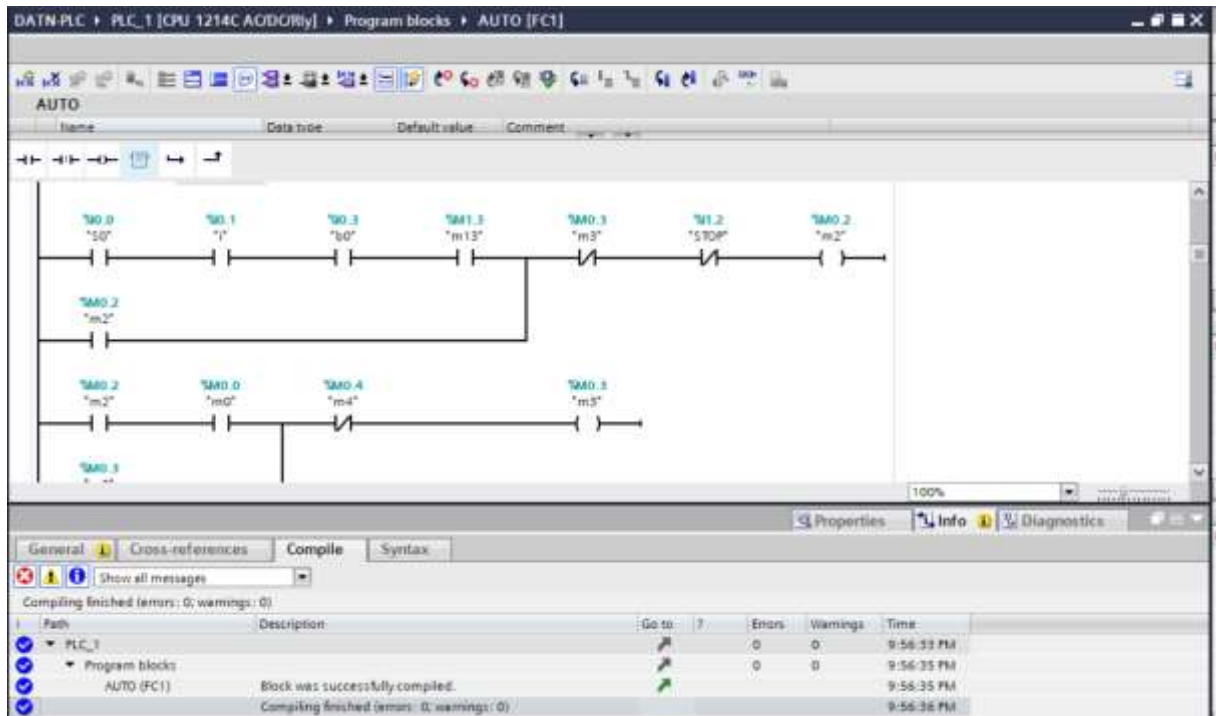
Hình 8.3: Viết chương trình điều khiển tự động lên phần mềm TIA portal

Có thể tách chương trình đọc tín hiệu từ encoder sang một Network khác và mô phỏng tín hiệu từ cảm biến này bằng cách thay đổi trạng thái tiếp điểm mà nó tác động. Tạo thuận lợi cho việc mô phỏng chương trình, bởi Encoder gửi tín hiệu dưới dạng xung và việc mô phỏng số lượng xung cần thiết để chuyển tiếp bước có thể mất nhiều thời gian hoặc cần viết thêm chương trình giả lập khác.

#### d) Mở phần mềm mô phỏng PLCSIM

Sau khi viết xong chương trình, chọn compile để kiểm tra lỗi, ở phần Compile nếu kết quả là “Compiling finished (errors: 0; warnings: 0) thì chương trình đã đảm bảo không có lỗi. Kết quả như hình 8.4.

Trong TIA Portal, chọn Start Simulation để kết nối với PLCSIM. Tải chương trình vào CPU ảo bằng cách chọn Download to device ⇒ PLCSIM(CPU ảo).



Hình 8.4: Kiểm tra lỗi chương trình LAD

e) Thực hiện mô phỏng

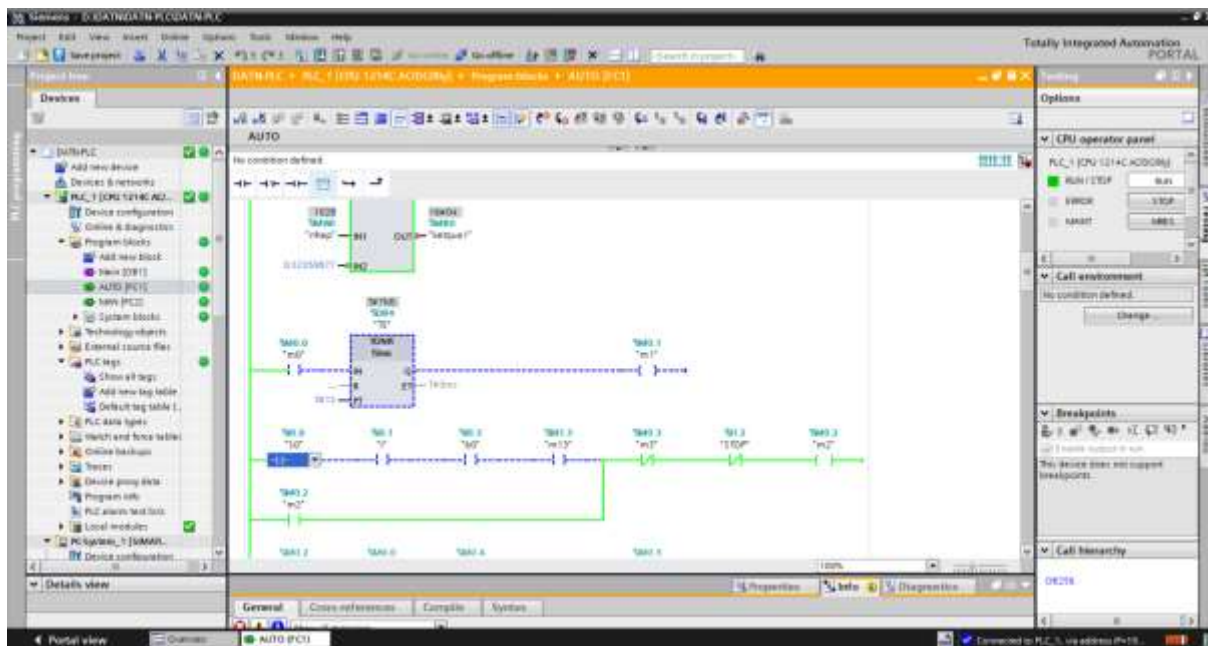
Chuyển trạng thái CPU SIM sang chế độ RUN như hình 8.5:



Hình 8.5: CPU PLC ảo đang ở trạng thái RUN

Bật monitor all sang chế độ on để quan sát. Thực hiện click đúp vào các giá của Ix.x để mô phỏng các biến đầu vào, chú ý thực hiện theo đúng trình tự của biến vào thiết điều khiển đã thiết kế, sau đó quan sát các biến ra Qx.x. Dao diện thực hiện như hình Hình8.6. Lưu ý nếu chương trình lỗi, sẽ có các cảnh báo chấm đỏ ở phần DEVICES.

Trên sơ đồ View online, các tiếp điểm và dây sẽ phát sáng xanh khi ở trạng thái ON, các tiếp điểm có đường gạch nối màu xanh dương ở trạng thái OFF.



Hình 8.6: Thực hiện mô phỏng chương trình PLC

#### f) Kết thúc mô phỏng

Sau khi kiểm tra và đảm bảo chương trình điều khiển hoạt động đúng cách, kết thúc mô phỏng và lưu lại dự án.

### 8.1.3. Kết quả và kết luận

Sau quá trình xây dựng và lập trình hệ thống điều khiển bằng PLC S7-1200 trong môi trường **TIA Portal**, chương trình đã được mô phỏng thành công thông qua công cụ **PLCSIM**. Kết quả mô phỏng cho thấy chương trình hoạt động đúng theo yêu cầu thiết kế, các tín hiệu đầu vào/ra phản hồi chính xác, logic điều khiển được thực hiện đầy đủ và ổn định. Điều này chứng minh rằng chương trình đã đáp ứng được mục tiêu đề ra trong đề tài.

Ưu điểm của phương án mô phỏng:

- Cho phép kiểm tra chương trình mà không cần kết nối với phần cứng thực tế, giúp tiết kiệm chi phí và đảm bảo an toàn trong quá trình thử nghiệm.

- Tích hợp trực tiếp trong TIA Portal, dễ sử dụng, thuận tiện cho việc theo dõi và điều chỉnh chương trình.
- Hỗ trợ giám sát trạng thái I/O và thay đổi giá trị đầu vào linh hoạt thông qua Watch Table, giúp phát hiện và sửa lỗi logic nhanh chóng.
- Phù hợp cho mục đích học tập, nghiên cứu và đào tạo, đặc biệt trong môi trường không có sẵn thiết bị vật lý.

Nhược điểm của phương pháp mô phỏng:

- Không mô phỏng được đầy đủ các thiết bị ngoại vi thực tế như cảm biến, động cơ, băng tải,...
- Không phản ánh chính xác các yếu tố vật lý như độ trễ, quán tính, hoặc lỗi phần cứng.
- Việc mô phỏng tín hiệu analog còn hạn chế và thiếu trực quan.

Việc sử dụng mô phỏng trong quá trình phát triển chương trình điều khiển PLC là một bước quan trọng, giúp kiểm tra và hoàn thiện chương trình trước khi triển khai thực tế. Mặc dù còn một số hạn chế, nhưng phương pháp này đã chứng minh được tính hiệu quả, an toàn và tiện lợi. Chương trình điều khiển được xây dựng trong đề tài đã hoạt động đúng yêu cầu thông qua mô phỏng, thể hiện tính khả thi và độ tin cậy cao.

## **8.2. Mô phỏng 3D và hoạt động của máy trên phần mềm SolidWorks**

### **8.2.1. Phần mềm mô phỏng**

SolidWorks là một phần mềm thiết kế và mô phỏng 3D hàng đầu, được phát triển bởi Dassault Systemes, phục vụ rộng rãi trong các lĩnh vực kỹ thuật, sản xuất và thiết kế công nghiệp. Phần mềm này cung cấp một nền tảng mạnh mẽ, hỗ trợ các kỹ sư và nhà thiết kế tạo ra các mô hình 3D chi tiết, phân tích hiệu suất, và mô phỏng hoạt động của các hệ thống máy móc trước khi đưa vào sản xuất thực tế. Với giao diện trực quan và dễ sử dụng, SolidWorks không chỉ là công cụ thiết kế mà còn là giải pháp toàn diện giúp tối ưu hóa quy trình phát triển sản phẩm, giảm thiểu sai sót và tiết kiệm chi phí.

SolidWorks được ứng dụng phổ biến trong nhiều ngành công nghiệp, từ thiết kế cơ khí, ô tô, hàng không vũ trụ đến sản xuất các thiết bị tự động như máy cắt vải. Phần mềm này tích hợp nhiều module chuyên dụng, mang lại sự linh hoạt và hiệu quả cho các dự án từ đơn giản đến phức tạp, đáp ứng nhu cầu của cả kỹ sư chuyên nghiệp lẫn người mới bắt đầu.

