# MÔ HÌNH HÓA VÀ GIẢI BÀI TOÁN

## Mô tả bài toán

Mô hình điều độ được xây dựng để giải quyết bài toán điều độ tại khu vực xưởng sản xuất trong thời gian 4 tuần. Với một tập hợp *n* công việc *Ni = {N1, N2…Nn}*, 6 máy *Mj = {M1, M2, M3, M4, M5,M6}* tương ứng với 6 công đoạn chạy sóng, chạp, bế, in, đóng kim, dán. Mỗi công việc được hoàn thành sau 4 công đoạn. Mô hình là sự kết hợp giữa dữ liệu đầu vào, các ràng buộc, giả thiết của hệ thống và đầu ra là trình tự gia công trên máy, thời gian bắt đầu và kết thúc công việc.



*Hình 4.1 Mô hình điều độ*

Trong đó đầu vào của mô hình bao gồm:

* Các công việc, chi tiết cần điều độ và số lượng: phòng kinh doanh và R&D sẽ phát xuống bộ phận sản xuất các đơn hàng cần sản xuất trong tháng, từ đó xác định được sản phẩm, số lượng sản phẩm, quy trình gia công sản phẩm.
* Quy trình của sản phẩm: Tùy vào yêu cầu của khách hàng mà sản phẩm sẽ có những đặc tính khác nhau dẫn đến trình tự gia công cũng khác nhau. Do đó đây là một yếu tố tạo nên sự phức tạp trong bài toán điều độ.
* Tập máy: bao gồm loại máy, số lượng máy mỗi loại, thời gian gia công sản phẩm trên máy,...
* Thời gian gia công: thời gian gia công trên các máy là hằng số, được tính trung bình sau khi tiến hành đo ngẫu nhiên 110 lần và nhân với số lượng cần gia công.

Bài toán điều độ có thể hướng đến giải quyết nhiều mục tiêu, tuy nhiên, trong nghiên cứu này, mục tiêu mà công ty hướng tới là giảm thời gian trễ đơn hàng, vì vậy hàm mục tiêu của bài toán điều độ Job Shop ở đây là cực tiểu tổng thời gian trễ của các công việc. Đầu ra của mô hình là phân bổ *n* công việc (sản phẩm) lên 6 máy theo trình tự sao cho đạt được hàm mục tiêu tốt nhất.

## Mô hình hóa bài toán

Mô hình bài toán bao gồm các chỉ số, tham số trong mô hình, các biến quyết định, hàm mục tiêu, các ràng buộc và giả định.

**Bảng 4.1 Các ký hiệu của bài toán**

|  |  |
| --- | --- |
| **Ký hiệu** | **Định nghĩa** |
| m | Số máy |
| n | Số công việc điều độ (sản phẩm) |
| i | Biến chạy của công việc, i = {1,2,…,n} |
| j | Biến chạy của máy, j = {1,2,…,m} |
| Ci | Thời gian hoàn thành công việc i |
| tsij | Thời gian bắt đầu công việc i trên máy j |
| teij | Thời gian kết thúc công việc i trên máy j |
| pij | Thời gian gia công việc i trên máy j |
| di | Thời gian tới hạn của công việc i |

Hàm mục tiêu của bài toán là cực tiểu độ trễ cực đại của các công việc với mô hình bài toán như sau:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Hàm mục tiêu: |  |  |
| **Minimize** |  |  |
| Ràng buộc: |  |  |
| teij = tsij + pij | i {1, n}, j {1, m} | (4.1) |
| Ci = Tein | i {1, n} | (4.2) |
| Ti = max (Ci – di, 0) | i {1, n} | (4.3) |
| tsij tei(j-1) | i {1, n}, j {1, m} | (4.4) |
| tsij tei’j | i {1, n}, j {1, m} | (4.5) |
| tsij , teij  0 | i {1, n}, j {1, m} | (4.6) |

Các ràng buộc của bài toán như sau:

* Công thức (4.1) mô tả thời gian kết thúc công việc i trên máy j bằng thời gian bắt đầu công việc đó cộng thêm thời gian gia công công việc i trên máy j.
* Công thức (4.2) mô tả thời gian hoàn thành công việc i bằng thời gian kết thúc công việc i trên máy n.
* Công thức (4.3) tính toán độ trễ của công việc, thời gian trễ của công việc i bằng 0 nếu thời gian hoàn thành nhỏ hơn thời gian tới hạn và bằng độ lệch của thời gian hoàn thành trừ thời gian tới hạn nếu thời gian hoàn thành vượt qua thời gian tới hạn.
* Công thức (4.4) mô tả thời gian bắt đầu gia công công việc i trên máy j phải lớn hơn hoặc bằng thời gian kết thúc công việc i trên máy j-1 thực hiện công đoạn liền trước của công việc i, có nghĩa là trình tự gia công không được thay đổi.
* Công thức (4.5) là ràng buộc mỗi máy chỉ được xử lý một công việc tại một thời điểm, tức là thời gian bắt đầu công việc i trên máy j phải lớn hơn hoặc bằng thời gian kết thúc công việc i’ được máy j gia công trước đó.
* Công thức (4.6) là ràng buộc không âm của thời gian bắt đầu và kết thúc của một công việc trên một máy.

Mô hình được xây dựng dựa trên phương pháp Giải Thuật Di Truyền cổ điển với các bước như bảng 4.2.

**Bảng 4.2 Mô tả Giải Thuật Di truyền**

|  |
| --- |
| **Input**:  Số lượng cá thể ban đầu, *P*  Số lần lặp, *MAX*  **Output**:  Giá trị *Timin* ,Thứ tự điều độ, *Cmax* |
| **Begin**  Tạo ngẫu nhiên NST cho quần thể ban đầu  Đặt số lần lặp *t = 0*  Tính toán giá trị của mỗi NST và loại NST yếu nhất  **Khi** ( *t < MAX* )  Chọn một cặp NST từ quần thể ban đầu  Lai chéo với tỷ lệ lai chéo được nhập  Đột biến với tỷ lệ đột biến được nhập  Cập nhật *t + 1*  **Dừng khi** *t = MAX*  **End**. |

Trong các pha, các giải pháp được thực hiện theo quy trình như hình 4.2 và được mô tả tóm tắt tại bảng 4.3. Chi tiết Code của giải thuật sẽ được đề cập trong phụ lục E.



*Hình 4.2 Quy trình áp dụng giải thuật trong nghiên cứu*

**Bảng 4.3 Tóm tắt giải pháp mô hình**

|  |  |
| --- | --- |
| Tỷ lệ ngẫu nhiên quần thể ban đầu | 100% |
| Cấu trúc NST | MS (Multiple Sclerosis) + OS (Operating System) |
| Lựa chọn | Roulette Wheel |
| Lai chéo | OX (Order Crossover) |
| Đột biến | PPS (Precedence Preserving Shift Mutation) |

## Áp dụng giải thuật Di truyền GA để giải bài toán mẫu

Quy trình ứng dụng giải thuật di truyền GA vào bài toán điều độ gồm 7 bước được thực hiện như quy trình hình 4.2 . Cách thực hiện và thông tin cụ thể của các bước sẽ được mô tả dưới đây.

### Mã hóa và giải mã nhiễm sắc thể

Mỗi nhiễm sắc thể (NST) đại diện cho một phương án của bài toán, trong đó mỗi gen của nhiễm sắc thể là một công đoạn Oij và thứ tự các gen trong nhiễm sắc thể mô tả trình tự thực hiện các công việc trên các máy.

Ta có một ví dụ đơn giản của bài toán với kích thước 4x6 như sau:

**Bảng 4.4 Bảng số liệu đầu vào cho bài toán mẫu 4x6**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sản phẩm** | **Số lượng** | **Thời gian tới hạn (phút)** | **Công đoạn** | **Thời gian gia công sản phẩm trên máy (phút)** | | | | | |
| **Tạo sóng** | **Chạp** | **Bế** | **In** | **Đóng kim** | **Dán** |
| 1 | 15000 | 5760 | O11 | 75 |  |  |  |  |  |
| O12 |  | 1250 |  |  |  |  |
| O13 |  |  | 0 |  |  |  |
| O14 |  |  |  | 2500 |  |  |
| O15 |  |  |  |  | 1250 |  |
| O16 |  |  |  |  |  | 0 |
| 2 | 4500 | 5320 | O21 | 50 |  |  |  |  |  |
| O22 |  | 0 |  |  |  |  |
| O23 |  |  | 375 |  |  |  |
| O24 |  |  |  | 750 |  |  |
| O25 |  |  |  |  | 375 |  |
| O26 |  |  |  |  |  | 0 |
| 3 | 18500 | 7200 | O31 | 120 |  |  |  |  |  |
| O32 |  | 1550 |  |  |  |  |
| O33 |  |  | 0 |  |  |  |
| O34 |  |  |  | 3000 |  |  |
| O35 |  |  |  |  | 0 |  |
| O36 |  |  |  |  |  | 1550 |
| 4 | 10000 | 4320 | O41 | 60 |  |  |  |  |  |
| O42 |  | 850 |  |  |  |  |
| O43 |  |  | 0 |  |  |  |
| O44 |  |  |  | 1700 |  |  |
| O45 |  |  |  |  | 850 |  |
| O46 |  |  |  |  |  | 0 |

Ta có một NST như sau:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Máy 1 | | | | Máy 2 | | | | Máy 3 | | | |
| O11 | O21 | O31 | O41 | O12 | O22 | O32 | O42 | O13 | O23 | O33 | O43 |
| Máy 4 | | | | Máy 5 | | | | Máy 6 | | | |
| O14 | O24 | O34 | O44 | O15 | O25 | O35 | O45 | O16 | O26 | O36 | O46 |

Mã hóa NST: Với *Oij* ta sẽ giữ lại biến *i* để mã hóa thành số nằm trong đoạn gen, và số lần lặp lại sẽ là *j*. Ví dụ, số *1* xuất hiện lần thứ *3* trong đoạn gen sẽ tương ứng với *O13*. Đoạn gen sau khi mã hóa sẽ như sau:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |

### Quần thể ban đầu

Quần thể ban đầu là tập hợp các nhiễm sắc thể ban đầu. Các NST ban đầu thu được bằng cách tạo ngẫu nhiên. Tuy nhiên trong bài toán mẫu nhằm mục đích so sánh kết quả cuối cùng, tác giả đã thêm vào 1 NST theo luật kinh nghiệm EDD trong quần thể ban đầu, nhưng trong mô hình bài toán các NST ban đầu hoàn toàn được chọn ngẫu nhiên. Số lượng NST trong quần thể nhiều hay ít phụ thuộc vào độ phức tạp của bài toán. Trong mô hình nghiên cứu này, khi số công việc cần điều độ càng nhiều thì bài toán càng trở nên phức tạp, đồng nghĩa với số lượng NST trong quần thể cũng phải tăng theo để phản ánh được sự đa dạng về bản chất trong quần thể.

Ở bài toán ví dụ, với số lượng công việc là n = 4, ta chọn số lượng NST trong quần thể là P = 4. Với các NST ban đầu được lấy ngẫu nhiên cùng với 1 NST theo luật kinh nghiệm EDD.

**Luật kinh nghiệm EDD (Earliest Due Date):** công việc nào có thời gian tới hạn trước thì làm trước. Ta có thứ tự điều độ là:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |

Để đánh giá NST, thực hiện tính hàm mục tiêu của NST theo mô hình đã đưa ra

**Bảng 4.9 Tính hàm mục tiêu của NST theo luật EDD**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Oij** | **Tsij** | **Teij** |
| O41 | Ts41 = 0 | Te41 = Ts41 + P41 = 0 + 60 = 60 |
| O21 | Ts21 = max (0, Te41) = 60 | Te21 = Ts21 + P21 = 60 + 50 = 110 |
| O11 | Ts11 = max (0, Te21) = 110 | Te11 = Ts11 + P11 = 110 + 75 = 185 |
| O31 | Ts31 = max (0, Te11) = 185 | Te31 = Ts31 + P31 = 185 + 120 = 305 |
| O42 | Ts42 = max (0, Te41) = 60 | Te42 = Ts42 + P42 = 60 + 850 = 910 |
| O22 | Ts22 = max (Te42 ,Te21) = 910 | Te22 = Ts22 + P22 = 910 + 0 = 910 |
| O12 | Ts12 = max (Te22 ,Te11) = 910 | Te12 = Ts12 + P12 = 910 + 1250 = 2160 |
| O32 | Ts32 = max (Te12 ,Te31) = 2160 | Te32 = Ts32 + P32 = 2160 + 1550 = 3710 |
| O43 | Ts43 = max (0, Te42) = 910 | Te43 = Ts43 + P43 = 910 + 0 = 910 |
| O23 | Ts23 = max (Te43 ,Te22) = 910 | Te23 = Ts23 + P23 = 910 + 375 = 1285 |
| O13 | Ts13 = max (Te23 ,Te12) = 2160 | Te13 = Ts13 + P13 = 2160 + 0 = 2160 |
| O33 | Ts33 = max (Te13 ,Te32) = 3710 | Te33 = Ts33 + P33 = 3710 + 0 = 3710 |
| O44 | Ts44 = max (0, Te43) = 910 | Te44 = Ts44 + P44 = 910 + 1700 = 2610 |
| O24 | Ts24 = max (Te44 ,Te23) = 2610 | Te24 = Ts24 + P24 = 2610 + 750 = 3360 |
| O14 | Ts14 = max (Te24 ,Te13) = 3360 | Te14 = Ts14 + P14 = 3360 + 2500 = 5860 |
| O34 | Ts34 = max (Te14 ,Te33) = 5860 | Te34 = Ts34 + P34 = 5860 + 3000 = 8860 |
| O45 | Ts45 = max (0, Te44) = 2610 | Te45 = Ts45 + P45 = 2610 + 850 = 3460 |
| O25 | Ts25 = max (Te45 ,Te24) = 3460 | Te25 = Ts25 + P25 = 3460 + 375 = 3835 |
| O15 | Ts15 = max (Te25 ,Te14) = 5860 | Te15 = Ts15 + P15 = 5860 + 1250 = 7110 |
| O35 | Ts35 = max (Te15 ,Te34) = 8860 | Te35 = Ts35 + P35 = 8860 + 0 = 8860 |
| O46 | Ts46 = max (0, Te45) = 3460 | Te46 = Ts46 + P46 = 3460 + 0 = 3460 |
| O26 | Ts26 = max (Te46 ,Te25) = 3835 | Te26 = Ts26 + P26 = 3835 + 0 = 3835 |
| O16 | Ts16 = max (Te26 ,Te15) = 7110 | Te16 = Ts16 + P16 = 7110 + 0 = 7110 |
| O36 | Ts36 = max (Te16 ,Te35) = 8860 | Te36 = Ts36 + P36 = 8860 + 1550 = 10410 |

Bảng kết quả sau khi áp dụng giải thuật EDD:

**Bảng 4.10 Bảng kết quả NST theo luật EDD**

|  |  |
| --- | --- |
| **Thời gian hoàn thành Ci** | **Thời gian trễ hạn Ti** |
| C1 = Te16 = 7110 | T1 = max ( C1 - D1 , 0) = max (7110 - 5760, 0) = 1350 |
| C2 = Te26 = 3835 | T2 = max ( C2 - D2 , 0) = max (3835 - 5320, 0) = 0 |
| C3 = Te36 = 10410 | T3 = max ( C3 - D3 , 0) = max (10410 - 7200, 0) = 3210 |
| C4 = Te46 = 3460 | T4 = max ( C4 - D4 , 0) = max (3460 - 4320, 0) = 0 |
| Hàm mục tiêu tổng thời gian trễ của các công việc:  1350 + 0 + 3210 + 0 = 4560 (phút) | |

Tương tự cách bước tính toán trên, mã hóa 3 NST ngẫu nhiên ta có thứ tự điều độ và hàm mục tiêu *Ti* như sau:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NST 2: 8785 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 3 |
| NST 3: 4500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| NST 4: 9260 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 |

### Lựa chọn

Chọn lọc tự nhiên là nguồn cảm hứng chính của thuật toán GA. Trong tự nhiên, những cá thể khỏe mạnh nhất có cơ hội sống sót và nhân giống cao hơn. Trong nghiên cứu này, phương pháp lựa chọn được sử dụng là Roulette Wheel. Theo Lipowski, A., & Lipowska, D. [9] Roulette Wheel là một phương pháp thường xuyên được sử dụng trong các thuật toán di truyền hoặc tiến hóa. Quy trình là chọn một trong P cá thể bằng cách lựa chọn Roulette Wheel đơn giản thường và dựa trên chấp nhận ngẫu nhiên thay vì tìm kiếm. Với những sửa đổi nhỏ, thuật toán cũng có thể được sử dụng để lấy mẫu với độ phù hợp được cắt bỏ ở một giá trị nhất định hoặc để lấy mẫu mà không cần thay thế.

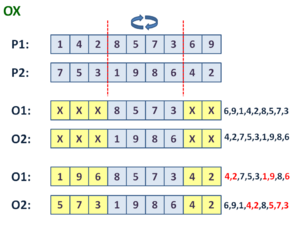
*Hình 4.3 Phương pháp lựa chọn Roulette Wheel*

Ở ví dụ trên, 4 NST ban đầu là: NST 1, NST 2, NST 3, NST 4 với hàm mục tiêu tương ứng là 4560, 8785, 4500, 9620. Theo phương pháp trên ta chọn NST 1 và NST 3 với hàm mục tiêu là 4560 và 4500, tương ứng là NST Parent 1 và Parent 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parent 1: 4560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| Parent 2: 4500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 |

### Lai chéo

Sau khi chọn các cá thể bằng toán tử lựa chọn, thì NST parent sẽ tiến hành lai chéo để tạo ra thế hệ mới. Có rất nhiều phương pháp lai chéo được sử dụng, nhưng phương pháp lai chéo được sử dụng trong nghiên cứu là phương pháp OX (Order Crossover) được Davis đề xuất vào năm 1985. OX sao chép một (hoặc nhiều) phần của gen của Parent cho Child từ các điểm cắt đã chọn và lấp đầy khoảng trống còn lại bằng các giá trị khác với những cái có trong phần đã sao chép. Các biến thể của OX được đề xuất bởi các nhà nghiên cứu khác nhau cho các loại vấn đề khác nhau. Theo như nghiên cứu tổng hợp của Katoch, S., Chauhan, S. S., & Kumar, V. OX hữu ích cho các vấn đề cần đưa ra thứ tự và là phương pháp lai chéo đơn giản nhưng mang lại hiệu quả cao [10].