❖ Một Số Tính Năng Nổi Bật Của SolidWorks:

- 1) Thiết Kế Mô Hình 3D Chính Xác và Linh Hoạt: SolidWorks cho phép người dùng tạo và chỉnh sửa các mô hình 3D chi tiết thông qua các công cụ như Sketch (phác thảo 2D), Extrude (đùn khối 3D), và Assembly (lắp ráp). Người dùng có thể thiết kế từng bộ phận riêng lẻ và ghép chúng thành hệ thống hoàn chỉnh, đảm bảo tính chính xác và khả năng tùy chỉnh cao trong suốt quá trình thiết kế.
- 2) Mô Phỏng Chuyên Động Thực Tế: Với module SolidWorks Motion, phần mềm hỗ trợ mô phỏng chuyên động của các bộ phận và hệ thống máy móc trong thời gian thực. Tính năng này cho phép người dùng phân tích cách các thành phần tương tác, phát hiện lỗi thiết kế như va chạm hoặc sai lệch, từ đó tinh chỉnh trước khi sản xuất.
- 3) Phân Tích Hiệu Suất và Độ Bền: SolidWorks Simulation cung cấp các công cụ phân tích ứng suất, biến dạng và độ bền của thiết kế dưới các điều kiện tải trọng khác nhau. Điều này giúp đảm bảo rằng sản phẩm không chỉ đẹp mắt mà còn đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật khắt khe trong thực tế.
- 4) Tích Hợp Điều Khiển và Tự Động Hóa: SolidWorks cho phép tích hợp các thành phần điều khiển như cảm biến, động cơ và bộ truyền động vào mô hình. Người dùng có thể lập trình logic điều khiển và mô phỏng hoạt động của máy, giúp kiểm tra tính khả thi của hệ thống tự động trước khi triển khai thực tế.
- 5) Quản Lý Thư Viện Vật Liệu và Tối Ưu Hóa Thiết Kế: Phần mềm cung cấp một thư viện vật liệu phong phú, cho phép áp dụng các đặc tính vật lý thực tế vào mô hình. Kết hợp với công cụ Interference Check, SolidWorks giúp phát hiện và chạm giữa các bộ phận, đảm bảo thiết kế khả thi và tối ưu về mặt kỹ thuật.
- 6) Hỗ Trợ Xuất Bản và Chia Sẻ Dữ Liệu: SolidWorks cho phép xuất bản thiết kế dưới nhiều định dạng như bản vẽ 2D, file PDF hoặc 3D trực quan. Ngoài ra, với

hệ thống quản lý dữ liệu sản phẩm (PDM), phần mềm hỗ trợ làm việc nhóm hiệu quả, giúp các thành viên theo dõi tiến độ và quản lý dự án một cách liền mạch.

### 8.2.2. Xây dựng mô hình

Máy cắt vải tự động trong sản xuất lớp ô tô bao gồm bốn cơ cấu chính: băng tải tự động, hệ thống dao cắt, hệ thống dẫn hướng dao cắt và hệ thống xoay dao cắt. Dưới đây là các bước chi tiết để dựng mô hình 3D trong SolidWorks.

#### a) Cơ cấu băng tải tự động

Băng tải tự động vận chuyển vải qua khu vực cắt. Các bước thực hiện:

- Tạo khung băng tải: Vào môi trường Part, sử dụng công cụ Extrude để tạo một khung hình chữ nhật làm nền cho băng tải.
- Thiết kế con lăn: Sử dụng công cụ Revolve để tạo hai con lăn hình trụ ở hai đầu khung. Đây là bộ phận dẫn động băng tải.
- Tạo dây đai: Phác thảo một mặt phẳng mỏng và sử dụng Sweep để quét mặt phẳng này quanh các con lăn, tạo thành dây đai liên tục.
- Thêm động cơ: Tạo một mô hình động cơ đơn giản gắn vào một con lăn để mô phỏng cơ chế truyền động.
- Kiểm tra chuyển động: Trong Motion Study, áp dụng chuyển động quay cho con lăn để mô phỏng hoạt động của băng tải.