*Hình 4.4 Phương pháp lai chéo OX*

Phương pháp lai chéo OX được sử dụng tiến hành lựa chọn ngẫu nhiên 2 điểm cắt và giữ nguyên vị trí đoạn gen trên NST con. Sau đó, tại NST Parent 2 thực hiện loại bỏ các Gen đã được chọn giữ nguyên trên Parent 1 và ta lấp các mã gen còn thiếu theo NST Parent 2 thứ tự từ trái qua phải, ta được NST con đầu tiên. Thực hiện tương tự khi đổi vai trò của NST Parent 1 và NST Parent 2 cho nhau, ta được NST con thứ 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Child 1: 4560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | **4** | **2** | **1** | **3** | **4** | **2** | **1** | **3** | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| Child 2: 4560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | **1** | **4** | **1** | **3** | **4** | **4** | **1** | **2** | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |

### Đột biến

Toán tử đột biến duy trì sự đa dạng của quần thể bằng cách đưa vào một mức độ ngẫu nhiên khác. Trong trên thực tế, toán tử này ngăn cản các giải pháp trở nên tương tự và tăng xác suất tránh các giải pháp cục bộ trong thuật toán GA. Để duy trình sự tự nhiên của thuật toán, tuy nhiên theo S.Mirjalili [9] thì tỷ lệ đột biến khuyến nghị không được vượt quá 0.5. Sử dụng phương pháp đột biến hoán vị PPS để thực hiện đột biến cho NST con sau khi được lai tạo bằng cách lựa chọn ngẫu nhiên 2 Gen trong cùng 1 máy và đổi vị trí của chúng cho nhau.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 2 | **1** | **3** | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| × | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | **3** | **1** | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |

### 

### Thay thế

Thực hiện thay thế theo triết lý thêm vào NST đủ tốt và loại bỏ NST xấu nhất. Gọi P là số lượng NST trong quần thể. Sau khi lai chéo hoặc đột biến, nếu hàm mục tiêu ∑Ti của các NST con tốt hơn NST thứ k = P/2 (phép chia lấy phần nguyên) trong quần thể thì NST con được thêm vào quần thể, đồng thời các NST có hàm mục tiêu ∑Ti xấu nhất được loại bỏ khỏi quần thể để bảo toàn số lượng quần thể. (Yunus Demira và Selçuk Kürşat İşleyen [7])

Với ví dụ trên, tính được k = 4/2 = 2, vậy sau mỗi lần lai chéo hoặc đột biến, so sánh hàm mục tiêu ∑Ti của các NST con với NST 2 trong quần thể. Sau vòng lặp l = 1 ta thu được 2 NST con như sau:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Child 1: 4560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Child 2: 4560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |

Nhận thấy hàm mục tiêu của Child 1 và Child 2 đều nhỏ hơn ∑ Ti NST2 = 12245 nên đưa Child 1 và Child 2 vào quần thể, đồng thời loại NST có hàm mục tiêu lớn nhất trong quần thể là NST 2 ra khỏi quần thể. Ta có quần thể mới sau:

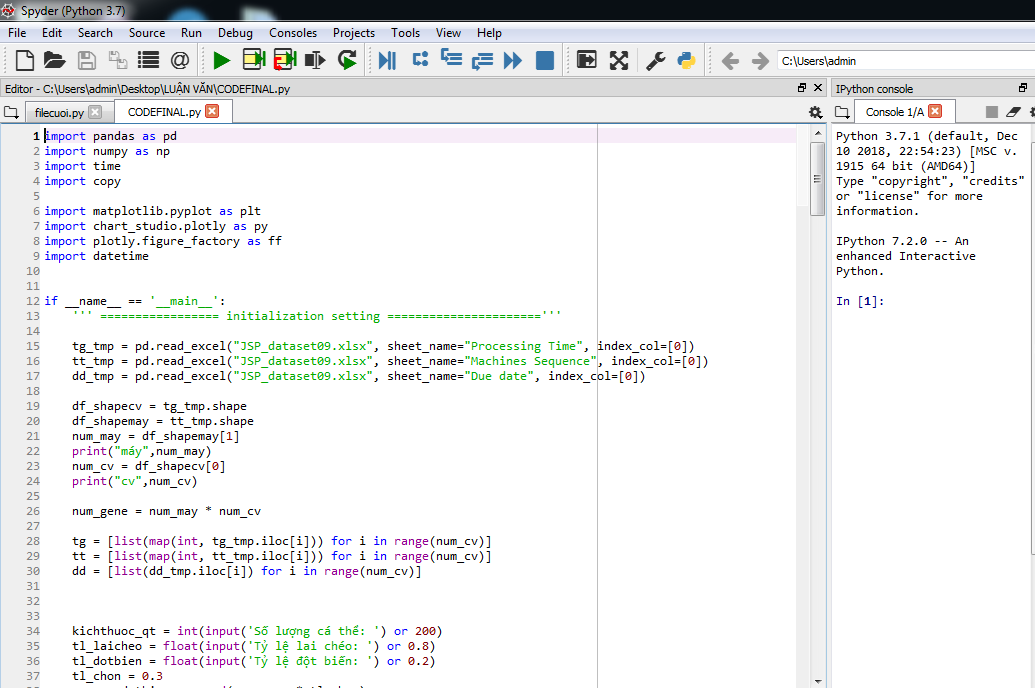
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NST 1: 4560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| NST 2 = Child 1: 4560 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| NST 3: 4500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 |
| NST 4: 9260 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 |

### Điều kiện dừng

Để tìm ra lời giải tốt nhất, mô hình sẽ thực hiện vòng lặp gồm 4 bước: lựa chọn – lai chéo – đột biến – thay thế, nhằm cải thiện dần quần thể và từ đó giới hạn dần không gian tìm kiếm lời giải. Mô hình sẽ dừng lại khi đạt được một điều kiện dừng cụ thể là 200 lần lặp và lời giải tốt nhất là lời giải cho ra *Ti* bé nhất trong vòng lặp cuối cùng.

### Chạy chương trình giải bài toán mẫu

Giải thuật được xây dựng và thực hiện bằng ngôn ngữ lập trình trên phần mềm Spyder, đây là một phần mềm lập trình Python dễ sử dụng, mô hình được lấy dữ liệu từ nền tảng Microsoft Excel.



*Hình 4.5 Giao diện phần mềm Spyder*

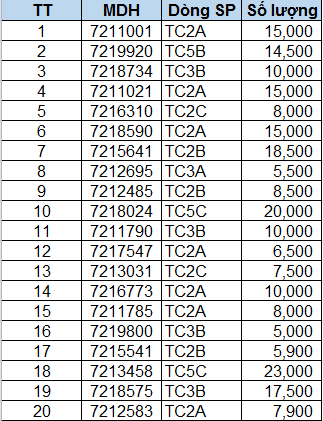
Quy trình thực hiện bao gồm các bước: Nhập dữ liệu bài toán cần điều độ vào file excel, chạy mô hình điều độ và nhập thông số, đọc kết quả mô hình, áp dụng mô hình vào điều độ thực tế sản xuất.



*Hình 4.6 Các trang dữ liệu cần nhập*

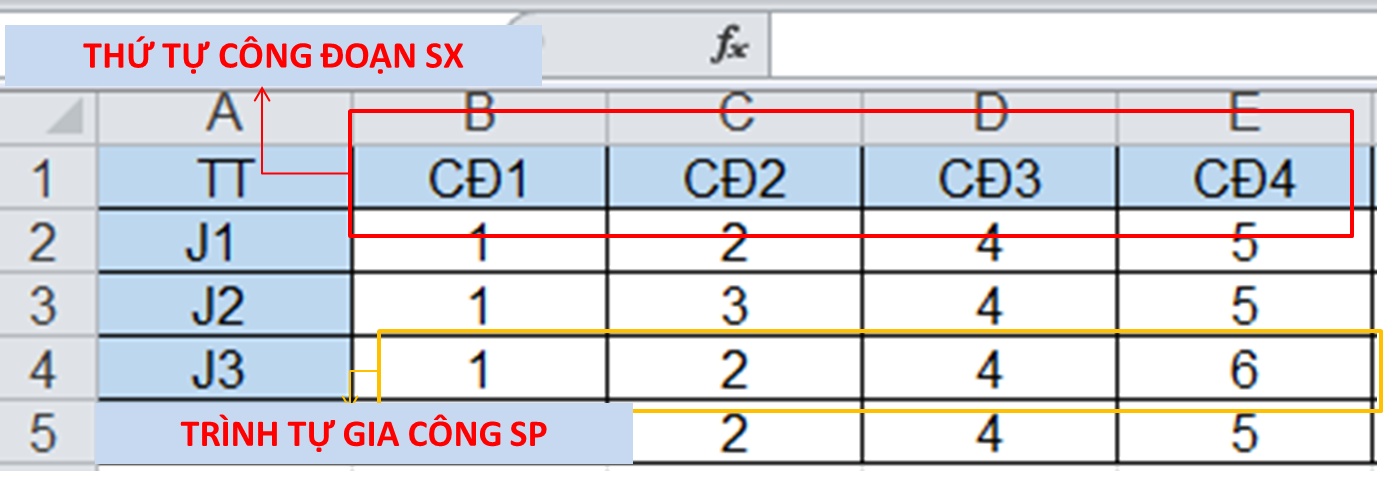
**Bước 1: Nhập dữ liệu vào file excel:** File excel chứa dữ liệu đầu vào bài toán bao gồm 4 trang (sheet), trang Thông tin đơn hàng (Data), trang Trình tự gia công (Machines Sequence), trang thời gian gia công (Processing Time), và trang thời gian tới hạn (Due date).

* Sheet Data: Từ đơn hàng của bộ phận kinh doanh, ta sẽ nhập các thông tin về đơn hàng và số lượng sản phẩm cần được điều độ vào sheet này.



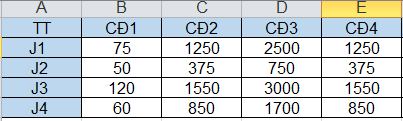
*Hình 4.7 Một phần trang Data*

* Sheet Machines Sequence: Với mỗi sản phẩm được nhập vào sheet Data, trình tự gia công sản phẩm đó được nhập vào sheet này.



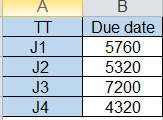
*Hình 4.8 Một phần trang Machines Sequence*

* Sheet Processing Time: Thời gian gia công của chi tiết tại các công đoạn được tính theo phút và được nhập vào sheet này.



*Hình 4.9 Thời gian gia công tương ứng với thứ tự máy đã nhập*

* Sheet Due date: Thời gian tới hạn của sản phẩm được tính từ lúc bắt đầu điều độ được quy đổi theo phút và được nhập vào sheet này.

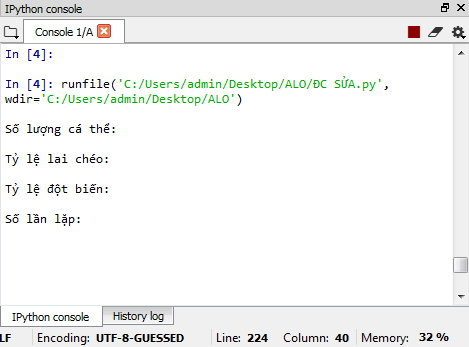


*Hình 4.10 Thời gian tới hạn*

**Bước 2:** Chạy mô hình và nhập thông số: Với dữ liệu đã nhập từ excel, phần code chính sẽ tự động truy cập và chạy mô hình khi ta bấm nút Run trên thanh công cụ. Sau đó, ta cần nhập các dữ liệu tùy chọn như: Số lượng cá thể - số lượng mặc định là 200, Tỷ lệ lai chéo – tỷ lệ mặc định là 0.8, Tỷ lệ đột biến – tỷ lệ mặc định là 0.2, Số lần lặp – số lần lặp mặc định là 200.

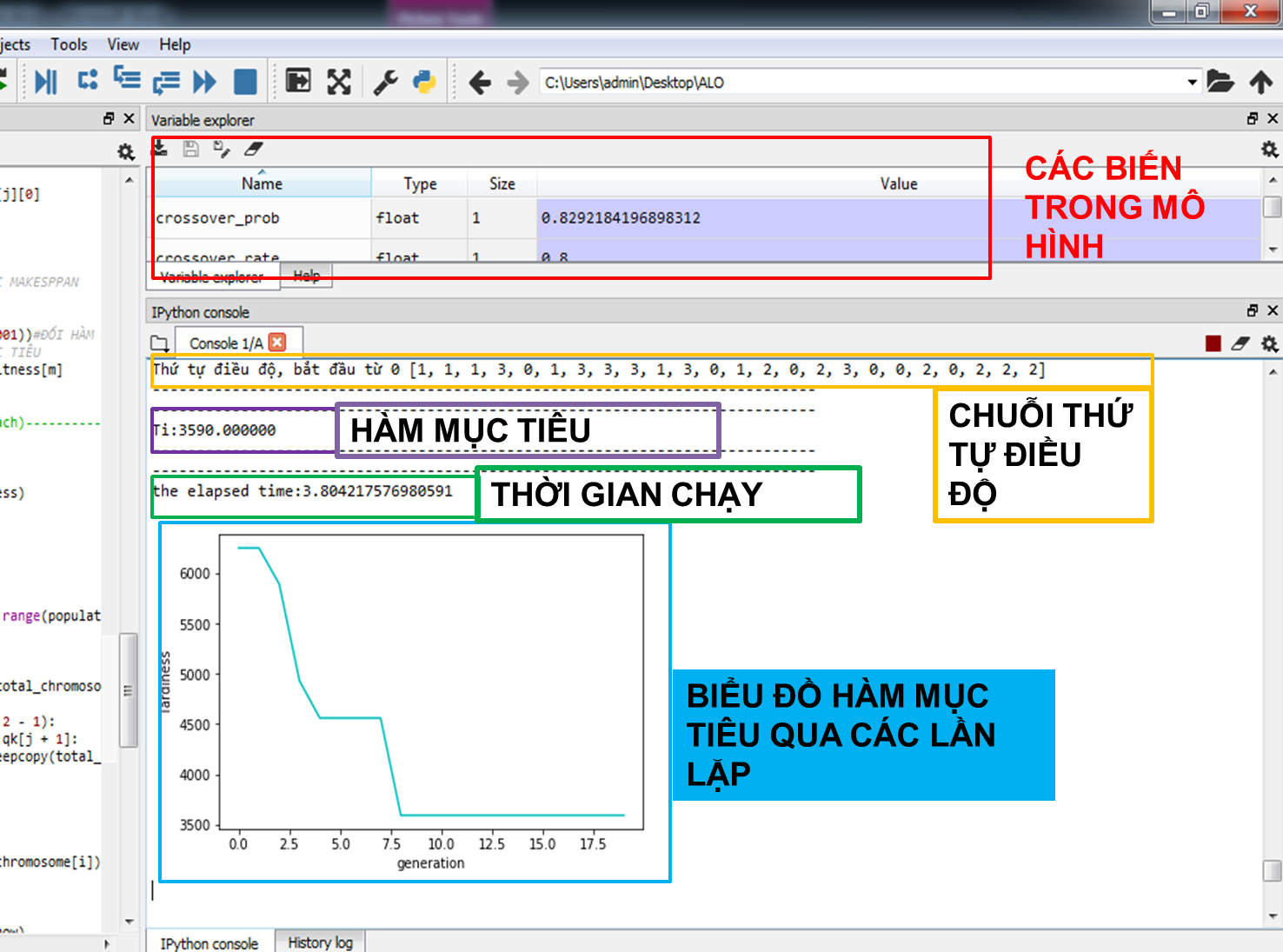


*Hình 4.11 Nút Run trên thanh công cụ*



*Hình 4.12 Nhập Input của mô hình*

**Bước 3:** Đọc dữ liệu đầu ra: Sau khi thực hiện giải thuật, kết quả đầu ra là chuỗi thứ tự các công việc được thực hiện trên các máy, hàm mục tiêu và biểu đồ thể hiện tính cải thiện của hàm mục tiêu như hình 4.13:



*Hình 4.13 Giao diện xuất kết quả của phần mềm*

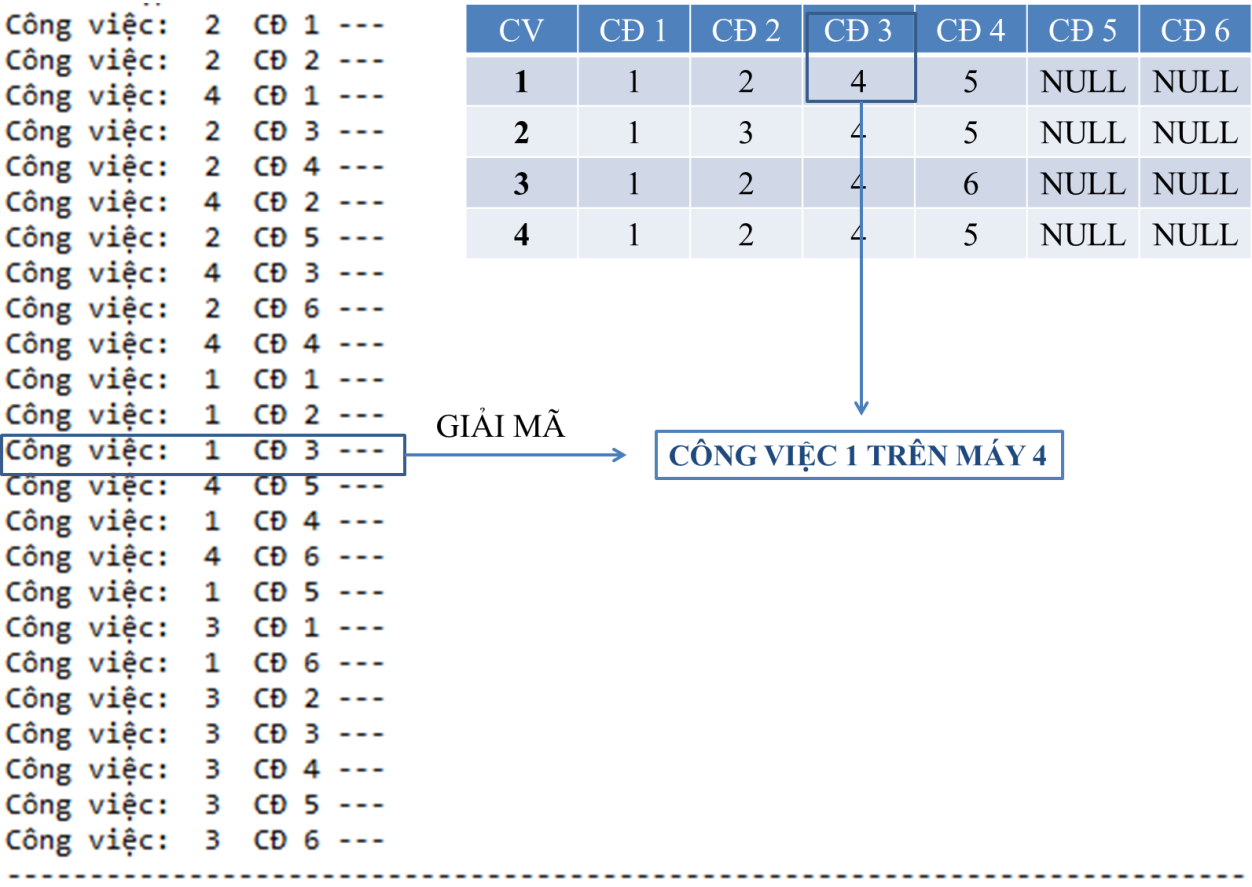
Bên cạnh thứ tự điều độ và hàm mục tiêu được xuất trực tiếp trên giao diện phần mềm Spyder, phần mềm còn xuất ra file sơ đồ Gantt dưới dạng .html ứng với thứ tự điều độ tìm được như hình 4.16:

**Bước 4:** Xác định lời giải và áp dụng vào sản xuất: Từ kết quả điều độ dạng thô của phần mềm, người quản lý sẽ đánh giá và hiệu chỉnh lời giải phù hợp với điều kiện thực tế.