#### b) Hệ thống dao cắt

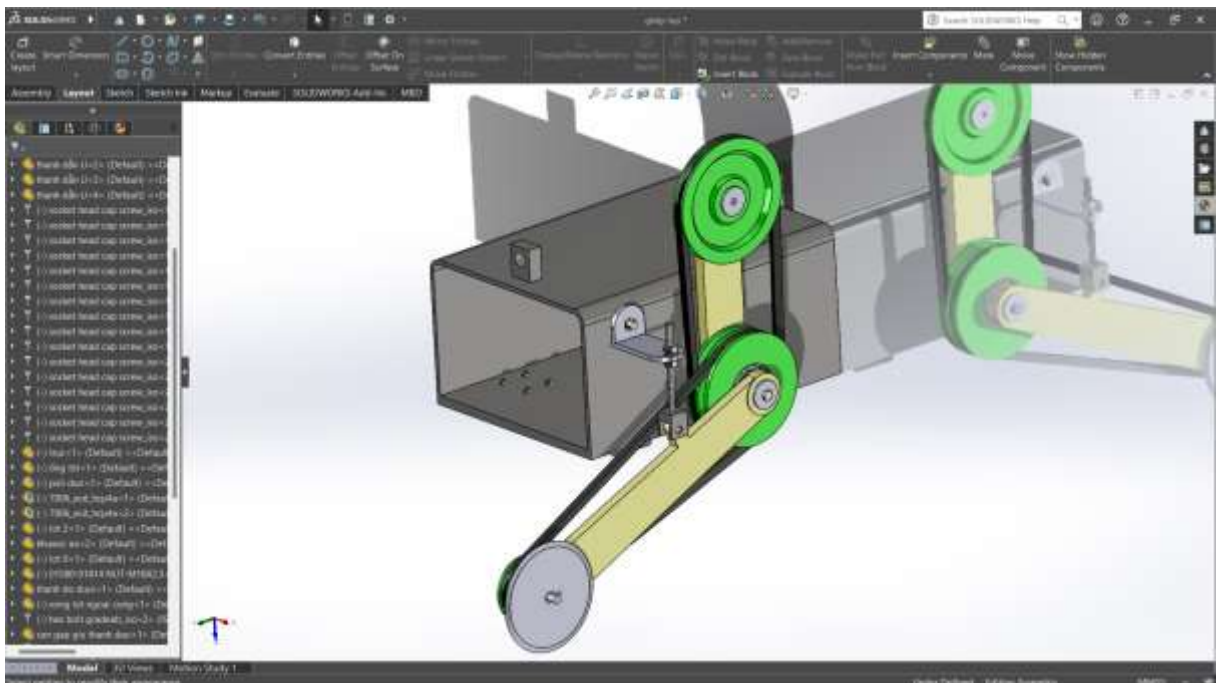
Hệ thống dao cắt thực hiện việc cắt vải với độ chính xác cao. Các bước thực hiện:

- Tạo lưỡi dao: Sử dụng Extrude để tạo một lưỡi dao mỏng với cạnh sắc, sau đó dùng Fillet để bo tròn các cạnh cho thực tế hơn.
- Thiết kế giá đỡ dao: Tạo một cánh tay hoặc giá đỡ hình chữ nhật hoặc hình trụ để giữ lưỡi dao.

- Lắp ráp: Trong môi trường Assembly, sử dụng các mối ghép (mates) để gắn lưỡi dao vào giá đỡ, định nghĩa chuyển động cắt (ví dụ: lên xuống) bằng Linear Mate.
- Mô phỏng: Sử dụng Motion Study để kiểm tra chuyển động cắt của dao.



Hình 8.7: Cơ cấu băng tải trong dao điện mô phỏng

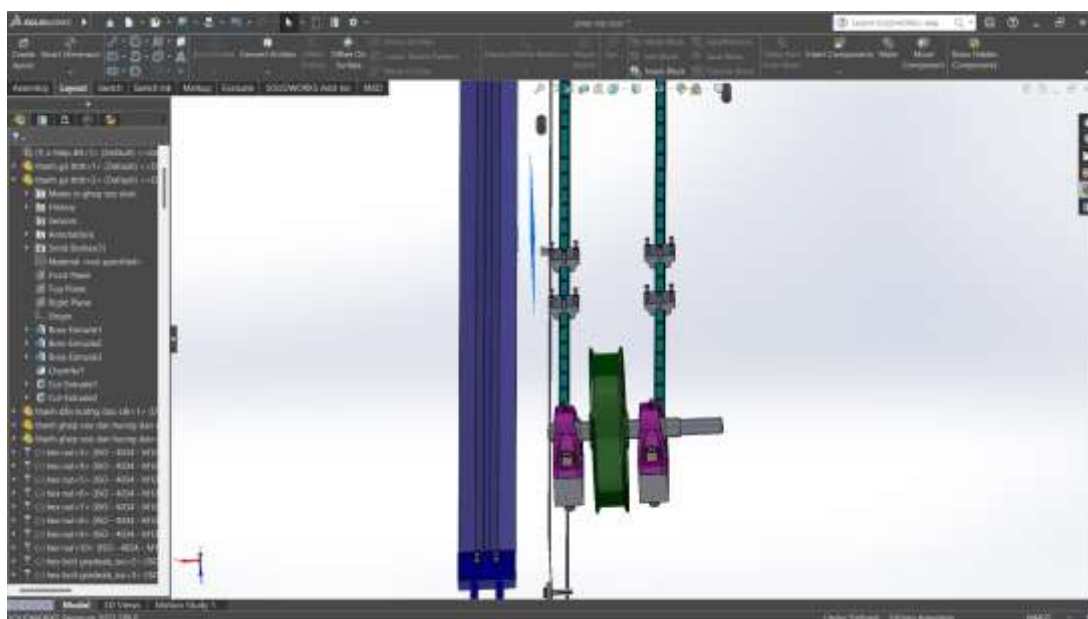


Hình 8.8: Cụm cơ cấu dao cắt trong dao điện mô phỏng

c) Hệ thống dẫn hướng dao cắt

Hệ thống này đảm bảo lưỡi dao di chuyển chính xác theo đường cắt mong muốn. Các bước thực hiện:

- Tạo thanh dẫn hướng: Sử dụng Extrude để thiết kế các thanh ray hoặc đường dẫn thẳng để dẫn hướng dao.
- Thiết kế xe trượt: Tạo một xe trượt (carriage) để giữ giá đỡ dao, phác thảo một khối nhỏ với rãnh khớp với thanh ray.
- Lắp ráp: Trong Assembly, sử dụng Linear Motion Mate để giới hạn chuyển động của xe trượt dọc theo thanh dẫn hướng.
- Kiểm tra: Mô phỏng chuyển động của dao trong Motion Study để đảm bảo nó đi theo đường dẫn chính xác.



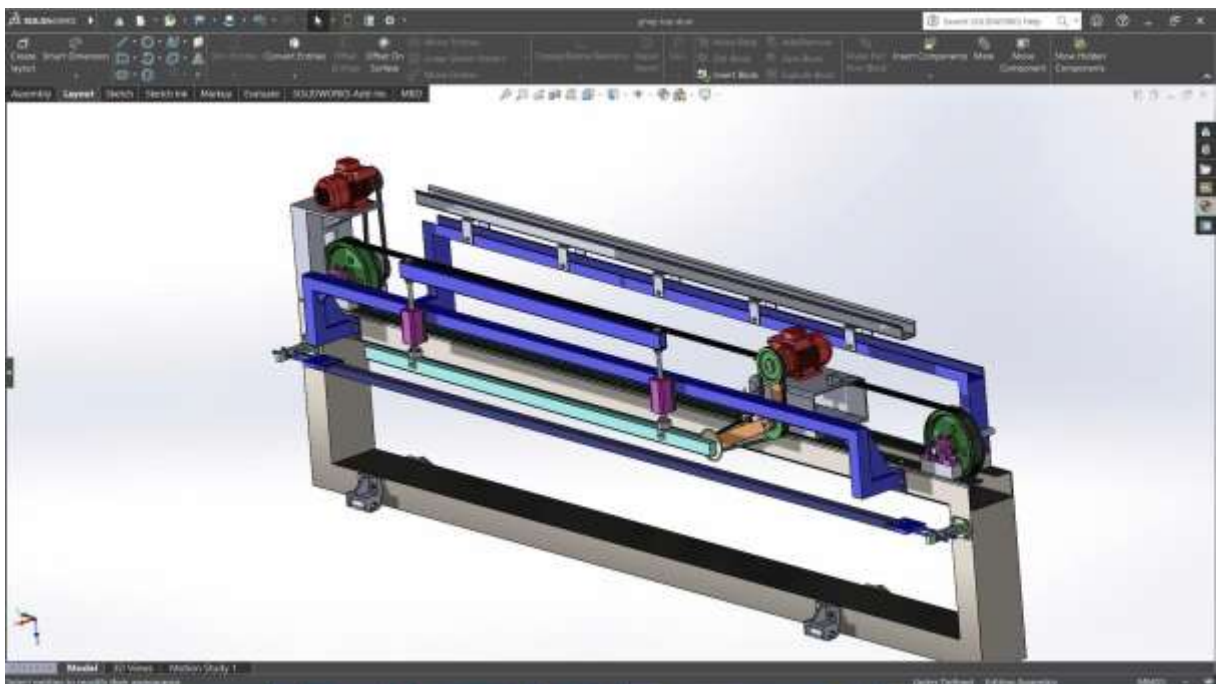
Hình 8.9: Cơ cấu dẫn hướng chạy dao trong dao điện mô phỏng

d) Hệ thống xoay dao cắt

Hệ thống này cho phép dao xoay để thay đổi góc cắt. Các bước thực hiện:

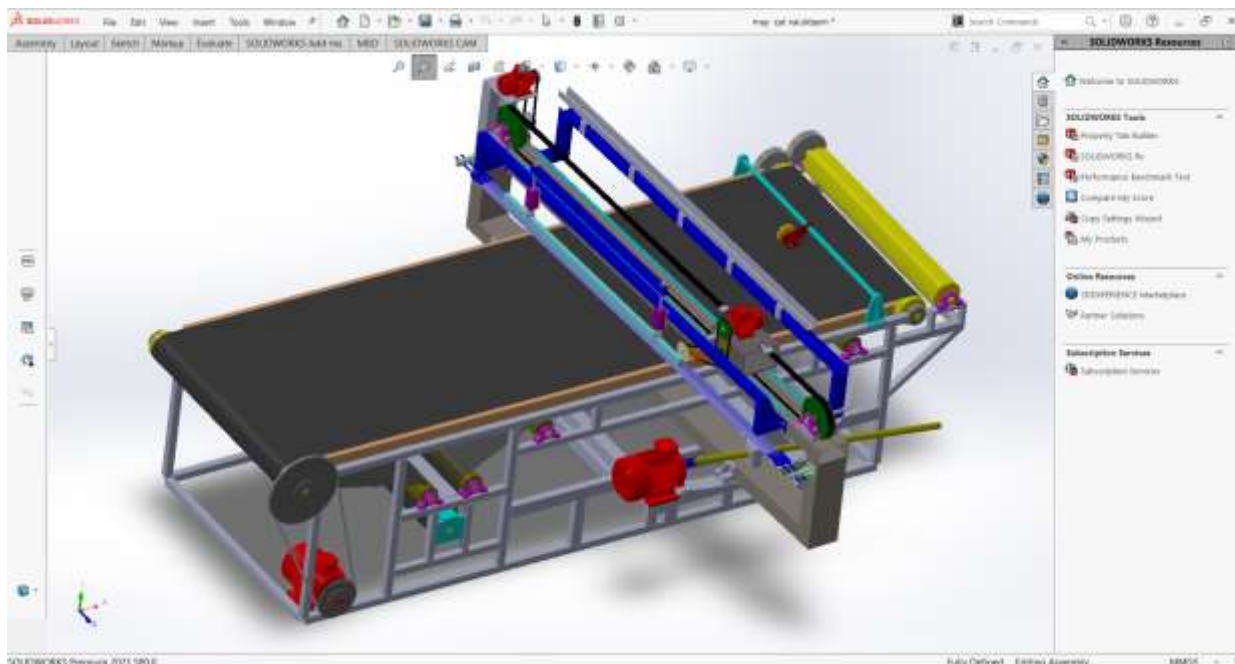
- Tạo đế xoay: Sử dụng Revolve để tạo một đế tròn hoặc khớp xoay cho dao.
- Gắn giá đỡ dao: Kết nối giá đỡ dao với đế xoay bằng Rotational Mate trong Assembly, cho phép dao xoay quanh một trục.