Sau khi chạy chương trình giải bài toán mẫu với 20 vòng lặp, mỗi vòng lặp trải qua 4 bước: lựa chọn, lai chéo, đột biến, thay thế. Ta có kết quả điều độ của bài toán mẫu như sau:

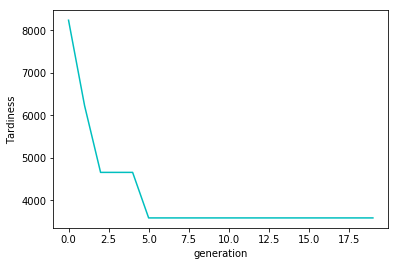
* Thứ tự điều độ: [2, 2, 4, 2, 2, 4, 2, 4, 2, 4, 1, 1, 1, 4, 1, 4, 1, 3, 1, 3, 3, 3, 3, 3]
* Hàm mục tiêu Ti: 3590 phút
* Thời gian chạy mô hình: 4.15s

Chuỗi thứ tự điều độ kết quả là một chuỗi thứ tự các công việc trong bài toán mẫu 4x6 gồm 24 số từ 0 đến 3, mỗi số xuất hiện 6 lần. Mỗi số là ký hiệu cho công việc đó được thực hiện tương ứng với thứ tự gia công trong bảng số liệu đầu vào được giải mã và mã hóa như hình 4.14.



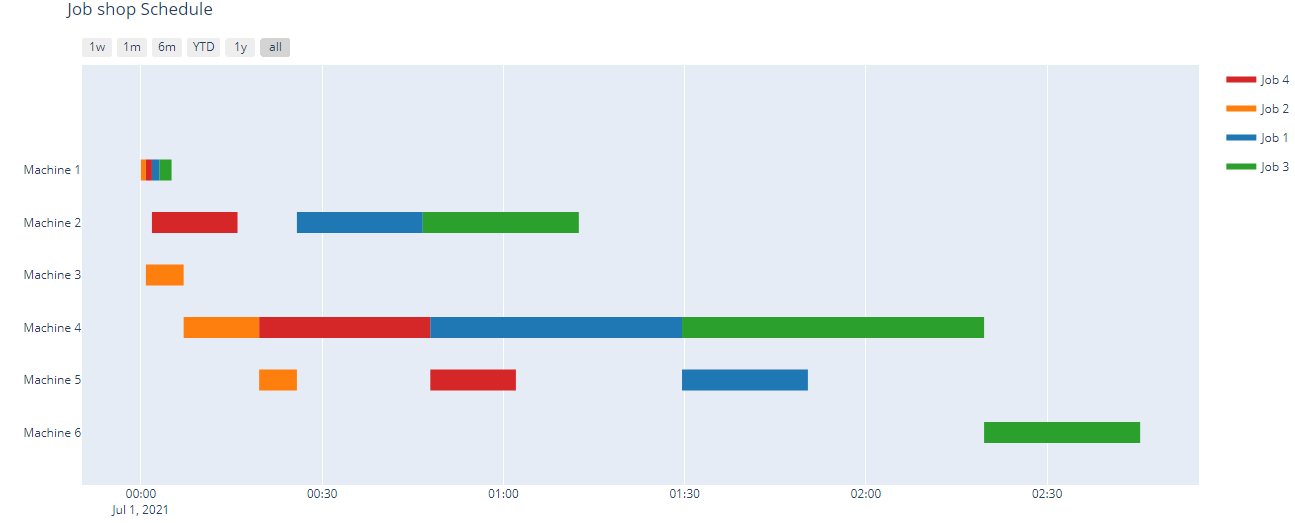
*Hình 4.14 Giải mã chuỗi kết quả bài toán điều độ*

Hình 4.15 miêu tả lại sự thay đổi của hàm mục tiêu sau các vòng lặp, ta có thể nhận thấy sau 20 vòng lặp hàm mục tiêu Ti đã giảm từ 8000 phút xuống còn 3590 phút sau thế hệ thứ 5.



*Hình 4.15 Kết quả hàm mục tiêu của bài toán mẫu*

Sơ đồ Gantt cho kết quả của bài toán điều độ 4x6 như hình:



*Hình 4.16 Sơ đồ Gantt của bài toán mẫu*

Từ kết quả điều độ của giải thuật so với khi áp dụng luật kinh nghiệm EDD mà công ty đang sử dụng với hàm mục tiêu 4560 phút thì giải thuật GA cải thiện được tới 21% tổng thời gian trễ công việc. Tuy nhiên, để khẳng định chương trình cho lời giải đúng, cần xác minh hàm mục tiêu của thứ tự điều độ mà chương trình đưa ra có đúng hay không. Để làm điều này, tác giả thực hiện tính lại hàm mục tiêu tổng thời gian trễ theo thứ tự điều độ phần mềm đưa ra, nếu hàm mục tiêu bằng nhau, chương trình đã giải đúng.

Ngược lại, nếu không bằng nhau thì chương trình đã sai ở một bước nào đó, vì vậy phải tìm ra lỗi sai, sửa lỗi và chạy lại chương trình đến khí kết quả đúng.

Thực hiện tính lại hàm mục tiêu như kết quả điều độ như sau:

**Bảng 4.11 Tính hàm mục tiêu cho kết quả phần mềm**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Oij** | **Tsij** | **Teij** |
| O21 | Ts21 = 0 | Te21 = Ts21 + P21 = 0 + 50 = 50 |
| O41 | Ts41 = max (0, Te21) = 50 | Te41 = Ts41 + P41 = 50 + 60 = 110 |
| O42 | Ts42 = max (0, Te41) = 110 | Te42 = Ts42 + P42 = 110 + 850 = 960 |
| O31 | Ts31 = max (0, Te41) = 110 | Te31 = Ts31 + P31 = 110 + 120 = 230 |
| O23 | Ts23 = max (0, Te21) = 50 | Te23 = Ts23 + P23 = 50 + 375 = 425 |
| O24 | Ts24 = max (0,Te23) = 425 | Te24 = Ts24 + P24 = 425 + 750 = 1175 |
| O11 | Ts11 = max (Te31 ,Te11) = 230 | Te11 = Ts11 + P11 = 230 + 75 = 305 |
| O25 | Ts25 = max (0,Te24) = 1175 | Te25 = Ts25 + P25 = 1175 + 375 = 1550 |
| O44 | Ts44 = max (Te24 ,Te42) = 1175 | Te44 = Ts44 + P44 = 1175 + 1700 = 2875 |
| O12 | Ts12 = max (Te42, Te11) = 960 | Te12 = Ts12 + P12 = 960 + 1250 = 2210 |
| O45 | Ts45 = max (Te25 ,Te44) = 910 | Te45 = Ts45 + P45 = 2875 + 850 = 3725 |
| O14 | Ts14 = max (Te44 ,Te12) = 2875 | Te14 = Ts14 + P14 = 2875 + 2500 = 5375 |
| O43 | Ts43 = max (Te45) = 3725 | - |
| O46 | Ts46 = max (Te43) = 3725 | - |
| O15 | Ts15 = max (Te45 ,Te14) = 5375 | Te15 = Ts15 + P15 = 5375 + 1250 = 6625 |
| O32 | Ts32 = max (Te12 ,Te31) = 2210 | Te32 = Ts32 + P32 = 2210 + 1550 = 3760 |
| O22 | Ts23 = max (Te25) = 1550 | - |
| O26 | Ts26 = max (Te22) = 1550 | - |
| O34 | Ts34 = max (Te14 ,Te32) = 5375 | Te34 = Ts34 + P34 = 5375 + 3000 = 8375 |
| O13 | Ts13 = max (Te15) = 6625 | - |
| O16 | Ts16 = max (Te15 ,Te34) = 6625 | - |
| O36 | Ts35 = max (Te34) = 8375 | Te35 = Ts35 + P35 = 8375 + 1550 = 9925 |
| O35 | Ts36 = max (Te36) = 9925 | - |
| O33 | Ts33 = max (Te35) = 9925 | - |

**Bảng 4.12 Kết quả hàm mục tiêu tính lại**

|  |  |
| --- | --- |
| **Thời gian hoàn thành Ci** | **Thời gian trễ hạn Ti** |
| C1 = Te16 = 6625 | T1 = max ( C1 - D1 , 0) = max (6625 - 5760, 0) = 865 |
| C2 = Te26 = 1550 | T2 = max ( C2 - D2 , 0) = max (1550 - 5320, 0) = 0 |
| C3 = Te36 = 9925 | T3 = max ( C3 - D3 , 0) = max (9925 - 7200, 0) = 2725 |
| C4 = Te46 = 3725 | T4 = max ( C4 - D4 , 0) = max (3725 - 4320, 0) = 0 |
| Hàm mục tiêu tổng thời gian trễ của các công việc:  865 + 0 + 2725 + 0 = 3590 (phút) | |

Kết luận: Tổng độ trễ công việc đúng bằng hàm mục tiêu chương trình đưa ra, do đó khẳng định được rằng nghiên cứu đã ứng dụng giải thuật GA thành công để xây dựng chương trình giúp tìm ra được thứ tự điều độ tốt nhất cho bài toán ví dụ với kích thước 4x6. Trong phần tiếp theo, nghiên cứu tiến hành áp dụng mô hình cho bài toán thực tế tại công ty với kích thước lớn hơn nhiều so với bài toán ở ví dụ.

# ÁP DỤNG MÔ HÌNH

## Đầu vào mô hình

Mô hình điều độ được áp dụng cho đơn hàng cần sản xuất trong 3 tháng từ tháng 07/2021 do bộ phận kế hoạch kinh doanh gửi xuống, tháng đầu tiên từ 01/7 đến hết 31/07, tháng thứ hai từ 01/08 tới 31/08, tháng thứ ba từ 01/09 tới 30/09. Do dữ liệu đầu vào cả 3 tháng khá lớn (129 sản phẩm), nghiên cứu chỉ trình bày cụ thể việc áp dụng mô hình cho dữ liệu tháng 07, các tháng còn lại sẽ được chạy mô hình và trình bày kết quả ở phụ lục.

Về thời gian gia công, nghiên cứu chỉ xét đến bài toán điều độ cho cụm máy song song, không xét đến máy nào trong cụm máy song song sẽ thực hiện công việc nên xem như cụm máy có năng suất bằng tổng năng suất của các máy trong cụm máy đó. Chẳng hạn, thời gian chạy sóng của 10,000 sản phẩm A tại một máy trong cụm máy chạy sóng là 12 phút, nhưng cụm máy chạy sóng có 3 máy nên nghiên cứu xem như thời gian thực hiện sản phẩm A này tại cụm máy là 12/3 = 4 phút. Nghiên cứu sẽ sử dụng lập luận này để tính thời gian gia công của các sản phẩm trong dữ liệu đầu vào.

Thời gian bắt đầu điều độ của tháng 07 là ngày 01/07/2021, xem đây là thời điểm 0, vì vậy thời gian tới hạn của công việc sẽ bằng ngày tới hạn (là ngày hẹn giao hàng) trừ đi ngày bắt đầu điều độ. Để đồng nhất với thời gian gia công, quy đổi thời gian tới hạn thành đơn vị phút với lịch hoạt động của nhà máy là 8 giờ một ngày.

**Bảng 5.1 Đơn hàng điều độ tháng 07/2021**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **Mã Đơn** | **Dòng SP** | **Số lượng** | **Ngày hẹn giao hàng** |
| 1 | 7211001 | TC2A | 15000 | Sunday, July 04, 2021 |
| 2 | 7219920 | TC5B | 14500 | Sunday, July 04, 2021 |
| 3 | 7218734 | TC3B | 10000 | Sunday, July 04, 2021 |
| 4 | 7211021 | TC2A | 15000 | Monday, July 05, 2021 |
| 5 | 7216310 | TC2C | 8000 | Monday, July 05, 2021 |
| 6 | 7218590 | TC2A | 15000 | Tuesday, July 06, 2021 |
| 7 | 7215641 | TC2B | 18500 | Tuesday, July 06, 2021 |
| 8 | 7212695 | TC3A | 5500 | Wednesday, July 07, 2021 |
| 9 | 7212485 | TC2B | 8500 | Friday, July 09, 2021 |
| 10 | 7218024 | TC5C | 20000 | Saturday, July 10, 2021 |
| 11 | 7211790 | TC3B | 10000 | Saturday, July 10, 2021 |
| 12 | 7217547 | TC2A | 6500 | Sunday, July 11, 2021 |
| 13 | 7213031 | TC2C | 7500 | Monday, July 12, 2021 |
| 14 | 7216773 | TC2A | 10000 | Tuesday, July 13, 2021 |
| 15 | 7211785 | TC2A | 8000 | Tuesday, July 13, 2021 |
| 16 | 7219800 | TC3B | 5000 | Wednesday, July 14, 2021 |
| 17 | 7215541 | TC2B | 5900 | Thursday, July 15, 2021 |
| 18 | 7213458 | TC5C | 23000 | Friday, July 16, 2021 |
| 19 | 7218575 | TC3B | 17500 | Saturday, July 17, 2021 |
| 20 | 7212583 | TC2A | 7900 | Sunday, July 18, 2021 |
| 21 | 7218461 | TC2B | 2400 | Sunday, July 18, 2021 |
| 22 | 7217043 | TC2A | 15900 | Monday, July 19, 2021 |
| 23 | 7218611 | TC2A | 10500 | Monday, July 19, 2021 |
| 24 | 7216110 | TC3A | 1300 | Tuesday, July 20, 2021 |
| 25 | 7215802 | TC2B | 23800 | Tuesday, July 20, 2021 |
| 26 | 7214464 | TC5C | 17400 | Wednesday, July 21, 2021 |
| 27 | 7218268 | TC3A | 3100 | Thursday, July 22, 2021 |
| 28 | 7219450 | TC2A | 22600 | Friday, July 23, 2021 |
| … | … | … | … | … |
| 35 | 7213523 | TC3B | 22600 | Wednesday, July 28, 2021 |
| 36 | 7213594 | TC2A | 24700 | Thursday, July 29, 2021 |
| 37 | 7214122 | TC2B | 21100 | Thursday, July 29, 2021 |
| 38 | 7215631 | TC2A | 1400 | Friday, July 30, 2021 |
| 39 | 7215403 | TC2A | 23100 | Friday, July 30, 2021 |
| 40 | 7215136 | TC3A | 8000 | Friday, July 30, 2021 |
| 41 | 7215625 | TC2B | 9200 | Saturday, July 31, 2021 |
| 42 | 7216543 | TC5C | 20700 | Saturday, July 31, 2021 |
| 43 | 7217354 | TC3B | 24800 | Saturday, July 31, 2021 |

Số liệu đầy đủ xem ở phụ lục C: Số liệu đầu vào mô hình.

Từ bảng trên ta có bảng dữ liệu đầu vào của mô hình như sau:

**Bảng 5.2 Số liệu đầu vào mô hình**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sản phẩm** | **Thời gian tới hạn (phút)** | **Thời gian gia công trên máy (phút)** | | | | | |
| **Sóng** | **Chạp** | **Bế** | **In** | **Đóng kim** | **Dán** |
| 1 | 1440 | 27 | 108 | 0 | 232 | 134 | 0 |
| 2 | 1440 | 26 | 105 | 0 | 224 | 0 | 138 |
| 3 | 1440 | 18 | 0 | 228 | 154 | 89 | 0 |
| 4 | 1920 | 27 | 108 | 0 | 232 | 134 | 0 |
| 5 | 1920 | 14 | 58 | 0 | 124 | 71 | 0 |
| 6 | 2400 | 27 | 0 | 343 | 232 | 134 | 0 |
| 7 | 2400 | 33 | 134 | 0 | 286 | 165 | 0 |
| 8 | 2880 | 10 | 0 | 126 | 85 | 0 | 52 |
| 9 | 3840 | 15 | 61 | 0 | 131 | 76 | 0 |
| 10 | 4320 | 36 | 144 | 0 | 309 | 178 | 0 |
| 11 | 4320 | 18 | 0 | 228 | 154 | 0 | 95 |
| 12 | 4800 | 12 | 47 | 0 | 100 | 58 | 0 |
| 13 | 5280 | 13 | 54 | 0 | 116 | 67 | 0 |
| 14 | 5760 | 18 | 72 | 0 | 154 | 0 | 95 |
| 15 | 5760 | 14 | 58 | 0 | 124 | 71 | 0 |
| 16 | 6240 | 9 | 0 | 114 | 77 | 45 | 0 |
| 17 | 6720 | 11 | 43 | 0 | 91 | 0 | 56 |
| 18 | 7200 | 41 | 166 | 0 | 355 | 205 | 0 |
| 19 | 7680 | 31 | 126 | 0 | 270 | 0 | 167 |
| … | … | … | … | … | … | … | … |
| 40 | 13920 | 14 | 58 | 0 | 124 | 71 | 0 |
| 41 | 14400 | 16 | 66 | 0 | 142 | 82 | 0 |
| 42 | 14400 | 37 | 150 | 0 | 320 | 184 | 0 |
| 43 | 14400 | 44 | 0 | 566 | 383 | 0 | 236 |

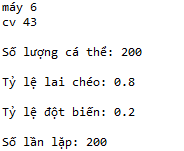
**Bảng 5.3 Trình tự gia công**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sản phẩm** | **Trình tự gia công trên các máy** | | | |
| **Công Đoạn 1** | **Công Đoạn 2** | **Công Đoạn 3** | **Công Đoạn 4** |
| 1 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| 2 | 1 | 2 | 4 | 6 |
| … | 1 | 2 | 4 | 6 |
| 41 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| 42 | 1 | 2 | 4 | 5 |
| 43 | 1 | 2 | 4 | 5 |

## Thông số mô hình

Khác với bài toán mẫu được trình bày ở trên, với bài toán thực tế có số lượng sản phẩm n trong tháng 07 đến 43 sản phẩm, mô hình được thực hiện trên 6 loại máy nên bài toán trở nên phức tạp hơn. Khi n càng lớn thì chiều dài NST càng lớn, dẫn tới số lượng lời giải khả dĩ càng lớn, vì vậy để tìm ra lời giải tốt nhất, các thông số trong mô hình được thay đổi như sau:

* Số lượng NST trong quần thể: khi n càng lớn đòi hỏi số lượng NST trong quần thể càng lớn để phản ánh được sự đa dạng của không gian lời giải. Với n = 43 chọn số lượng NST trong quần thể là P = 200.
* Tỷ lệ lai chéo và đột biến: nghiên cứu [6] của Ahmad Hassanat, Khalid Almohammadi đã trình bày về việc lựa chọn tỷ lệ lai chéo và đột biến cho giải thuật di truyền qua các phương pháp thực nghiệm, tác giả rút ra được nhận định sau “Với các bài toán có quy mô quần thể nhỏ (5, 50, 100) thiếu tính đa dạng, các giải pháp ở các vòng lặp cuối dường như tương tự nhau nên cần một tỷ lệ đột biến lớn để ngăn thuật toán bị mắc kẹt trong vùng lời giải cục bộ. Ở các bài toán có kích thước quần thể lớn hơn (200, 300, 400) rất đa dạng về bản chất, ngược lại không cần nhiều đột biến mà cần sự trao đổi mạnh mẽ giữa các cá thể bố mẹ tốt để có được thế hệ con cái tốt hơn, giúp tìm ra giải pháp cuối cùng tốt hơn.” Vì vậy, tỷ lệ đột biến trong mô hình thực tế sẽ bằng 0.2 thay vì 0.5 như trong ví dụ trước, và tỷ lệ lai chéo là 0.8.
* Số lần lặp: Ở bài toán có mẫu lớn, khi số lần lặp quá cao khiến mô hình sẽ chạy ra kết quả lâu. Nên tác giả sẽ chọn số lần lặp là 200 lần.