- Thêm cơ cấu xoay: Tạo mô hình động cơ hoặc bộ truyền động gắn vào để xoay để điều khiển góc xoay.
  - Mô phỏng: Sử dụng Motion Study để kiểm tra khả năng xoay của dao ở các góc khác nhau.
- e) Lắp ráp toàn bộ máy
- Sau khi hoàn thành các bộ phận, tiến hành lắp ráp:
- Nhập các bộ phận: Đưa tất cả các bộ phận (băng tải, hệ thống dao cắt, dẫn hướng, xoay) vào môi trường Assembly.
  - Định nghĩa mối quan hệ: Sử dụng các mối ghép để định vị các bộ phận, ví dụ: gắn hệ thống dẫn hướng vào khung máy, đảm bảo dao cắt thẳng hàng với băng tải.
  - Kiểm tra va chạm: Sử dụng công cụ Interference Detection để phát hiện và khắc phục bất kỳ lỗi nào.



Hình 8.10: Cụm cơ cấu chặn vải và chạy dao ngang

Sau khi lắp ráp ta có mô hình máy cắt vải hoàn chỉnh trong môi trường phần mềm như trên hình 8.11.



Hình 8.11: Máy cắt vải trên phần mềm Solid Word

## CHƯƠNG 9: LẮP ĐẶT, BẢO DƯỠNG, VÀ VẬN HÀNH MÁY

### 9.1. Lắp ráp máy

Quá trình lắp ráp máy cắt vải tráng cao su kết hợp các cụm máy 1 cách hợp lý nhất để tạo nên không gian cho toàn máy. Quá trình lắp ráp được thực hiện một cách tuần tự qua các bước sau:

❖ Khung máy và băng tải:

- 1) Tạo các khung máy bằng cách hàn các thanh thép theo kích thước tạo nên một thân máy để lắp các bộ phận và các cụm chi tiết lên giá máy. Bao gồm trục quay góc và các con lăn.
- 2) Tiến hành lắp ráp các trục vào các ổ đỡ sau đó lắp vào các vị trí cần lắp, các con lăn và ổ đỡ được lắp ráp trên các giá đỡ.
- 3) Lắp ráp các bộ phận, các cơ cấu truyền động cho các cụm.
- 4) Đối với băng tải ta tiến hành lắp tấm băng. Sau khi lắp hết toàn bộ con lăn của cụm băng tải này ta tiến hành căng băng với một lực căng thích hợp để tấm băng không bị trượt trên tang dẫn động.

❖ Cụm dẫn động bàn dao cắt:

- 1) Lắp ráp bánh đai và trục lên các gối đỡ, sau đó lắp các gối đỡ vào thân máy.

2) Lắp bánh đai vào trục động cơ, sau đó lắp dây đai và lắp động cơ lên khung máy.

3) Lắp ray dẫn hướng lên khung máy và lắp con trượt lên ray dẫn hướng

4) Lắp bàn dao lên con trượt, kiểm tra độ song song và điều chỉnh.

❖ Cùm dao cắt

1) Lắp động cơ dẫn động dao cắt lên bàn trượt.

2) Lắp các bộ truyền động và dao cắt.

3) Lắp các phụ kiện cho cùm dao cắt này

❖ Cùm điều chỉnh góc cắt.

1) Lắp động cơ giảm tốc chân đế lên khung máy.

2) Lắp vít me lên khung máy, sau đó lắp trục vít lên động cơ giảm tốc bằng nối trục chữ thập, điều chỉnh vị trí của các cơ cấu.

❖ Các thanh gá và xilanh kẹp vải

1) Lắp các bộ phận gá xi lanh, gá cảm biến và bộ phận đỡ dây dẫn lên khung máy.

2) Lắp xilanh khí nén vào thanh gá, sau đó lắp thanh đồng bộ vào đuôi xilanh, lắp thanh kẹp vải vào đầu xilanh, kiểm tra độ đồng bộ của 2 xilanh khi hạt động.

❖ Cảm biến và phụ kiện

1) Lắp gó và thanh gá lên băng tải, điều chỉnh vị trí phù hợp.

2) Lắp cùm encoder và bánh lăn lên thanh gá.

3) Lắp 4 cảm biến tiệm cận lên thanh gá cảm biến.

4) Lắp các hộp bảo vệ cho các bộ truyền, vỏ máy, lưới an toàn...

5) Nối các dây dẫn điện và khí nén.

\*Việc lắp ráp máy cắt vải cần chú ý nhưng điểm sau:

– Tang dẫn động và tang đuôi, tang dẫn hướng, tang kéo căng... của băng tải cần phải lắp sao cho các đường tâm đi qua trục của nó phải song song với nhau để khi hoạt động không bị lệch tâm.

– Các cửa cùm lắp vải cũng được lắp sao cho các đường tâm của trục phải song song với nhau để vải không bị chùng và lệch tâm khi hoạt động.

– Lắp các bộ truyền xích của cùm cơ cấu cấp vải cần phải điều chỉnh lực căng vừa phải để cơ cấu hoạt động được êm.

– Hai ray dẫn hướng của cùm dao cắt được lắp lên khung máy sao cho hai ray này tuyệt đối song song với nhau để cho quá trình trượt được nhẹ nhàng.

## 9.2. Vận hành máy

Để đảm bảo máy vận hành liên tục, an toàn, và ổn định. Tăng tuổi bền cho các chi tiết máy và tăng tuổi thọ của máy ta cần tuân thủ theo các bước vận hành như sau:

- 1) Kiểm tra máy trước khi khởi động, vặn chặt các đinh vít, tra dầu mỡ cho các cụm chi tiết, cụm cơ cấu, chi tiết có bị vướng kẹt hay không.
- 2) Đóng điện cho máy ở bộ phận điều khiển để kiểm tra xem xét điện áp lưới có bị tụt hay không.
- 3) Khởi động máy và cho máy chạy ở chế độ dao cắt để kiểm tra hoạt động của cụm này.
- 4) Khởi động toàn bộ máy theo chế độ lập trình ở chế độ không tải, lắng nghe tiếng máy phát hiện sự cố.
- 5) Khi máy làm việc ổn định mới đưa vào hoạt động ở chế độ bình thường, kiểm tra kích thước sản phẩm sau khi cắt có đạt yêu cầu hay không để tiến hành điều chỉnh đạt yêu cầu.
- 6) Khi làm việc cần kiểm tra định kì kích thước sản phẩm, chú ý tiếng máy lạ phòng sự cố.
- 7) Trước khi dừng máy cần phải dừng bộ phận cấp vải để máy cắt hết vải ra ngoài, sau đó mới lập lại các trình tự trên.
- 8) Sau mỗi ca làm việc ta phải làm sạch sơ bộ toàn máy. Tra dầu mỡ và kiểm tra các đinh ốc.

Sau 50 đến 60 giờ làm việc của máy ta cần phải kiểm tra lại kỹ thuật toàn máy.

Nội dung kiểm tra bao gồm như sau:

- Kiểm tra khe hở giữa các vòng bi, ổ bi. Nếu khe hở ít thì điều chỉnh lại, còn quá lớn thì cần phải thay mới.
- Kiểm tra sức căng của đai và xích. Nếu sức căng giảm thì điều chỉnh lại.
- Kiểm tra độ mòn của dao.
- Kiểm tra độ song song của các tang và các ray dẫn của bàn trượt.
- Kiểm tra lực căng của băng tải và điều chỉnh khi cần thiết.
- Kiểm tra dầu mỡ bôi trơn, các bulông, đinh ốc tiến hành thay thế khi cần thiết.

### 9.3. Bảo dưỡng và thay thế

Bảo dưỡng và thay thế là việc không thể thay thế được đối với các thiết bị, máy móc trong quá trình hoạt động. Chính vì vậy cho nên người thiết kế phải chú ý đến nhiệm vụ bảo dưỡng các chi tiết máy quan trọng.

Việc bảo dưỡng cần phải thương xuyên. Việc thay thế cần phải tuân thủ theo yêu cầu kỹ thuật của chi tiết máy được thay.

Việc bảo dưỡng cần phải đáp ứng kịp thời để tạo điều kiện giảm bớt thời gian dừng máy để sửa chữa.

Đối với máy cắt vải ta cần phải chú ý đến các bộ phận sau đây:

1. Hệ thống piston – xilanh khí nén.
2. Bộ phận ray trượt dẫn động cho dao cắt.
3. Các bộ truyền xích và đĩa xích.
4. Các bộ truyền đai.
5. Các ổ đỡ và gối đỡ.

### 9.4. Bôi trơn

#### 9.4.1. Bôi trơn các hộp tốc độ và các bộ truyền bánh răng khác của máy:

Bôi trơn bộ truyền bánh răng nhằm giảm ma sát và giảm nhiệt sinh ra ở chỗ ăn khớp của bánh răng khỏi bị mài mòn và rỉ bôi trơn có tác dụng làm giảm ứng suất ở chỗ mặt răng.

Bôi trơn các bánh răng trong hộp tốc độ bằng dầu và bôi trơn liên tục, dùng phương pháp vung toé còn các bộ phận khác được bôi trơn định kì.

Ta cần chọn loại dầu bôi trơn thích hợp, độ nhớt đúng yêu cầu của bên cung cấp động cơ giảm tốc. Vì nếu độ nhớt quá lớn thì phải mất công xuất việc khuấy dầu. Còn độ nhớt thấp thì làm tăng ma sát giữa các mặt răng và nhanh làm mòn răng.

#### 9.4.2. Bôi trơn bộ truyền xích

Để cho bộ truyền xích làm việc bình thường thì ta bôi trơn các bản lề xích, răng và con lăn xích nếu không bộ truyền nhanh mòn và xích chóng hỏng.

Vì trong máy này do xích làm việc với vận tốc không cao nên ta dùng dầu có độ nhớt cao. Xích làm việc sau 50 đến 60 giờ thì bôi trơn một lần.

### 9.4.3. Bôi trơn ổ lăn

Bôi trơn các ổ lăn rất cần thiết để ngăn rỉ, giảm ma sát, ngoài ra bôi trơn ổ có tác dụng làm nguội các bề mặt làm việc của ổ và giảm tiếng ồn.

Để bôi trơn ổ lăn có thể dùng dầu khoáng hoặc mỡ.

Mỡ bôi trơn được sử dụng rộng rãi khi nhiệt độ của ổ không cao ( $< 100^{\circ}\text{C}$ ). Dùng mỡ có các ưu điểm sau:

- Mỡ có khả năng che bụi nên tránh cho ổ không bị các hạt mài mòn do dầu dư vào.
- Mỡ ít chảy ra ngoài nên ít bị tiêu hao dầu.
- Đối với các ổ lăn làm việc trong môi trường bẩn khó chăm sóc hàng ngày thì dùng mỡ tốt hơn nhiều.
- Trong điều kiện làm việc của máy ta chọn loại mỡ canxi hay mỡ natri vì vận tốc trục không quá 10m/s.