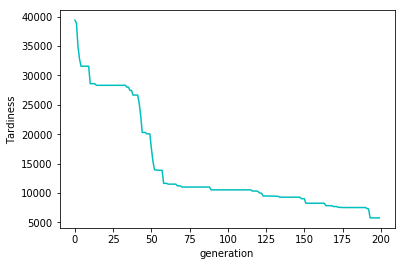
*Hình 5.1 Thiết lập thông số mô hình*

## Kết quả điều độ

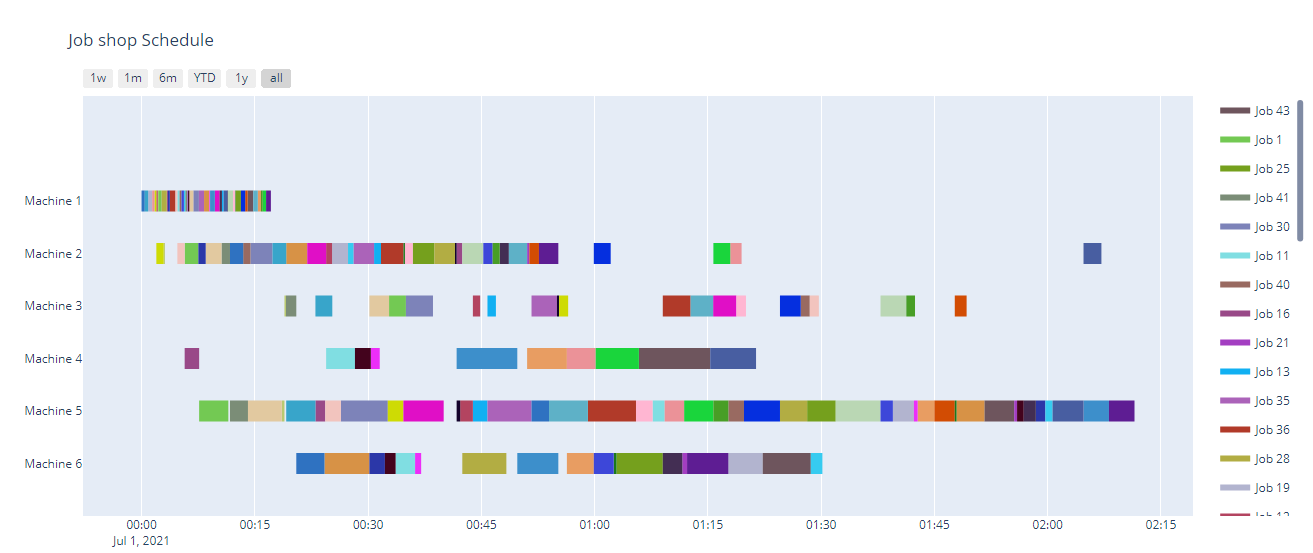
**Bảng 5.4 Kết quả thứ tự điều độ cho tháng 7/2021**

| **Thứ tự** | **Điều độ** | **Thứ tự** | **Điều độ** | **Thứ tự** | **Điều độ** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Công việc: 1 CĐ 1 | 87 | Công việc: 27 CĐ 3 | 174 | Công việc: 28 CĐ 4 |
| 2 | Công việc: 3 CĐ 1 | 88 | Công việc: 32 CĐ 2 | 175 | Công việc: 37 CĐ 3 |
| 3 | Công việc: 2 CĐ 1 | 89 | Công việc: 10 CĐ 1 | 176 | Công việc: 22 CĐ 4 |
| 4 | Công việc: 1 CĐ 2 | 90 | Công việc: 41 CĐ 3 | 177 | Công việc: 32 CĐ 5 |
| 5 | Công việc: 22 CĐ 1 | 91 | Công việc: 6 CĐ 4 | 178 | Công việc: 18 CĐ 6 |
| 6 | Công việc: 28 CĐ 1 | 92 | Công việc: 27 CĐ 4 | 179 | Công việc: 19 CĐ 2 |
| 7 | Công việc: 11 CĐ 1 | 93 | Công việc: 7 CĐ 6 | 180 | Công việc: 40 CĐ 4 |
| 8 | Công việc: 1 CĐ 3 | 94 | Công việc: 11 CĐ 3 | 181 | Công việc: 20 CĐ 5 |
| 9 | Công việc: 4 CĐ 1 | 95 | Công việc: 21 CĐ 4 | 182 | Công việc: 39 CĐ 3 |
| 10 | Công việc: 3 CĐ 2 | 96 | Công việc: 32 CĐ 3 | 183 | Công việc: 16 CĐ 1 |
| 11 | Công việc: 14 CĐ 1 | 97 | Công việc: 10 CĐ 2 | 184 | Công việc: 38 CĐ 2 |
| 12 | Công việc: 2 CĐ 2 | 98 | Công việc: 5 CĐ 6 | 185 | Công việc: 12 CĐ 4 |
| 13 | Công việc: 3 CĐ 3 | 99 | Công việc: 23 CĐ 1 | 186 | Công việc: 12 CĐ 5 |
| 14 | Công việc: 1 CĐ 4 | 100 | Công việc: 3 CĐ 6 | 187 | Công việc: 42 CĐ 1 |
| 15 | Công việc: 4 CĐ 2 | 101 | Công việc: 21 CĐ 5 | 188 | Công việc: 30 CĐ 4 |
| 16 | Công việc: 5 CĐ 1 | 102 | Công việc: 1 CĐ 5 | 189 | Công việc: 25 CĐ 6 |
| 17 | Công việc: 13 CĐ 1 | 103 | Công việc: 33 CĐ 2 | 190 | Công việc: 39 CĐ 4 |
| 18 | Công việc: 33 CĐ 1 | 104 | Công việc: 30 CĐ 1 | 191 | Công việc: 40 CĐ 5 |
| 19 | Công việc: 7 CĐ 1 | 105 | Công việc: 32 CĐ 4 | 192 | Công việc: 6 CĐ 6 |
| 20 | Công việc: 4 CĐ 3 | 106 | Công việc: 40 CĐ 1 | 193 | Công việc: 36 CĐ 6 |
| 21 | Công việc: 2 CĐ 3 | 107 | Công việc: 18 CĐ 1 | 194 | Công việc: 29 CĐ 3 |
| 22 | Công việc: 3 CĐ 4 | 108 | Công việc: 17 CĐ 4 | 195 | Công việc: 12 CĐ 6 |
| 23 | Công việc: 12 CĐ 1 | 109 | Công việc: 31 CĐ 2 | 196 | Công việc: 43 CĐ 1 |
| 24 | Công việc: 9 CĐ 1 | 110 | Công việc: 36 CĐ 1 | 197 | Công việc: 31 CĐ 5 |
| 25 | Công việc: 22 CĐ 2 | 111 | Công việc: 10 CĐ 3 | 198 | Công việc: 42 CĐ 2 |
| 26 | Công việc: 21 CĐ 1 | 112 | Công việc: 21 CĐ 6 | 199 | Công việc: 16 CĐ 2 |
| 27 | Công việc: 4 CĐ 4 | 113 | Công việc: 41 CĐ 4 | 200 | Công việc: 26 CĐ 3 |
| 28 | Công việc: 6 CĐ 1 | 114 | Công việc: 1 CĐ 6 | 201 | Công việc: 23 CĐ 4 |
| 29 | Công việc: 5 CĐ 2 | 115 | Công việc: 18 CĐ 2 | 202 | Công việc: 33 CĐ 4 |
| 30 | Công việc: 9 CĐ 2 | 116 | Công việc: 10 CĐ 4 | 203 | Công việc: 28 CĐ 5 |
| 31 | Công việc: 7 CĐ 2 | 117 | Công việc: 12 CĐ 2 | 204 | Công việc: 39 CĐ 5 |
| 32 | Công việc: 35 CĐ 1 | 118 | Công việc: 13 CĐ 6 | 205 | Công việc: 15 CĐ 4 |
| 33 | Công việc: 13 CĐ 2 | 119 | Công việc: 20 CĐ 3 | 206 | Công việc: 33 CĐ 5 |
| 34 | Công việc: 15 CĐ 1 | 120 | Công việc: 30 CĐ 2 | 207 | Công việc: 35 CĐ 6 |
| 35 | Công việc: 2 CĐ 4 | 121 | Công việc: 24 CĐ 3 | 208 | Công việc: 43 CĐ 2 |
| 36 | Công việc: 6 CĐ 2 | 122 | Công việc: 25 CĐ 5 | 209 | Công việc: 29 CĐ 4 |
| 37 | Công việc: 14 CĐ 2 | 123 | Công việc: 33 CĐ 3 | 210 | Công việc: 30 CĐ 5 |
| 38 | Công việc: 37 CĐ 1 | 124 | Công việc: 9 CĐ 5 | 211 | Công việc: 29 CĐ 5 |
| 39 | Công việc: 8 CĐ 1 | 125 | Công việc: 6 CĐ 5 | 212 | Công việc: 38 CĐ 3 |
| 40 | Công việc: 8 CĐ 2 | 126 | Công việc: 34 CĐ 4 | 213 | Công việc: 31 CĐ 6 |
| 41 | Công việc: 13 CĐ 3 | 127 | Công việc: 22 CĐ 3 | 214 | Công việc: 24 CĐ 5 |
| 42 | Công việc: 4 CĐ 5 | 128 | Công việc: 18 CĐ 3 | 215 | Công việc: 26 CĐ 4 |
| 43 | Công việc: 27 CĐ 1 | 129 | Công việc: 11 CĐ 4 | 216 | Công việc: 27 CĐ 6 |
| 44 | Công việc: 41 CĐ 1 | 130 | Công việc: 31 CĐ 3 | 217 | Công việc: 19 CĐ 3 |
| 45 | Công việc: 7 CĐ 3 | 131 | Công việc: 29 CĐ 1 | 218 | Công việc: 16 CĐ 3 |
| 46 | Công việc: 2 CĐ 5 | 132 | Công việc: 8 CĐ 4 | 219 | Công việc: 37 CĐ 4 |
| 47 | Công việc: 5 CĐ 3 | 133 | Công việc: 35 CĐ 3 | 220 | Công việc: 10 CĐ 6 |
| 48 | Công việc: 14 CĐ 3 | 134 | Công việc: 31 CĐ 4 | 221 | Công việc: 26 CĐ 5 |
| 49 | Công việc: 17 CĐ 1 | 135 | Công việc: 26 CĐ 1 | 222 | Công việc: 40 CĐ 6 |
| 50 | Công việc: 5 CĐ 4 | 136 | Công việc: 34 CĐ 5 | 223 | Công việc: 19 CĐ 4 |
| 51 | Công việc: 9 CĐ 3 | 137 | Công việc: 41 CĐ 5 | 224 | Công việc: 22 CĐ 5 |
| 52 | Công việc: 21 CĐ 2 | 138 | Công việc: 10 CĐ 5 | 225 | Công việc: 37 CĐ 5 |
| 53 | Công việc: 24 CĐ 1 | 139 | Công việc: 28 CĐ 2 | 226 | Công việc: 19 CĐ 5 |
| 54 | Công việc: 27 CĐ 2 | 140 | Công việc: 30 CĐ 3 | 227 | Công việc: 11 CĐ 6 |
| 55 | Công việc: 25 CĐ 1 | 141 | Công việc: 15 CĐ 2 | 228 | Công việc: 16 CĐ 4 |
| 56 | Công việc: 14 CĐ 4 | 142 | Công việc: 41 CĐ 6 | 229 | Công việc: 15 CĐ 5 |
| 57 | Công việc: 25 CĐ 2 | 143 | Công việc: 20 CĐ 4 | 230 | Công việc: 43 CĐ 3 |
| 58 | Công việc: 8 CĐ 3 | 144 | Công việc: 26 CĐ 2 | 231 | Công việc: 38 CĐ 4 |
| 59 | Công việc: 34 CĐ 1 | 145 | Công việc: 2 CĐ 6 | 232 | Công việc: 34 CĐ 6 |
| 60 | Công việc: 6 CĐ 3 | 146 | Công việc: 18 CĐ 4 | 233 | Công việc: 15 CĐ 6 |
| 61 | Công việc: 7 CĐ 4 | 147 | Công việc: 36 CĐ 2 | 234 | Công việc: 38 CĐ 5 |
| 62 | Công việc: 9 CĐ 4 | 148 | Công việc: 40 CĐ 2 | 235 | Công việc: 42 CĐ 3 |
| 63 | Công việc: 14 CĐ 5 | 149 | Công việc: 9 CĐ 6 | 236 | Công việc: 23 CĐ 5 |
| 64 | Công việc: 11 CĐ 2 | 150 | Công việc: 12 CĐ 3 | 237 | Công việc: 42 CĐ 4 |
| 65 | Công việc: 5 CĐ 5 | 151 | Công việc: 36 CĐ 3 | 238 | Công việc: 43 CĐ 4 |
| 66 | Công việc: 34 CĐ 2 | 152 | Công việc: 15 CĐ 3 | 239 | Công việc: 43 CĐ 5 |
| 67 | Công việc: 13 CĐ 4 | 153 | Công việc: 28 CĐ 3 | 240 | Công việc: 42 CĐ 5 |
| 68 | Công việc: 21 CĐ 3 | 154 | Công việc: 14 CĐ 6 | 241 | Công việc: 22 CĐ 6 |
| 69 | Công việc: 35 CĐ 2 | 155 | Công việc: 18 CĐ 5 | 242 | Công việc: 33 CĐ 6 |
| 70 | Công việc: 41 CĐ 2 | 156 | Công việc: 35 CĐ 4 | 243 | Công việc: 37 CĐ 6 |
| 71 | Công việc: 20 CĐ 1 | 157 | Công việc: 24 CĐ 4 | 244 | Công việc: 26 CĐ 6 |
| 72 | Công việc: 17 CĐ 2 | 158 | Công việc: 35 CĐ 5 | 245 | Công việc: 38 CĐ 6 |
| 73 | Công việc: 13 CĐ 5 | 159 | Công việc: 27 CĐ 5 | 246 | Công việc: 16 CĐ 5 |
| 74 | Công việc: 20 CĐ 2 | 160 | Công việc: 8 CĐ 5 | 247 | Công việc: 16 CĐ 6 |
| 75 | Công việc: 4 CĐ 6 | 161 | Công việc: 17 CĐ 5 | 248 | Công việc: 20 CĐ 6 |
| 76 | Công việc: 31 CĐ 1 | 162 | Công việc: 36 CĐ 4 | 249 | Công việc: 19 CĐ 6 |
| 77 | Công việc: 17 CĐ 3 | 163 | Công việc: 11 CĐ 5 | 250 | Công việc: 39 CĐ 6 |
| 78 | Công việc: 37 CĐ 2 | 164 | Công việc: 39 CĐ 1 | 251 | Công việc: 23 CĐ 6 |
| 79 | Công việc: 24 CĐ 2 | 165 | Công việc: 23 CĐ 2 | 252 | Công việc: 43 CĐ 6 |
| 80 | Công việc: 34 CĐ 3 | 166 | Công việc: 23 CĐ 3 | 253 | Công việc: 42 CĐ 6 |
| 81 | Công việc: 32 CĐ 1 | 167 | Công việc: 39 CĐ 2 | 254 | Công việc: 24 CĐ 6 |
| 82 | Công việc: 25 CĐ 3 | 168 | Công việc: 8 CĐ 6 | 255 | Công việc: 32 CĐ 6 |
| 83 | Công việc: 7 CĐ 5 | 169 | Công việc: 40 CĐ 3 | 256 | Công việc: 29 CĐ 6 |
| 84 | Công việc: 3 CĐ 5 | 170 | Công việc: 17 CĐ 6 | 257 | Công việc: 30 CĐ 6 |
| 85 | Công việc: 25 CĐ 4 | 171 | Công việc: 29 CĐ 2 | 258 | Công việc: 28 CĐ 6 |
| 86 | Công việc: 38 CĐ 1 | 172 | Công việc: 36 CĐ 5 | 174 | Công việc: 28 CĐ 4 |

* Hàm mục tiêu: 5,743 (phút)
* Thời gian hoàn thành: 7,444 (phút)
* Thời gian chạy mô hình: 842.089



*Hình 5.2 Sự thay đổi hàm mục tiêu cho kết quả điều độ tháng 7*



*Hình 5.3 Sơ đồ Gantt cho thứ tự điều độ tháng 7*

Chạy mô hình cho dữ liệu tháng 9 và 10, kết quả hàm mục tiêu, thời gian hoàn thành công việc makespan và thời gian chạy giải thuật. Sau đó lập bảng so sánh kết quả điều độ theo mô hình đề xuất và phương pháp điều độ EDD của công ty để đánh giá hiệu quả của mô hình điều độ:

**Bảng 5.5 Hiệu quả của mô hình điều độ GA so với EDD**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tháng** | **Phương pháp** | **Tổng thời gian trễ (ngày)** | **Thời gian hoàn thành (ngày)** |
| 7 | GA | 11.96 | 15.5 |
| EDD | 32 | 31 |
| 8 | GA | 17.3 | 18.55 |
| EDD | 22 | 32 |
| 9 | GA | 28.9 | 18.8 |
| EDD | 47 | 30 |

*Hình 5.4 Biểu đồ so sánh kết quả của hai phương pháp điều độ*

Như vậy, sau khi tiến hành thực hiện điều độ bằng mô hình ở ba tháng 7,8,9. Kết quả mà mô hình đề xuất so với phương pháp EDD mà công ty đang sử dụng đã giúp giảm được 42.4% tổng thời gian trễ hạn của ba tháng , từ 101 ngày xuống còn 58.16 ngày.

# KẾT LUẬN KẾT NGHỊ

## Kết quả nghiên cứu

Sau thời gian nghiên cứu tại Công Ty TNHH SX – TM Khải Lợi, tác giả nhận thấy tình trạng trễ đơn hàng ở công ty là một vấn đề cấp bách cần được giải quyết. Từ đó, nghiên cứu bắt đầu phân tích hiện trạng và xác định nguyên nhân dẫn đến trễ đơn hàng là do phương pháp điều độ theo kinh nghiệm không mang lại hiệu quả cao. Luật điều độ EDD (công việc tới hạn trước làm trước) được công ty sử dụng dẫn đến tình trạng trễ đơn hàng khi số lượng đơn hàng nhiều và có những yêu cầu gia công khác nhau.

Để giải quyết vấn đề được đặt ra, mô hình điều độ Job Shop bằng giải thuật Di truyền được xây dựng nhằm cho ra thứ tự điều độ công việc trên các máy với mục tiêu giảm tổng thời gian trễ đơn hàng. Nghiên cứu đã trình bày các bước áp dụng giải thuật Di truyền vào điều độ sản xuất và thực hiện lập trình bằng ngôn ngữ Python trên phần mềm Spyder kết hợp với Excel cho việc nhập xuất dữ liệu thuận tiện hơn khi áp dụng vào thực tế.

Sau khi chạy giải thuật cho tháng 07/2021, kết quả nghiên cứu cho thấy tổng thời gian trễ của các đơn hàng giảm đáng kể, từ 32 ngày còn 11.96 ngày khi áp dụng giải thuật Di truyền thay cho luật điều độ EDD mà công ty đang sử dụng. Tiến hành thực hiện điều độ bằng mô hình ở ba tháng 7,8,9 tổng thời gian trễ của các đơn hàng đã giảm được 42.4% tổng thời gian trễ hạn ban đầu, từ 101 ngày xuống còn 58.16 ngày. Từ kết quả của mô hình mang lại, có thể kết luận nghiên cứu đã đạt được mục tiêu ứng dụng giải thuật Di truyền GA vào bài toán điều độ Job Shop tại Công Ty TNHH SX – TM Khải Lợi nhằm giảm thời gian trễ đơn hàng.

## Đánh giá

Từ quá trình và kết quả nghiên cứu đạt được, luận văn đã hoàn thành các nội dung sau:

* Tìm hiểu đối tượng nghiên cứu, phân tích hiện trạng, xác định bài toán điều độ cho khu vực xưởng sản xuất.
* Tìm hiểu bài toán Job Shop và Job Shop linh hoạt, giải thuật Di truyền khi áp dụng vào điều độ.
* Ứng dụng giải thuật Di truyền tìm được lời giải tốt hơn cho bài toán điều độ khá phức tạp của công ty, đồng thời cũng đã đáp ứng được mục tiêu ban đầu.
* Sử dụng kết hợp Excel và Spyder tìm ra lời giải tốt trong thời gian ngắn, dễ dàng triển khai vào sử dụng thực tế.

Tuy nhiên, bên cạnh những ưu điểm thì nghiên cứu còn một số khuyết điểm như:

* Mô hình chưa xây dựng được giao diện thân thiện với người dùng.
* Nghiên cứu chưa xét đến các trường hợp máy hư, đơn hàng xử lý ngay hoặc thời gian gia công bị ảnh hưởng bởi người vận hành.
* Nghiên cứu chỉ mới áp dụng cho khu vực sản xuất.

## Hướng phát triển tương lai

Nghiên cứu đã đạt được mục tiêu đề ra, tuy nhiên, để đáp ứng được tính hiệu quả khi vận hành trong thực tế, hướng phát triển nghiên cứu trong tương lai được đề ra như sau:

* Mở rộng phạm vi nghiên cứu và đưa vào thêm các ràng buộc thành mô hình điều độ linh hoạt (Dynamic Scheduling).
* Xây dựng thêm giao diện nhập xuất kết quả trong Excel và kết hợp VBA để đồng bộ với các bộ phận khác trong công ty.
* Xây dựng thêm cơ sở dữ liệu cho toàn bộ các sản phẩm, cập nhật các thông số như thời gian gia công để cải thiện tính chính xác của mô hình.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Zhang, Jian, Ding, Guofu, Zou, Yisheng, Qin, Sheng-feng and Fu, 2019. Review of Job Shop Scheduling Research and its New Perspectives Under Industry 4.0. Journal of Intelligent Manufacturing: 1809 – 1830.

[2] Lee, C. K. H. (2018). A review of applications of genetic algorithms in operations management. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 76, 1-12.

[3] lmed Kacem. Genetic Algorithm for the Flexible Jobshop Scheduling Problem. LAIL. Ecole Centrale de Lille, B.P. 48, Cite Scientifique, 59651, Villeneuve d'Ascq. France.

[4] Omar, M., Baharum, A., & Hasan, Y. A. (2006, June). A Job-shop Scheduling Problem (JSSP) Using Genetic Algorithm (GA). In Proceedings of the 2nd im TG T Regional Conference on Mathematics, Statistics and Applications Universiti Sains Malaysia.

[5] Patil, V. P., & Pawar, D. D. (2015). The optimal crossover or mutation rates in genetic algorithm: a review. International Journal of Applied Engineering and Technology, 5(3), 38-41.

[6] Ahmad Hassanat, Khalid Almohammadi, Esra’a Alkafaween, Eman Abunawas, Awni Hammouri and V. B. Surya Prasath, 2019. Choosing Mutation and Crossover Ratios for Genetic Algorithms - A Review with a New Dynamic Approach. Information: 390 – 426.

[7] Yunus Demira & Selçuk Kürşat İşleyen, 2014. An effective genetic algorithm for flexible Job Shop scheduling with overlapping in operations. International Journal of Production Research.

[8] I. Kacem, S. Hammadi, and P. Borne: 'Approach by localization and multiobjective evolutionary optimization for flexible job-shop scheduling problems', IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), 2002, 32, (1), pp. 1-13.

[9] Lipowski, A., & Lipowska, D. (2012). Roulette-wheel selection via stochastic acceptance. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 391(6), 2193-2196.

[10] Katoch, S., Chauhan, S. S., & Kumar, V. (2021). A review on genetic algorithm: past, present, and future. Multimedia Tools and Applications, 80(5), 8091-8126.

#### SỐ LIỆU TRỄ ĐƠN HÀNG

**Phụ lục A-1 Số liệu trễ đơn hàng từ tháng 07/2021 đến hết tháng 09/2021**

| **STT** | **Mã** | **Mã SP** | **Tên** | **Tổng** | **Ngày hẹn giao hàng** | **Ngày giao thực tế** | **Trễ (Ngày)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 7211001 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 15,000 | 7/4/2021 | 7/4/2021 | 0 |
| 2 | 7219920 | TC5B | Thùng 5 lớp sóng B | 14,500 | 7/4/2021 | 7/4/2021 | 0 |
| 3 | 7218734 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 10,000 | 7/4/2021 | 7/5/2021 | 1 |
| 4 | 7211021 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 15,000 | 7/5/2021 | 7/5/2021 | 0 |
| 5 | 7216310 | TC2C | Thùng 2 lớp sóng C | 8,000 | 7/5/2021 | 7/6/2021 | 1 |
| 6 | 7218590 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 15,000 | 7/6/2021 | 7/7/2021 | 1 |
| 7 | 7215641 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 18,500 | 7/6/2021 | 7/8/2021 | 2 |
| 8 | 7212695 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 5,500 | 7/7/2021 | 7/9/2021 | 2 |
| 9 | 7212485 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 8,500 | 7/9/2021 | 7/9/2021 | 0 |
| 10 | 7218024 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 20,000 | 7/10/2021 | 7/10/2021 | 0 |
| 11 | 7211790 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 10,000 | 7/10/2021 | 7/11/2021 | 1 |
| 12 | 7217547 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 6,500 | 7/11/2021 | 7/12/2021 | 1 |
| 13 | 7213031 | TC2C | Thùng 2 lớp sóng C | 7,500 | 7/12/2021 | 7/12/2021 | 0 |
| 14 | 7216773 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 10,000 | 7/13/2021 | 7/13/2021 | 0 |
| 15 | 7211785 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 8,000 | 7/13/2021 | 7/13/2021 | 0 |
| 16 | 7219800 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 5,000 | 7/14/2021 | 7/15/2021 | 1 |
| 17 | 7215541 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 5,900 | 7/15/2021 | 7/15/2021 | 0 |
| 18 | 7213458 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 23,000 | 7/16/2021 | 7/16/2021 | 0 |
| 19 | 7218575 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 17,500 | 7/17/2021 | 7/18/2021 | 1 |
| 20 | 7212583 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 7,900 | 7/18/2021 | 7/18/2021 | 0 |
| 21 | 7218461 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 2,400 | 7/18/2021 | 7/18/2021 | 0 |
| 22 | 7217043 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 15,900 | 7/19/2021 | 7/19/2021 | 0 |
| 23 | 7218611 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 10,500 | 7/19/2021 | 7/19/2021 | 0 |
| 24 | 7216110 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 1,300 | 7/20/2021 | 7/21/2021 | 1 |
| 25 | 7215802 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 23,800 | 7/20/2021 | 7/22/2021 | 2 |
| 26 | 7214464 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 17,400 | 7/21/2021 | 7/24/2021 | 3 |
| 27 | 7218268 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 3,100 | 7/22/2021 | 7/25/2021 | 3 |
| 28 | 7219450 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 22,600 | 7/23/2021 | 7/25/2021 | 2 |
| 29 | 7219700 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 10,200 | 7/25/2021 | 7/26/2021 | 1 |
| 30 | 7215814 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 24,100 | 7/25/2021 | 7/27/2021 | 2 |
| 31 | 7212404 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 13,800 | 7/26/2021 | 7/27/2021 | 1 |
| 32 | 7219670 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 7,700 | 7/26/2021 | 7/27/2021 | 1 |
| 33 | 7211517 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 21,200 | 7/27/2021 | 7/28/2021 | 1 |
| 34 | 7212309 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 1,800 | 7/28/2021 | 7/28/2021 | 0 |
| 35 | 7213523 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 22,600 | 7/28/2021 | 7/29/2021 | 1 |
| 36 | 7213594 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 24,700 | 7/29/2021 | 7/29/2021 | 0 |
| 37 | 7214122 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 21,100 | 7/29/2021 | 7/30/2021 | 1 |
| 38 | 7215631 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 1,400 | 7/30/2021 | 7/30/2021 | 0 |
| 39 | 7215403 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 23,100 | 7/30/2021 | 7/30/2021 | 0 |
| 40 | 7215136 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 8,000 | 7/30/2021 | 7/31/2021 | 1 |
| 41 | 7215625 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 9,200 | 7/31/2021 | 7/31/2021 | 0 |
| 42 | 7216543 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng B | 20,700 | 7/31/2021 | 7/31/2021 | 0 |
| 43 | 7217354 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 24,800 | 7/31/2021 | 8/1/2021 | 1 |
| 44 | 8211291 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 12,500 | 8/1/2021 | 8/1/2021 | 0 |
| 45 | 8219438 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 13,600 | 8/1/2021 | 8/2/2021 | 1 |
| 46 | 8216522 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 4,200 | 8/2/2021 | 8/2/2021 | 0 |
| 47 | 8219143 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 8,200 | 8/2/2021 | 8/3/2021 | 1 |
| 48 | 8212013 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 16,200 | 8/3/2021 | 8/5/2021 | 2 |
| 49 | 8218485 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 17,500 | 8/4/2021 | 8/6/2021 | 2 |
| 50 | 8212886 | TC5B | Thùng 5 lớp sóng B | 25,000 | 8/5/2021 | 8/6/2021 | 1 |
| 51 | 8214704 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 16,000 | 8/6/2021 | 8/7/2021 | 1 |
| 52 | 8218500 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 6,400 | 8/7/2021 | 8/8/2021 | 1 |
| 53 | 8211527 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 22,900 | 8/8/2021 | 8/8/2021 | 0 |
| 54 | 8219433 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 3,100 | 8/8/2021 | 8/9/2021 | 1 |
| 55 | 8216466 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 21,300 | 8/9/2021 | 8/9/2021 | 0 |
| 56 | 8212518 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 20,000 | 8/10/2021 | 8/10/2021 | 0 |
| 57 | 8218497 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 22,400 | 8/10/2021 | 8/11/2021 | 1 |
| 58 | 8214663 | TC5B | Thùng 5 lớp sóng B | 18,200 | 8/12/2021 | 8/12/2021 | 0 |
| 59 | 8213946 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 10,900 | 8/13/2021 | 8/13/2021 | 0 |
| 60 | 8214917 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 3,200 | 8/14/2021 | 8/14/2021 | 0 |
| 61 | 8211895 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 11,700 | 8/15/2021 | 8/15/2021 | 0 |
| 62 | 8213074 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 17,000 | 8/16/2021 | 8/16/2021 | 0 |
| 63 | 8212966 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 15,500 | 8/16/2021 | 8/17/2021 | 1 |
| 64 | 8215201 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 8,400 | 8/17/2021 | 8/18/2021 | 1 |
| 65 | 8215534 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 23,400 | 8/19/2021 | 8/19/2021 | 0 |
| 66 | 8218849 | TC5B | Thùng 5 lớp sóng B | 24,000 | 8/20/2021 | 8/20/2021 | 0 |
| 67 | 8214324 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 19,700 | 8/21/2021 | 8/21/2021 | 0 |
| 68 | 8217396 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,400 | 8/21/2021 | 8/22/2021 | 1 |
| 69 | 8212520 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 22,600 | 8/22/2021 | 8/22/2021 | 0 |
| 70 | 8216427 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 21,000 | 8/22/2021 | 8/23/2021 | 1 |
| 71 | 8212999 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 23,100 | 8/23/2021 | 8/23/2021 | 0 |
| 72 | 8215226 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 19,800 | 8/24/2021 | 8/24/2021 | 0 |
| 73 | 8212074 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 11,000 | 8/24/2021 | 8/24/2021 | 0 |
| 74 | 8218110 | TC5B | Thùng 5 lớp sóng B | 24,200 | 8/24/2021 | 8/25/2021 | 1 |
| 75 | 8217012 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 17,700 | 8/25/2021 | 8/27/2021 | 2 |
| 76 | 8214818 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 7,500 | 8/26/2021 | 8/27/2021 | 1 |
| 77 | 8211404 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 15,900 | 8/27/2021 | 8/28/2021 | 1 |
| 78 | 8212383 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,600 | 8/28/2021 | 8/28/2021 | 0 |
| 79 | 8212309 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,900 | 8/28/2021 | 8/29/2021 | 1 |
| 80 | 8216503 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 23,000 | 8/29/2021 | 8/29/2021 | 0 |
| 81 | 8212389 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 1,500 | 8/30/2021 | 8/30/2021 | 0 |
| 82 | 8217012 | TC5B | Thùng 5 lớp sóng B | 2,800 | 8/31/2021 | 8/31/2021 | 0 |
| 83 | 8219134 | TC3C | Thùng 3 lớp sóng B | 20,600 | 8/31/2021 | 9/1/2021 | 1 |
| 84 | 9211948 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 21,200 | 9/1/2021 | 9/1/2021 | 0 |
| 85 | 9219327 | TC2C | Thùng 2 lớp sóng C | 4,700 | 9/1/2021 | 9/3/2021 | 2 |
| 86 | 9215547 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 16,000 | 9/1/2021 | 9/4/2021 | 3 |
| 87 | 9216734 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 10,100 | 9/3/2021 | 9/4/2021 | 1 |
| 88 | 9216816 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 2,500 | 9/6/2021 | 9/6/2021 | 0 |
| 89 | 9214781 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 11,500 | 9/7/2021 | 9/7/2021 | 0 |
| 90 | 9217454 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 1,900 | 9/7/2021 | 9/7/2021 | 0 |
| 91 | 9217786 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 13,000 | 9/8/2021 | 9/8/2021 | 0 |
| 92 | 9216108 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,100 | 9/8/2021 | 9/9/2021 | 1 |
| 93 | 9212278 | TC2C | Thùng 2 lớp sóng C | 20,400 | 9/9/2021 | 9/9/2021 | 0 |
| 94 | 9216805 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 24,400 | 9/9/2021 | 9/10/2021 | 1 |
| 95 | 9214570 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,700 | 9/10/2021 | 9/10/2021 | 0 |
| 96 | 9215629 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 18,800 | 9/11/2021 | 9/11/2021 | 0 |
| 97 | 9216409 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 18,200 | 9/11/2021 | 9/12/2021 | 1 |
| 98 | 9213666 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 8,700 | 9/12/2021 | 9/12/2021 | 0 |
| 99 | 9217973 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 12,200 | 9/12/2021 | 9/13/2021 | 1 |
| 100 | 9212330 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,700 | 9/14/2021 | 9/14/2021 | 0 |
| 101 | 9215831 | TC2C | Thùng 2 lớp sóng C | 24,700 | 9/14/2021 | 9/14/2021 | 0 |
| 102 | 9215525 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,100 | 9/14/2021 | 9/15/2021 | 1 |
| 103 | 9214731 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 19,900 | 9/15/2021 | 9/15/2021 | 0 |
| 104 | 9212160 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 14,800 | 9/15/2021 | 9/16/2021 | 1 |
| 105 | 9218167 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 10,300 | 9/15/2021 | 9/16/2021 | 1 |
| 106 | 9217876 | TC5B | Thùng 5 lớp sóng B | 1,400 | 9/15/2021 | 9/17/2021 | 2 |
| 107 | 9216292 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 6,700 | 9/15/2021 | 9/17/2021 | 2 |
| 108 | 9218380 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 5,200 | 9/17/2021 | 9/18/2021 | 1 |
| 109 | 9217437 | TC2C | Thùng 2 lớp sóng C | 14,800 | 9/17/2021 | 9/18/2021 | 1 |
| 110 | 9215612 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 17,000 | 9/17/2021 | 9/19/2021 | 2 |
| 111 | 9213623 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 23,500 | 9/17/2021 | 9/20/2021 | 3 |
| 112 | 9212825 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 20,000 | 9/18/2021 | 9/20/2021 | 2 |
| 113 | 9214425 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 24,200 | 9/18/2021 | 9/20/2021 | 2 |
| 114 | 9217552 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 25,000 | 9/18/2021 | 9/21/2021 | 3 |
| 115 | 9213149 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 17,200 | 9/19/2021 | 9/21/2021 | 2 |
| 116 | 9217056 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 20,700 | 9/19/2021 | 9/21/2021 | 2 |
| 117 | 9215083 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 15,200 | 9/20/2021 | 9/22/2021 | 2 |
| 118 | 9212963 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 11,400 | 9/20/2021 | 9/22/2021 | 2 |
| 119 | 9219178 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 20,200 | 9/21/2021 | 9/23/2021 | 2 |
| 120 | 9214031 | TC3A | Thùng 3 lớp sóng A | 18,100 | 9/22/2021 | 9/23/2021 | 1 |
| 121 | 9217101 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 11,200 | 9/22/2021 | 9/23/2021 | 1 |
| 122 | 9212404 | TC5C | Thùng 5 lớp sóng C | 6,000 | 9/22/2021 | 9/23/2021 | 1 |
| 123 | 9213029 | TC3B | Thùng 3 lớp sóng B | 10,000 | 9/23/2021 | 9/24/2021 | 1 |
| 124 | 9213425 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 4,500 | 9/26/2021 | 9/26/2021 | 0 |
| 125 | 9214974 | TC2B | Thùng 2 lớp sóng B | 17,900 | 9/27/2021 | 9/28/2021 | 1 |
| 126 | 9219231 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 9,700 | 9/28/2021 | 9/29/2021 | 1 |
| 127 | 9213376 | TC2A | Thùng 2 lớp sóng A | 4,200 | 9/29/2021 | 9/29/2021 | 0 |
| 128 | 9213260 | TC3C | Thùng 3 lớp sóng C | 5,300 | 9/30/2021 | 9/30/2021 | 0 |
| 129 | 9219078 | TC3C | Thùng 3 lớp sóng C | 15,000 | 9/30/2021 | 9/30/2021 | 0 |