\*Cách cho mỡ vào nắp ổ:

Bên trong nắp ổ có khoảng trống, vì  $n < 1500\text{v/p}$  nên ta cho mỡ vào khoảng 2/3 diện tích trong đó. Sau khoảng thời gian làm việc ba tháng cho thêm mỡ vào còn sau một năm thì tháo ra rửa sạch thay mỡ mới.

### 9.4.4. Bôi trơn ray trượt và con lăn

Vì bàn dao có chuyển động tịnh tiến trên rãnh trượt nên nhằm mục đích giảm ma sát và chống mài mòn giữa hai bề mặt tiếp xúc thì ta cần bôi trơn nó.

Bôi trơn ray trượt bằng dầu, trước và sau mỗi ca làm việc phải lau sạch ray và bôi dầu vào.

## ĐÁNH GIÁ VÀ KẾT LUẬN

Sau gần 4 tháng làm đề án tốt nghiệp đến nay thời gian đã hết. Bản thân em đã nỗ lực để hoàn thành các công việc dưới sự hướng dẫn tận tình của các Thầy giáo trong khoa Cơ Khí của Trường Đại Học Bách Khoa Đà Nẵng cùng các cán bộ kỹ thuật của Công ty cổ phần Cao Su Đà Nẵng và Thầy giáo Nguyễn Thanh Việt trực tiếp hướng dẫn. Nhờ vậy mà đề án này của em đã được hoàn thành.

Trong quá trình nghiên cứu thiết kế em đã cơ bản đi vào lĩnh vực công nghệ sản xuất cao su là nguyên liệu của sản phẩm máy thiết kế, phân tích các phương pháp hình thành sản phẩm dưới dạng lớp khác nhau để đề ra các phương án cắt vải. Rồi sau đó phân tích qua những phương án để cắt được vải theo các khuôn khổ nhất định. Từ đó mà em chọn phương án tối ưu nhất và có thể sản xuất được tại các nhà máy cơ khí ở nước ta .

Từ trên cơ sở của máy chuẩn đã có mà ta nắm được nguyên lý làm việc của các máy, các đường truyền động để chọn những chuyển động hợp lý nhằm bố trí các bộ truyền đảm bảo công suất và tiết kiệm nhiên liệu. Công việc tính toán chọn động cơ và thiết kế các bộ phận truyền phải đảm bảo kết cấu máy nhỏ gọn, bớt đi những khâu trung gian, làm giảm hiệu suất của máy.

Đề án tốt nghiệp của em thể hiện các vấn đề sau:

- + Đề án được áp dụng những công nghệ tiến tiến hiện đại .
- + Vận dụng các hình thức kết hợp một cách hợp lý .
- + Máy được thiết kế với hình dáng thẩm mỹ đảm bảo.
- + Vì là một máy dùng để sản xuất, nên phần lớn các chi tiết máy được thiết kế phù hợp với khả năng chế tạo hay được chọn theo tiêu chuẩn của nhà nước nên dễ mua ngoài, tạo điều kiện thuận lợi cho việc sửa chữa và thay thế.
- + Máy được sử dụng bằng hệ thống điều khiển bằng lập trình PLC nên dễ điều khiển và vận hành. Chương trình điều khiển dễ hiểu dễ dàng nhận biết.
- + Các bộ phận điều chỉnh được bố trí phù hợp giúp cho việc điều chỉnh dễ dàng và nhanh chóng.

+ Ngoài ra cũng chọn những chi tiết thường áp dụng chung cho các nhà máy cơ khí trong nước được tiêu chuẩn hoá (Tiêu chuẩn Việt Nam). Việc này cũng góp phần quan trọng giảm giá thành của máy.

+ Các hệ thống an toàn trong máy được thiết kế đầy đủ, đảm bảo an toàn cho công nhân khi làm việc với máy.

Cuối cùng em xin có lời cảm ơn chân thành đặc biệt đến Thầy Nguyễn Thanh Việt. Em xin cảm ơn các Thầy Cô giáo trong khoa Cơ khí của Trường Đại Học Bách Khoa – Đại học Đà Nẵng cùng các anh chị cán bộ Kỹ thuật của công ty Cổ phần Cao Su Đà Nẵng đã giúp em hoàn thành đúng tiến độ.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]- Trịnh Chất, TS. Lê Văn Uyển, Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí (tập 1 và 2), Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội, 2003.
- [2]- Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lãm, Thiết kế chi tiết máy, Nhà xuất bản Giáo dục, 1999.
- [3]- Trịnh Chất, Cơ sở thiết kế máy và chi tiết máy, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2005.
- [4] – Nguyễn Đắc Lộc, Lê Văn Tiên, Ninh Đức Tôn, Trần Xuân Việt, Sổ tay công nghệ chế tạo máy (1, 2, 3), Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [5] – Hà Văn Vui, Nguyễn Chi Sáng, Sổ tay Thiết kế cơ khí tập 3, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 2006.
- [6] - Nguyễn Ngọc Đào, Trần Thế San, Hồ Viết Bình, Chế độ cắt gia công cơ khí, Nhà xuất bản Đà Nẵng, 2005.
- [7]- Lê Viết Giảng, Sức bền vật liệu. NXB Giáo dục, 1997.
- [8] - Nguyễn Trọng Hiệp, Chi tiết máy (tập 1 và 2). Nhà xuất bản Đại học và THCN, 1969.
- [9] - Trần Mão - Phạm Đình Sùng, Vật liệu cơ khí. Nhà xuất bản giáo dục, 1998.
- [10] - Ninh Đức Tôn, Giáo trình dung sai lắp ghép và đo lường. Nhà xuất bản giáo dục, 2006.