#### ĐO THỜI GIAN GIA CÔNG TRÊN MÁY

**Phụ lục B-1 Thời gian đo tại máy Chạy sóng và chạp**

| **Công đoạn** | **Chạy sóng** | | | **Chạp** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lần đo** | **Thời gian (s)** | **Số lượng thùng** | **Thời gian gia công 1 thùng** | **Thời gian (s)** | **Số lượng thùng** | **Thời gian gia công 1 thùng** |
| 1 | 370 | 2244 | 0.165 | 309 | 223 | 1.386 |
| 2 | 651 | 1823 | 0.357 | 439 | 343 | 1.280 |
| 3 | 405 | 2395 | 0.169 | 406 | 276 | 1.471 |
| 4 | 820 | 1967 | 0.417 | 374 | 227 | 1.648 |
| 5 | 657 | 2169 | 0.303 | 757 | 501 | 1.511 |
| 6 | 955 | 2352 | 0.406 | 306 | 215 | 1.423 |
| 7 | 553 | 2137 | 0.259 | 685 | 422 | 1.623 |
| 8 | 742 | 2204 | 0.337 | 391 | 272 | 1.438 |
| 9 | 748 | 1868 | 0.400 | 410 | 372 | 1.102 |
| 10 | 793 | 2191 | 0.362 | 448 | 297 | 1.508 |
| 11 | 421 | 2239 | 0.188 | 359 | 241 | 1.490 |
| 12 | 328 | 2259 | 0.145 | 741 | 458 | 1.618 |
| 13 | 551 | 1811 | 0.304 | 586 | 388 | 1.510 |
| 14 | 714 | 1796 | 0.398 | 533 | 352 | 1.514 |
| 15 | 578 | 2235 | 0.259 | 405 | 245 | 1.653 |
| 16 | 637 | 1814 | 0.351 | 416 | 301 | 1.382 |
| 17 | 453 | 2386 | 0.190 | 572 | 468 | 1.222 |
| 18 | 948 | 1957 | 0.484 | 689 | 463 | 1.488 |
| 19 | 680 | 2314 | 0.294 | 465 | 395 | 1.177 |
| 20 | 513 | 2099 | 0.244 | 348 | 236 | 1.475 |
| 21 | 619 | 2201 | 0.281 | 698 | 435 | 1.605 |
| 22 | 790 | 2095 | 0.377 | 580 | 516 | 1.124 |
| 23 | 570 | 2262 | 0.252 | 320 | 278 | 1.151 |
| 24 | 857 | 2328 | 0.368 | 312 | 306 | 1.020 |
| 25 | 718 | 1900 | 0.378 | 363 | 296 | 1.226 |
| 26 | 861 | 2054 | 0.419 | 509 | 323 | 1.576 |
| 27 | 943 | 1721 | 0.548 | 601 | 497 | 1.209 |
| 28 | 571 | 2244 | 0.254 | 541 | 378 | 1.431 |
| 29 | 626 | 2357 | 0.266 | 401 | 243 | 1.650 |
| 30 | 418 | 2119 | 0.197 | 348 | 308 | 1.130 |
| 31 | 414 | 1941 | 0.213 | 516 | 370 | 1.395 |
| 32 | 562 | 1765 | 0.318 | 501 | 412 | 1.216 |
| 33 | 785 | 2297 | 0.342 | 323 | 237 | 1.363 |
| 34 | 447 | 2202 | 0.203 | 660 | 472 | 1.398 |
| 35 | 578 | 2342 | 0.247 | 480 | 423 | 1.135 |
| 36 | 280 | 1974 | 0.142 | 332 | 292 | 1.137 |
| 37 | 912 | 2017 | 0.452 | 370 | 265 | 1.396 |
| 38 | 530 | 2039 | 0.260 | 380 | 374 | 1.016 |
| 39 | 505 | 2322 | 0.217 | 388 | 262 | 1.481 |
| 40 | 639 | 2046 | 0.312 | 474 | 305 | 1.554 |
| 41 | 587 | 2057 | 0.285 | 481 | 354 | 1.359 |
| 42 | 416 | 1781 | 0.234 | 385 | 234 | 1.645 |
| 43 | 466 | 2392 | 0.195 | 312 | 223 | 1.399 |
| 44 | 243 | 1825 | 0.133 | 638 | 467 | 1.366 |
| 45 | 728 | 1832 | 0.397 | 814 | 505 | 1.612 |
| 46 | 723 | 1815 | 0.398 | 471 | 434 | 1.085 |
| 47 | 481 | 2146 | 0.224 | 648 | 472 | 1.373 |
| 48 | 820 | 2221 | 0.369 | 535 | 410 | 1.305 |
| 49 | 357 | 2019 | 0.177 | 511 | 410 | 1.246 |
| 50 | 758 | 1825 | 0.415 | 379 | 317 | 1.196 |
| 51 | 810 | 1967 | 0.412 | 362 | 244 | 1.484 |
| 52 | 785 | 2073 | 0.379 | 578 | 364 | 1.588 |
| 53 | 661 | 1899 | 0.348 | 801 | 484 | 1.655 |
| 54 | 875 | 2224 | 0.393 | 387 | 366 | 1.057 |
| 55 | 995 | 1887 | 0.527 | 557 | 338 | 1.648 |
| 56 | 781 | 1777 | 0.440 | 617 | 372 | 1.659 |
| 57 | 670 | 1723 | 0.389 | 748 | 469 | 1.595 |
| 58 | 305 | 1864 | 0.164 | 291 | 269 | 1.082 |
| 59 | 782 | 2285 | 0.342 | 451 | 401 | 1.125 |
| 60 | 503 | 2001 | 0.251 | 395 | 256 | 1.543 |
| 61 | 854 | 2152 | 0.397 | 626 | 396 | 1.581 |
| 62 | 740 | 1766 | 0.419 | 442 | 305 | 1.449 |
| 63 | 874 | 1749 | 0.500 | 349 | 305 | 1.144 |
| 64 | 523 | 2197 | 0.238 | 289 | 277 | 1.043 |
| 65 | 554 | 1931 | 0.287 | 388 | 328 | 1.183 |
| 66 | 870 | 2067 | 0.421 | 497 | 316 | 1.573 |
| 67 | 719 | 2255 | 0.319 | 322 | 267 | 1.206 |
| 68 | 523 | 1747 | 0.299 | 697 | 448 | 1.556 |
| 69 | 473 | 2243 | 0.211 | 401 | 281 | 1.427 |
| 70 | 1080 | 1942 | 0.556 | 380 | 257 | 1.479 |
| 71 | 599 | 1904 | 0.315 | 552 | 395 | 1.397 |
| 72 | 581 | 1826 | 0.318 | 544 | 510 | 1.067 |
| 73 | 299 | 1827 | 0.164 | 294 | 267 | 1.101 |
| 74 | 852 | 2322 | 0.367 | 444 | 296 | 1.500 |
| 75 | 489 | 1889 | 0.259 | 414 | 303 | 1.366 |
| 76 | 539 | 1748 | 0.308 | 675 | 431 | 1.566 |
| 77 | 278 | 2232 | 0.125 | 466 | 380 | 1.226 |
| 78 | 906 | 1785 | 0.508 | 621 | 417 | 1.489 |
| 79 | 754 | 1833 | 0.411 | 288 | 242 | 1.190 |
| 80 | 648 | 1848 | 0.351 | 747 | 501 | 1.491 |
| 81 | 361 | 2356 | 0.153 | 415 | 301 | 1.379 |
| 82 | 553 | 2044 | 0.271 | 426 | 327 | 1.303 |
| 83 | 908 | 1998 | 0.454 | 522 | 412 | 1.267 |
| 84 | 1044 | 2388 | 0.437 | 330 | 251 | 1.315 |
| 85 | 647 | 1894 | 0.342 | 241 | 237 | 1.017 |
| 86 | 1097 | 2054 | 0.534 | 347 | 237 | 1.464 |
| 87 | 376 | 1875 | 0.201 | 662 | 409 | 1.619 |
| 88 | 750 | 2330 | 0.322 | 353 | 232 | 1.522 |
| 89 | 889 | 1978 | 0.449 | 387 | 266 | 1.455 |
| 90 | 710 | 2185 | 0.325 | 424 | 326 | 1.301 |
| 91 | 455 | 2379 | 0.191 | 404 | 246 | 1.642 |
| 92 | 620 | 1726 | 0.359 | 360 | 308 | 1.169 |
| 93 | 464 | 2190 | 0.212 | 411 | 289 | 1.422 |
| 94 | 991 | 1778 | 0.557 | 347 | 278 | 1.248 |
| 95 | 372 | 2241 | 0.166 | 566 | 351 | 1.613 |
| 96 | 1207 | 1991 | 0.606 | 420 | 356 | 1.180 |
| 97 | 525 | 2025 | 0.259 | 407 | 323 | 1.260 |
| 98 | 529 | 2277 | 0.232 | 377 | 287 | 1.314 |
| 99 | 589 | 1746 | 0.337 | 544 | 476 | 1.143 |
| 100 | 450 | 2039 | 0.221 | 551 | 415 | 1.328 |
| 101 | 765 | 1951 | 0.392 | 471 | 408 | 1.154 |
| 102 | 1138 | 2249 | 0.506 | 376 | 225 | 1.671 |
| 103 | 803 | 2075 | 0.387 | 397 | 312 | 1.272 |
| 104 | 420 | 1834 | 0.229 | 547 | 393 | 1.392 |
| 105 | 732 | 1977 | 0.370 | 279 | 261 | 1.069 |
| 106 | 998 | 2184 | 0.457 | 682 | 423 | 1.612 |
| 107 | 423 | 1882 | 0.225 | 655 | 413 | 1.586 |
| 108 | 386 | 2298 | 0.168 | 280 | 257 | 1.089 |
| 109 | 998 | 2378 | 0.420 | 590 | 440 | 1.341 |
| 110 | 590 | 2248 | 0.262 | 414 | 305 | 1.357 |

**Phụ lục B-2 Thời gian đo tại máy Bế và In**

| **Công đoạn** | **Bế** | | | **In** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Lần đo** | **Thời gian (s)** | **Số lượng thùng** | **Thời gian gia công 1 thùng** | **Thời gian (s)** | **Số lượng thùng** | **Thời gian gia công 1 thùng** |
| 1 | 278 | 188 | 1.479 | 287 | 100 | 2.870 |
| 2 | 259 | 144 | 1.799 | 293 | 122 | 2.402 |
| 3 | 388 | 202 | 1.921 | 458 | 150 | 3.053 |
| 4 | 334 | 127 | 2.630 | 258 | 134 | 1.925 |
| 5 | 320 | 194 | 1.649 | 656 | 184 | 3.565 |
| 6 | 246 | 132 | 1.864 | 454 | 141 | 3.220 |
| 7 | 327 | 209 | 1.565 | 329 | 122 | 2.697 |
| 8 | 462 | 198 | 2.333 | 534 | 158 | 3.380 |
| 9 | 381 | 179 | 2.128 | 434 | 124 | 3.500 |
| 10 | 187 | 116 | 1.612 | 219 | 114 | 1.921 |
| 11 | 222 | 126 | 1.762 | 679 | 207 | 3.280 |
| 12 | 370 | 181 | 2.044 | 351 | 132 | 2.659 |
| 13 | 558 | 207 | 2.696 | 356 | 177 | 2.011 |
| 14 | 438 | 198 | 2.212 | 331 | 117 | 2.829 |
| 15 | 177 | 125 | 1.416 | 729 | 207 | 3.522 |
| 16 | 315 | 166 | 1.898 | 499 | 202 | 2.470 |
| 17 | 401 | 171 | 2.345 | 347 | 96 | 3.615 |
| 18 | 420 | 192 | 2.188 | 544 | 156 | 3.487 |
| 19 | 306 | 196 | 1.561 | 427 | 202 | 2.114 |
| 20 | 392 | 201 | 1.950 | 543 | 178 | 3.051 |
| 21 | 307 | 139 | 2.209 | 635 | 206 | 3.083 |
| 22 | 414 | 181 | 2.287 | 286 | 107 | 2.673 |
| 23 | 189 | 133 | 1.421 | 699 | 202 | 3.460 |
| 24 | 389 | 151 | 2.576 | 367 | 118 | 3.110 |
| 25 | 428 | 190 | 2.253 | 351 | 97 | 3.619 |
| 26 | 331 | 124 | 2.669 | 308 | 135 | 2.281 |
| 27 | 480 | 190 | 2.526 | 491 | 132 | 3.720 |
| 28 | 283 | 174 | 1.626 | 629 | 213 | 2.953 |
| 29 | 245 | 154 | 1.591 | 358 | 182 | 1.967 |
| 30 | 169 | 119 | 1.420 | 445 | 191 | 2.330 |
| 31 | 256 | 132 | 1.939 | 495 | 148 | 3.345 |
| 32 | 223 | 131 | 1.702 | 276 | 98 | 2.816 |
| 33 | 213 | 129 | 1.651 | 314 | 177 | 1.774 |
| 34 | 200 | 130 | 1.538 | 384 | 127 | 3.024 |
| 35 | 344 | 202 | 1.703 | 329 | 154 | 2.136 |
| 36 | 228 | 142 | 1.606 | 484 | 190 | 2.547 |
| 37 | 412 | 181 | 2.276 | 430 | 151 | 2.848 |
| 38 | 350 | 183 | 1.913 | 286 | 134 | 2.134 |
| 39 | 320 | 169 | 1.893 | 731 | 210 | 3.481 |
| 40 | 390 | 182 | 2.143 | 321 | 95 | 3.379 |
| 41 | 443 | 181 | 2.448 | 547 | 177 | 3.090 |
| 42 | 404 | 162 | 2.494 | 384 | 131 | 2.931 |
| 43 | 322 | 177 | 1.819 | 238 | 96 | 2.479 |
| 44 | 471 | 200 | 2.355 | 336 | 164 | 2.049 |
| 45 | 376 | 211 | 1.782 | 302 | 162 | 1.864 |
| 46 | 358 | 164 | 2.183 | 357 | 159 | 2.245 |
| 47 | 300 | 149 | 2.013 | 554 | 160 | 3.463 |
| 48 | 330 | 182 | 1.813 | 516 | 177 | 2.915 |
| 49 | 194 | 128 | 1.516 | 622 | 200 | 3.110 |
| 50 | 430 | 206 | 2.087 | 278 | 101 | 2.752 |
| 51 | 224 | 161 | 1.391 | 408 | 136 | 3.000 |
| 52 | 373 | 138 | 2.703 | 341 | 128 | 2.664 |
| 53 | 268 | 116 | 2.310 | 394 | 113 | 3.487 |
| 54 | 234 | 170 | 1.376 | 538 | 183 | 2.940 |
| 55 | 188 | 129 | 1.457 | 539 | 160 | 3.369 |
| 56 | 314 | 199 | 1.578 | 191 | 95 | 2.011 |
| 57 | 263 | 199 | 1.322 | 261 | 129 | 2.023 |
| 58 | 407 | 185 | 2.200 | 393 | 133 | 2.955 |
| 59 | 246 | 128 | 1.922 | 367 | 167 | 2.198 |
| 60 | 212 | 113 | 1.876 | 377 | 117 | 3.222 |
| 61 | 251 | 178 | 1.410 | 467 | 131 | 3.565 |
| 62 | 217 | 122 | 1.779 | 449 | 155 | 2.897 |
| 63 | 360 | 138 | 2.609 | 430 | 171 | 2.515 |
| 64 | 190 | 149 | 1.275 | 463 | 172 | 2.692 |
| 65 | 279 | 119 | 2.345 | 455 | 135 | 3.370 |
| 66 | 214 | 139 | 1.540 | 329 | 103 | 3.194 |
| 67 | 305 | 165 | 1.848 | 495 | 139 | 3.561 |
| 68 | 369 | 154 | 2.396 | 352 | 147 | 2.395 |
| 69 | 490 | 185 | 2.649 | 411 | 131 | 3.137 |
| 70 | 246 | 138 | 1.783 | 476 | 127 | 3.748 |
| 71 | 236 | 141 | 1.674 | 430 | 211 | 2.038 |
| 72 | 325 | 159 | 2.044 | 514 | 164 | 3.134 |
| 73 | 233 | 150 | 1.553 | 394 | 194 | 2.031 |
| 74 | 163 | 129 | 1.264 | 364 | 131 | 2.779 |
| 75 | 356 | 177 | 2.011 | 565 | 155 | 3.645 |
| 76 | 501 | 195 | 2.569 | 507 | 161 | 3.149 |
| 77 | 432 | 175 | 2.469 | 307 | 144 | 2.132 |
| 78 | 214 | 165 | 1.297 | 367 | 118 | 3.110 |
| 79 | 379 | 140 | 2.707 | 371 | 192 | 1.932 |
| 80 | 448 | 183 | 2.448 | 493 | 135 | 3.652 |
| 81 | 377 | 138 | 2.732 | 482 | 195 | 2.472 |
| 82 | 526 | 192 | 2.740 | 344 | 158 | 2.177 |
| 83 | 497 | 191 | 2.602 | 197 | 100 | 1.970 |
| 84 | 338 | 195 | 1.733 | 564 | 156 | 3.615 |
| 85 | 229 | 141 | 1.624 | 647 | 187 | 3.460 |
| 86 | 291 | 158 | 1.842 | 228 | 126 | 1.810 |
| 87 | 360 | 166 | 2.169 | 280 | 106 | 2.642 |
| 88 | 193 | 150 | 1.287 | 324 | 118 | 2.746 |
| 89 | 504 | 205 | 2.459 | 511 | 191 | 2.675 |
| 90 | 299 | 116 | 2.578 | 282 | 146 | 1.932 |
| 91 | 205 | 143 | 1.434 | 404 | 192 | 2.104 |
| 92 | 304 | 128 | 2.375 | 246 | 115 | 2.139 |
| 93 | 473 | 183 | 2.585 | 339 | 123 | 2.756 |
| 94 | 296 | 118 | 2.508 | 352 | 123 | 2.862 |
| 95 | 327 | 183 | 1.787 | 486 | 129 | 3.767 |
| 96 | 150 | 118 | 1.271 | 247 | 129 | 1.915 |
| 97 | 226 | 123 | 1.837 | 274 | 116 | 2.362 |
| 98 | 540 | 204 | 2.647 | 233 | 124 | 1.879 |
| 99 | 372 | 213 | 1.746 | 334 | 166 | 2.012 |
| 100 | 367 | 176 | 2.085 | 254 | 107 | 2.374 |
| 101 | 347 | 191 | 1.817 | 289 | 141 | 2.050 |
| 102 | 321 | 192 | 1.672 | 731 | 211 | 3.464 |
| 103 | 335 | 212 | 1.580 | 554 | 177 | 3.130 |
| 104 | 289 | 176 | 1.642 | 524 | 148 | 3.541 |
| 105 | 400 | 202 | 1.980 | 305 | 98 | 3.112 |
| 106 | 224 | 138 | 1.623 | 367 | 193 | 1.902 |
| 107 | 314 | 179 | 1.754 | 238 | 136 | 1.750 |
| 108 | 337 | 138 | 2.442 | 265 | 101 | 2.624 |
| 109 | 451 | 173 | 2.607 | 792 | 211 | 3.754 |
| 110 | 338 | 196 | 1.724 | 395 | 129 | 3.062 |

**Phụ lục B-3 Thời gian đo tại máy Đóng kim và dán**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Công đoạn** | **Đóng Kim** | | | **Dán** | | |
| **Lần đo** | **Thời gian (s)** | **Số lượng thùng** | **Thời gian gia công 1 thùng** | **Thời gian (s)** | **Số lượng thùng** | **Thời gian gia công 1 thùng** |
| 1 | 216 | 158 | 1.367 | 218 | 114 | 1.912 |
| 2 | 159 | 111 | 1.432 | 273 | 131 | 2.084 |
| 3 | 277 | 179 | 1.547 | 139 | 87 | 1.598 |
| 4 | 371 | 192 | 1.932 | 230 | 141 | 1.631 |
| 5 | 292 | 155 | 1.884 | 312 | 182 | 1.714 |
| 6 | 284 | 192 | 1.479 | 208 | 146 | 1.425 |
| 7 | 233 | 162 | 1.438 | 218 | 153 | 1.425 |
| 8 | 166 | 136 | 1.221 | 230 | 149 | 1.544 |
| 9 | 235 | 120 | 1.958 | 206 | 104 | 1.981 |
| 10 | 142 | 93 | 1.527 | 266 | 181 | 1.470 |
| 11 | 345 | 208 | 1.659 | 195 | 143 | 1.364 |
| 12 | 340 | 199 | 1.709 | 188 | 113 | 1.664 |
| 13 | 222 | 138 | 1.609 | 164 | 112 | 1.464 |
| 14 | 218 | 130 | 1.677 | 288 | 196 | 1.469 |
| 15 | 232 | 168 | 1.381 | 176 | 115 | 1.530 |
| 16 | 176 | 99 | 1.778 | 197 | 140 | 1.407 |
| 17 | 165 | 101 | 1.634 | 178 | 117 | 1.521 |
| 18 | 204 | 115 | 1.774 | 318 | 197 | 1.614 |
| 19 | 207 | 116 | 1.784 | 332 | 161 | 2.062 |
| 20 | 330 | 174 | 1.897 | 212 | 123 | 1.724 |
| 21 | 134 | 92 | 1.457 | 363 | 186 | 1.952 |
| 22 | 229 | 162 | 1.414 | 245 | 166 | 1.476 |
| 23 | 207 | 162 | 1.278 | 151 | 94 | 1.606 |
| 24 | 400 | 210 | 1.905 | 296 | 167 | 1.772 |
| 25 | 205 | 114 | 1.798 | 246 | 119 | 2.067 |
| 26 | 284 | 149 | 1.906 | 185 | 104 | 1.779 |
| 27 | 186 | 132 | 1.409 | 291 | 192 | 1.516 |
| 28 | 243 | 161 | 1.509 | 274 | 168 | 1.631 |
| 29 | 224 | 127 | 1.764 | 266 | 185 | 1.438 |
| 30 | 298 | 207 | 1.440 | 284 | 168 | 1.690 |
| 31 | 238 | 130 | 1.831 | 229 | 130 | 1.762 |
| 32 | 274 | 149 | 1.839 | 147 | 96 | 1.531 |
| 33 | 331 | 202 | 1.639 | 259 | 172 | 1.506 |
| 34 | 312 | 194 | 1.608 | 281 | 154 | 1.825 |
| 35 | 162 | 125 | 1.296 | 204 | 145 | 1.407 |
| 36 | 314 | 195 | 1.610 | 190 | 100 | 1.900 |
| 37 | 233 | 192 | 1.214 | 269 | 195 | 1.379 |
| 38 | 331 | 203 | 1.631 | 194 | 127 | 1.528 |
| 39 | 263 | 170 | 1.547 | 235 | 124 | 1.895 |
| 40 | 213 | 176 | 1.210 | 165 | 102 | 1.618 |
| 41 | 210 | 149 | 1.409 | 252 | 146 | 1.726 |
| 42 | 327 | 192 | 1.703 | 269 | 149 | 1.805 |
| 43 | 163 | 125 | 1.304 | 352 | 194 | 1.814 |
| 44 | 267 | 144 | 1.854 | 328 | 182 | 1.802 |
| 45 | 328 | 168 | 1.952 | 384 | 193 | 1.990 |
| 46 | 296 | 197 | 1.503 | 168 | 93 | 1.806 |
| 47 | 152 | 109 | 1.394 | 210 | 127 | 1.654 |
| 48 | 230 | 135 | 1.704 | 356 | 184 | 1.935 |
| 49 | 379 | 204 | 1.858 | 209 | 115 | 1.817 |
| 50 | 334 | 183 | 1.825 | 252 | 179 | 1.408 |
| 51 | 218 | 133 | 1.639 | 319 | 188 | 1.697 |
| 52 | 166 | 130 | 1.277 | 280 | 175 | 1.600 |
| 53 | 271 | 180 | 1.506 | 287 | 167 | 1.719 |
| 54 | 226 | 141 | 1.603 | 179 | 110 | 1.627 |
| 55 | 260 | 189 | 1.376 | 244 | 158 | 1.544 |
| 56 | 178 | 109 | 1.633 | 173 | 126 | 1.373 |
| 57 | 305 | 176 | 1.733 | 202 | 147 | 1.374 |
| 58 | 412 | 208 | 1.981 | 248 | 170 | 1.459 |
| 59 | 342 | 174 | 1.966 | 258 | 138 | 1.870 |
| 60 | 195 | 150 | 1.300 | 155 | 85 | 1.824 |
| 61 | 330 | 173 | 1.908 | 210 | 127 | 1.654 |
| 62 | 319 | 177 | 1.802 | 314 | 195 | 1.610 |
| 63 | 390 | 202 | 1.931 | 233 | 135 | 1.726 |
| 64 | 192 | 152 | 1.263 | 259 | 139 | 1.863 |
| 65 | 151 | 118 | 1.280 | 287 | 148 | 1.939 |
| 66 | 285 | 165 | 1.727 | 283 | 138 | 2.051 |
| 67 | 139 | 90 | 1.544 | 176 | 84 | 2.095 |
| 68 | 180 | 116 | 1.552 | 361 | 188 | 1.920 |
| 69 | 159 | 85 | 1.871 | 223 | 143 | 1.559 |
| 70 | 327 | 182 | 1.797 | 254 | 140 | 1.814 |
| 71 | 106 | 83 | 1.277 | 316 | 167 | 1.892 |
| 72 | 396 | 206 | 1.922 | 280 | 174 | 1.609 |
| 73 | 354 | 213 | 1.662 | 318 | 187 | 1.701 |
| 74 | 167 | 127 | 1.315 | 395 | 194 | 2.036 |
| 75 | 156 | 99 | 1.576 | 268 | 160 | 1.675 |
| 76 | 160 | 131 | 1.221 | 165 | 120 | 1.375 |
| 77 | 205 | 160 | 1.281 | 397 | 193 | 2.057 |
| 78 | 156 | 124 | 1.258 | 308 | 178 | 1.730 |
| 79 | 237 | 159 | 1.491 | 122 | 88 | 1.386 |
| 80 | 153 | 111 | 1.378 | 331 | 162 | 2.043 |
| 81 | 341 | 178 | 1.916 | 195 | 122 | 1.598 |
| 82 | 322 | 200 | 1.610 | 185 | 104 | 1.779 |
| 83 | 256 | 160 | 1.600 | 208 | 110 | 1.891 |
| 84 | 284 | 200 | 1.420 | 315 | 196 | 1.607 |
| 85 | 134 | 96 | 1.396 | 212 | 104 | 2.038 |
| 86 | 213 | 149 | 1.430 | 262 | 136 | 1.926 |
| 87 | 340 | 198 | 1.717 | 236 | 135 | 1.748 |
| 88 | 177 | 137 | 1.292 | 336 | 195 | 1.723 |
| 89 | 292 | 184 | 1.587 | 271 | 162 | 1.673 |
| 90 | 239 | 144 | 1.660 | 159 | 93 | 1.710 |
| 91 | 329 | 167 | 1.970 | 171 | 126 | 1.357 |
| 92 | 179 | 93 | 1.925 | 291 | 177 | 1.644 |
| 93 | 229 | 160 | 1.431 | 162 | 85 | 1.906 |
| 94 | 262 | 175 | 1.497 | 283 | 189 | 1.497 |
| 95 | 155 | 108 | 1.435 | 369 | 200 | 1.845 |
| 96 | 276 | 199 | 1.387 | 327 | 180 | 1.817 |
| 97 | 227 | 116 | 1.957 | 241 | 136 | 1.772 |
| 98 | 293 | 181 | 1.619 | 180 | 126 | 1.429 |
| 99 | 309 | 160 | 1.931 | 207 | 133 | 1.556 |
| 100 | 146 | 105 | 1.390 | 322 | 166 | 1.940 |
| 101 | 325 | 196 | 1.658 | 303 | 180 | 1.683 |
| 102 | 253 | 175 | 1.446 | 360 | 184 | 1.957 |
| 103 | 207 | 104 | 1.990 | 155 | 89 | 1.742 |
| 104 | 251 | 136 | 1.846 | 173 | 88 | 1.966 |
| 105 | 342 | 184 | 1.859 | 272 | 130 | 2.092 |
| 106 | 274 | 171 | 1.602 | 145 | 86 | 1.686 |
| 107 | 229 | 125 | 1.832 | 217 | 130 | 1.669 |
| 108 | 200 | 164 | 1.220 | 316 | 170 | 1.859 |
| 109 | 209 | 153 | 1.366 | 343 | 166 | 2.066 |
| 110 | 241 | 127 | 1.898 | 340 | 164 | 2.073 |

#### SỐ LIỆU ĐẦU VÀO MÔ HÌNH

**Phụ lục C-1 Số liệu đầu vào mô hình của các đơn hàng**

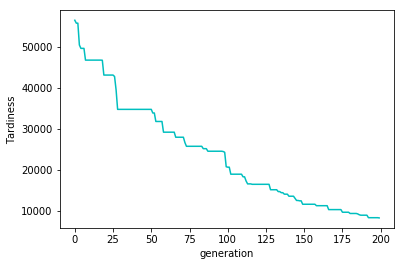
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **TT** | **MDH** | **Due date** | **Sóng** | **Chạp** | **Bế** | **In** | **Đóng Kim** | **Dán** |
| 1 | 7211001 | 1440 | 27 | 109 | 0 | 232 | 134 | 0 |
| 2 | 7219920 | 1440 | 26 | 105 | 0 | 224 | 0 | 139 |
| 3 | 7218734 | 1440 | 18 | 0 | 229 | 155 | 90 | 0 |
| 4 | 7211021 | 1920 | 27 | 109 | 0 | 232 | 134 | 0 |
| 5 | 7216310 | 1920 | 15 | 58 | 0 | 124 | 72 | 0 |
| 6 | 7218590 | 2400 | 27 | 0 | 343 | 232 | 134 | 0 |
| 7 | 7215641 | 2400 | 34 | 134 | 0 | 286 | 165 | 0 |
| 8 | 7212695 | 2880 | 10 | 0 | 126 | 85 | 0 | 53 |
| 9 | 7212485 | 3840 | 16 | 62 | 0 | 132 | 76 | 0 |
| 10 | 7218024 | 4320 | 36 | 145 | 0 | 309 | 179 | 0 |
| 11 | 7211790 | 4320 | 18 | 0 | 229 | 155 | 0 | 96 |
| 12 | 7217547 | 4800 | 12 | 47 | 0 | 101 | 58 | 0 |
| 13 | 7213031 | 5280 | 14 | 55 | 0 | 116 | 67 | 0 |
| 14 | 7216773 | 5760 | 18 | 73 | 0 | 155 | 0 | 96 |
| 15 | 7211785 | 5760 | 15 | 58 | 0 | 124 | 72 | 0 |
| 16 | 7219800 | 6240 | 9 | 0 | 115 | 78 | 45 | 0 |
| 17 | 7215541 | 6720 | 11 | 43 | 0 | 92 | 0 | 57 |
| 18 | 7213458 | 7200 | 42 | 167 | 0 | 356 | 205 | 0 |
| 19 | 7218575 | 7680 | 32 | 127 | 0 | 271 | 0 | 167 |
| 20 | 7212583 | 8160 | 15 | 58 | 0 | 123 | 0 | 76 |
| 21 | 7218461 | 8160 | 5 | 18 | 0 | 38 | 0 | 23 |
| 22 | 7217043 | 8640 | 29 | 0 | 364 | 246 | 142 | 0 |
| 23 | 7218611 | 8640 | 19 | 76 | 0 | 163 | 94 | 0 |
| 24 | 7216110 | 9120 | 3 | 10 | 0 | 21 | 12 | 0 |
| 25 | 7215802 | 9120 | 43 | 172 | 0 | 368 | 0 | 227 |
| 26 | 7214464 | 9600 | 32 | 126 | 0 | 269 | 156 | 0 |
| 27 | 7218268 | 10080 | 6 | 0 | 71 | 48 | 0 | 30 |
| 28 | 7219450 | 10560 | 41 | 164 | 0 | 350 | 0 | 216 |
| 29 | 7219700 | 11520 | 19 | 74 | 0 | 158 | 0 | 98 |
| 30 | 7215814 | 11520 | 44 | 175 | 0 | 373 | 215 | 0 |
| 31 | 7212404 | 12000 | 25 | 0 | 316 | 214 | 0 | 132 |
| 32 | 7219670 | 12000 | 14 | 56 | 0 | 119 | 69 | 0 |
| 33 | 7211517 | 12480 | 38 | 154 | 0 | 328 | 0 | 203 |
| 34 | 7212309 | 12960 | 4 | 13 | 0 | 28 | 17 | 0 |
| 35 | 7213523 | 12960 | 41 | 164 | 0 | 350 | 202 | 0 |
| 36 | 7213594 | 13440 | 45 | 179 | 0 | 382 | 221 | 0 |
| 37 | 7214122 | 13440 | 38 | 0 | 482 | 326 | 0 | 202 |
| 38 | 7215631 | 13920 | 3 | 11 | 0 | 22 | 0 | 14 |
| 39 | 7215403 | 13920 | 42 | 167 | 0 | 357 | 0 | 221 |
| 40 | 7215136 | 13920 | 15 | 58 | 0 | 124 | 72 | 0 |
| 41 | 7215625 | 14400 | 17 | 67 | 0 | 143 | 82 | 0 |
| 42 | 7216543 | 14400 | 38 | 150 | 0 | 320 | 185 | 0 |
| 43 | 7217354 | 14400 | 45 | 0 | 567 | 384 | 0 | 237 |
| 44 | 8211291 | 480 | 23 | 91 | 0 | 194 | 112 | 0 |
| 45 | 8219438 | 480 | 25 | 99 | 0 | 211 | 122 | 0 |
| 46 | 8216522 | 960 | 8 | 31 | 0 | 65 | 38 | 0 |
| 47 | 8219143 | 960 | 15 | 60 | 0 | 127 | 0 | 79 |
| 48 | 8212013 | 1440 | 29 | 117 | 0 | 251 | 145 | 0 |
| 49 | 8218485 | 1920 | 32 | 0 | 400 | 271 | 0 | 167 |
| 50 | 8212886 | 2400 | 45 | 181 | 0 | 387 | 223 | 0 |
| 51 | 8214704 | 2880 | 29 | 116 | 0 | 248 | 143 | 0 |
| 52 | 8218500 | 3360 | 12 | 0 | 147 | 99 | 58 | 0 |
| 53 | 8211527 | 3840 | 41 | 166 | 0 | 354 | 0 | 219 |
| 54 | 8219433 | 3840 | 6 | 23 | 0 | 48 | 28 | 0 |
| 55 | 8216466 | 4320 | 39 | 154 | 0 | 329 | 190 | 0 |
| 56 | 8212518 | 4800 | 36 | 145 | 0 | 309 | 0 | 191 |
| 57 | 8218497 | 4800 | 41 | 162 | 0 | 346 | 200 | 0 |
| 58 | 8214663 | 5760 | 33 | 0 | 416 | 282 | 163 | 0 |
| 59 | 8213946 | 6240 | 20 | 79 | 0 | 169 | 0 | 104 |
| 60 | 8214917 | 6720 | 6 | 24 | 0 | 50 | 29 | 0 |
| 61 | 8211895 | 7200 | 21 | 0 | 268 | 181 | 105 | 0 |
| 62 | 8213074 | 7680 | 31 | 0 | 389 | 263 | 0 | 163 |
| 63 | 8212966 | 7680 | 28 | 112 | 0 | 240 | 139 | 0 |
| 64 | 8215201 | 8160 | 16 | 61 | 0 | 130 | 75 | 0 |
| 65 | 8215534 | 9120 | 42 | 169 | 0 | 362 | 0 | 224 |
| 66 | 8218849 | 9600 | 43 | 174 | 0 | 371 | 0 | 229 |
| 67 | 8214324 | 10080 | 36 | 0 | 450 | 305 | 176 | 0 |
| 68 | 8217396 | 10080 | 35 | 141 | 0 | 300 | 0 | 185 |
| 69 | 8212520 | 10560 | 41 | 164 | 0 | 350 | 202 | 0 |
| 70 | 8216427 | 10560 | 38 | 152 | 0 | 325 | 0 | 201 |
| 71 | 8212999 | 11040 | 42 | 0 | 528 | 357 | 206 | 0 |
| 72 | 8215226 | 11520 | 36 | 143 | 0 | 306 | 0 | 189 |
| 73 | 8212074 | 11520 | 20 | 80 | 0 | 170 | 99 | 0 |
| 74 | 8218110 | 11520 | 44 | 175 | 0 | 374 | 216 | 0 |
| 75 | 8217012 | 12000 | 32 | 0 | 405 | 274 | 0 | 169 |
| 76 | 8214818 | 12480 | 14 | 55 | 0 | 116 | 0 | 72 |
| 77 | 8211404 | 12960 | 29 | 115 | 0 | 246 | 142 | 0 |
| 78 | 8212383 | 13440 | 36 | 142 | 0 | 303 | 0 | 187 |
| 79 | 8212309 | 13440 | 36 | 0 | 455 | 308 | 0 | 190 |
| 80 | 8216503 | 13920 | 42 | 167 | 0 | 356 | 205 | 0 |
| 81 | 8212389 | 14400 | 3 | 11 | 0 | 24 | 0 | 15 |
| 82 | 8217012 | 14880 | 6 | 21 | 0 | 44 | 25 | 0 |
| 83 | 8219134 | 14880 | 37 | 0 | 471 | 319 | 0 | 197 |
| 84 | 9211948 | 480 | 38 | 0 | 485 | 328 | 189 | 0 |
| 85 | 9219327 | 480 | 9 | 34 | 0 | 73 | 0 | 45 |
| 86 | 9215547 | 480 | 29 | 116 | 0 | 248 | 143 | 0 |
| 87 | 9216734 | 1440 | 19 | 0 | 231 | 156 | 0 | 97 |
| 88 | 9216816 | 2880 | 5 | 19 | 0 | 39 | 23 | 0 |
| 89 | 9214781 | 3360 | 21 | 0 | 263 | 178 | 0 | 110 |
| 90 | 9217454 | 3360 | 4 | 14 | 0 | 30 | 17 | 0 |
| 91 | 9217786 | 3840 | 24 | 94 | 0 | 201 | 0 | 124 |
| 92 | 9216108 | 3840 | 35 | 0 | 437 | 295 | 171 | 0 |
| 93 | 9212278 | 4320 | 37 | 148 | 0 | 316 | 0 | 195 |
| 94 | 9216805 | 4320 | 44 | 0 | 558 | 377 | 218 | 0 |
| 95 | 9214570 | 4800 | 36 | 143 | 0 | 305 | 0 | 188 |
| 96 | 9215629 | 5280 | 34 | 0 | 430 | 291 | 0 | 180 |
| 97 | 9216409 | 5280 | 33 | 132 | 0 | 282 | 0 | 174 |
| 98 | 9213666 | 5760 | 16 | 0 | 199 | 135 | 78 | 0 |
| 99 | 9217973 | 5760 | 22 | 89 | 0 | 189 | 0 | 117 |
| 100 | 9212330 | 6720 | 36 | 143 | 0 | 305 | 176 | 0 |
| 101 | 9215831 | 6720 | 45 | 0 | 564 | 382 | 0 | 236 |
| 102 | 9215525 | 6720 | 35 | 138 | 0 | 295 | 0 | 183 |
| 103 | 9214731 | 7200 | 36 | 0 | 455 | 308 | 178 | 0 |
| 104 | 9212160 | 7200 | 27 | 107 | 0 | 229 | 132 | 0 |
| 105 | 9218167 | 7200 | 19 | 0 | 236 | 160 | 0 | 99 |
| 106 | 9217876 | 7200 | 3 | 11 | 0 | 22 | 0 | 14 |
| 107 | 9216292 | 7200 | 12 | 49 | 0 | 104 | 0 | 64 |
| 108 | 9218380 | 8160 | 10 | 0 | 119 | 81 | 47 | 0 |
| 109 | 9217437 | 8160 | 27 | 107 | 0 | 229 | 0 | 142 |
| 110 | 9215612 | 8160 | 31 | 123 | 0 | 263 | 0 | 163 |
| 111 | 9213623 | 8160 | 43 | 170 | 0 | 363 | 210 | 0 |
| 112 | 9212825 | 8640 | 36 | 0 | 457 | 309 | 0 | 191 |
| 113 | 9214425 | 8640 | 44 | 175 | 0 | 374 | 216 | 0 |
| 114 | 9217552 | 8640 | 45 | 181 | 0 | 387 | 0 | 239 |
| 115 | 9213149 | 9120 | 31 | 0 | 393 | 266 | 0 | 164 |
| 116 | 9217056 | 9120 | 38 | 150 | 0 | 320 | 185 | 0 |
| 117 | 9215083 | 9600 | 28 | 110 | 0 | 235 | 136 | 0 |
| 118 | 9212963 | 9600 | 21 | 0 | 261 | 177 | 102 | 0 |
| 119 | 9219178 | 10080 | 37 | 146 | 0 | 312 | 181 | 0 |
| 120 | 9214031 | 10560 | 33 | 131 | 0 | 280 | 0 | 173 |
| 121 | 9217101 | 10560 | 21 | 81 | 0 | 173 | 0 | 107 |
| 122 | 9212404 | 10560 | 11 | 0 | 137 | 93 | 54 | 0 |
| 123 | 9213029 | 11040 | 18 | 73 | 0 | 155 | 90 | 0 |
| 124 | 9213425 | 12480 | 9 | 33 | 0 | 70 | 0 | 43 |
| 125 | 9214974 | 12960 | 33 | 130 | 0 | 277 | 160 | 0 |
| 126 | 9219231 | 13440 | 18 | 71 | 0 | 150 | 0 | 93 |
| 127 | 9213376 | 13920 | 8 | 31 | 0 | 65 | 38 | 0 |
| 128 | 9213260 | 14400 | 10 | 0 | 122 | 82 | 48 | 0 |
| 129 | 9219078 | 14400 | 27 | 109 | 0 | 232 | 134 | 0 |

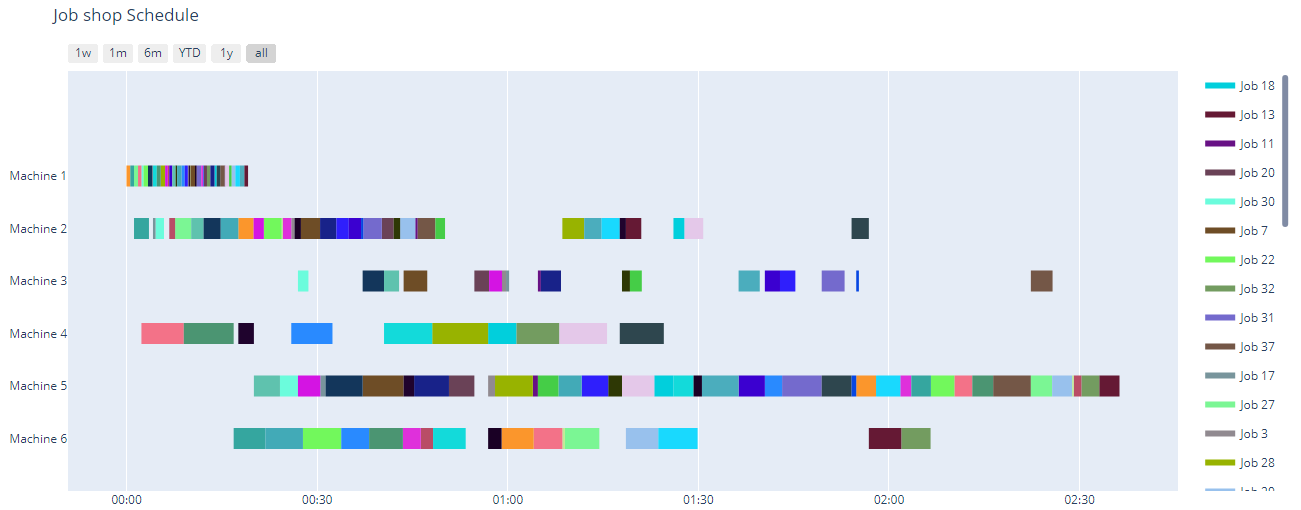
#### KẾT QUẢ ĐIỀU ĐỘ THÁNG 8 VÀ THÁNG 9

**Phụ lục D-1 Kết quả điều độ tháng 8/2021**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thứ tự** | **Điều độ** | **Thứ tự** | **Điều độ** | **Thứ tự** | **Điều độ** |
| 1 | Công việc: 1 CĐ 1 | 81 | Công việc: 11 CĐ 3 | 161 | Công việc: 19 CĐ 4 |
| 2 | Công việc: 5 CĐ 1 | 82 | Công việc: 38 CĐ 4 | 162 | Công việc: 26 CĐ 3 |
| 3 | Công việc: 35 CĐ 1 | 83 | Công việc: 11 CĐ 4 | 163 | Công việc: 40 CĐ 3 |
| 4 | Công việc: 1 CĐ 2 | 84 | Công việc: 16 CĐ 2 | 164 | Công việc: 17 CĐ 4 |
| 5 | Công việc: 4 CĐ 1 | 85 | Công việc: 17 CĐ 2 | 165 | Công việc: 27 CĐ 4 |
| 6 | Công việc: 1 CĐ 3 | 86 | Công việc: 37 CĐ 3 | 166 | Công việc: 18 CĐ 3 |
| 7 | Công việc: 6 CĐ 1 | 87 | Công việc: 38 CĐ 5 | 167 | Công việc: 35 CĐ 3 |
| 8 | Công việc: 5 CĐ 2 | 88 | Công việc: 33 CĐ 2 | 168 | Công việc: 36 CĐ 3 |
| 9 | Công việc: 8 CĐ 1 | 89 | Công việc: 8 CĐ 4 | 169 | Công việc: 17 CĐ 5 |
| 10 | Công việc: 6 CĐ 2 | 90 | Công việc: 5 CĐ 5 | 170 | Công việc: 39 CĐ 4 |
| 11 | Công việc: 20 CĐ 1 | 91 | Công việc: 16 CĐ 3 | 171 | Công việc: 9 CĐ 6 |
| 12 | Công việc: 22 CĐ 1 | 92 | Công việc: 12 CĐ 3 | 172 | Công việc: 23 CĐ 2 |
| 13 | Công việc: 1 CĐ 4 | 93 | Công việc: 25 CĐ 2 | 173 | Công việc: 40 CĐ 4 |
| 14 | Công việc: 6 CĐ 3 | 94 | Công việc: 21 CĐ 1 | 174 | Công việc: 14 CĐ 4 |
| 15 | Công việc: 3 CĐ 1 | 95 | Công việc: 13 CĐ 2 | 175 | Công việc: 39 CĐ 5 |
| 16 | Công việc: 7 CĐ 1 | 96 | Công việc: 14 CĐ 2 | 176 | Công việc: 22 CĐ 4 |
| 17 | Công việc: 3 CĐ 2 | 97 | Công việc: 24 CĐ 3 | 177 | Công việc: 6 CĐ 6 |
| 18 | Công việc: 2 CĐ 1 | 98 | Công việc: 29 CĐ 2 | 178 | Công việc: 35 CĐ 4 |
| 19 | Công việc: 1 CĐ 5 | 99 | Công việc: 11 CĐ 5 | 179 | Công việc: 31 CĐ 3 |
| 20 | Công việc: 8 CĐ 2 | 100 | Công việc: 16 CĐ 4 | 180 | Công việc: 30 CĐ 4 |
| 21 | Công việc: 2 CĐ 2 | 101 | Công việc: 9 CĐ 1 | 181 | Công việc: 18 CĐ 4 |
| 22 | Công việc: 4 CĐ 2 | 102 | Công việc: 15 CĐ 3 | 182 | Công việc: 23 CĐ 3 |
| 23 | Công việc: 14 CĐ 1 | 103 | Công việc: 13 CĐ 3 | 183 | Công việc: 28 CĐ 2 |
| 24 | Công việc: 8 CĐ 3 | 104 | Công việc: 30 CĐ 1 | 184 | Công việc: 36 CĐ 4 |
| 25 | Công việc: 32 CĐ 1 | 105 | Công việc: 7 CĐ 6 | 185 | Công việc: 12 CĐ 6 |
| 26 | Công việc: 2 CĐ 3 | 106 | Công việc: 29 CĐ 3 | 186 | Công việc: 27 CĐ 5 |
| 27 | Công việc: 1 CĐ 6 | 107 | Công việc: 10 CĐ 5 | 187 | Công việc: 33 CĐ 5 |
| 28 | Công việc: 4 CĐ 3 | 108 | Công việc: 25 CĐ 3 | 188 | Công việc: 31 CĐ 4 |
| 29 | Công việc: 12 CĐ 1 | 109 | Công việc: 40 CĐ 2 | 189 | Công việc: 25 CĐ 4 |
| 30 | Công việc: 3 CĐ 3 | 110 | Công việc: 33 CĐ 3 | 190 | Công việc: 20 CĐ 4 |
| 31 | Công việc: 26 CĐ 1 | 111 | Công việc: 33 CĐ 4 | 191 | Công việc: 38 CĐ 6 |
| 32 | Công việc: 11 CĐ 1 | 112 | Công việc: 14 CĐ 3 | 192 | Công việc: 35 CĐ 5 |
| 33 | Công việc: 16 CĐ 1 | 113 | Công việc: 21 CĐ 2 | 193 | Công việc: 21 CĐ 6 |
| 34 | Công việc: 7 CĐ 2 | 114 | Công việc: 30 CĐ 2 | 194 | Công việc: 33 CĐ 6 |
| 35 | Công việc: 32 CĐ 2 | 115 | Công việc: 39 CĐ 1 | 195 | Công việc: 22 CĐ 5 |
| 36 | Công việc: 4 CĐ 4 | 116 | Công việc: 19 CĐ 3 | 196 | Công việc: 28 CĐ 3 |
| 37 | Công việc: 36 CĐ 1 | 117 | Công việc: 8 CĐ 5 | 197 | Công việc: 31 CĐ 5 |
| 38 | Công việc: 37 CĐ 1 | 118 | Công việc: 22 CĐ 2 | 198 | Công việc: 40 CĐ 5 |
| 39 | Công việc: 5 CĐ 3 | 119 | Công việc: 37 CĐ 4 | 199 | Công việc: 23 CĐ 4 |
| 40 | Công việc: 3 CĐ 4 | 120 | Công việc: 8 CĐ 6 | 200 | Công việc: 31 CĐ 6 |
| 41 | Công việc: 10 CĐ 1 | 121 | Công việc: 12 CĐ 4 | 201 | Công việc: 14 CĐ 5 |
| 42 | Công việc: 27 CĐ 1 | 122 | Công việc: 26 CĐ 2 | 202 | Công việc: 34 CĐ 5 |
| 43 | Công việc: 2 CĐ 4 | 123 | Công việc: 5 CĐ 6 | 203 | Công việc: 20 CĐ 5 |
| 44 | Công việc: 5 CĐ 4 | 124 | Công việc: 17 CĐ 3 | 204 | Công việc: 23 CĐ 5 |
| 45 | Công việc: 32 CĐ 3 | 125 | Công việc: 21 CĐ 3 | 205 | Công việc: 29 CĐ 4 |
| 46 | Công việc: 4 CĐ 5 | 126 | Công việc: 13 CĐ 4 | 206 | Công việc: 39 CĐ 6 |
| 47 | Công việc: 25 CĐ 1 | 127 | Công việc: 27 CĐ 3 | 207 | Công việc: 15 CĐ 4 |
| 48 | Công việc: 29 CĐ 1 | 128 | Công việc: 20 CĐ 2 | 208 | Công việc: 18 CĐ 5 |
| 49 | Công việc: 15 CĐ 1 | 129 | Công việc: 4 CĐ 6 | 209 | Công việc: 36 CĐ 5 |
| 50 | Công việc: 10 CĐ 2 | 130 | Công việc: 9 CĐ 2 | 210 | Công việc: 17 CĐ 6 |
| 51 | Công việc: 2 CĐ 5 | 131 | Công việc: 39 CĐ 2 | 211 | Công việc: 13 CĐ 6 |
| 52 | Công việc: 18 CĐ 1 | 132 | Công việc: 34 CĐ 1 | 212 | Công việc: 30 CĐ 5 |
| 53 | Công việc: 13 CĐ 1 | 133 | Công việc: 24 CĐ 4 | 213 | Công việc: 18 CĐ 6 |
| 54 | Công việc: 12 CĐ 2 | 134 | Công việc: 30 CĐ 3 | 214 | Công việc: 28 CĐ 4 |
| 55 | Công việc: 38 CĐ 1 | 135 | Công việc: 9 CĐ 3 | 215 | Công việc: 15 CĐ 5 |
| 56 | Công việc: 7 CĐ 3 | 136 | Công việc: 28 CĐ 1 | 216 | Công việc: 15 CĐ 6 |
| 57 | Công việc: 15 CĐ 2 | 137 | Công việc: 10 CĐ 6 | 217 | Công việc: 34 CĐ 6 |
| 58 | Công việc: 19 CĐ 1 | 138 | Công việc: 11 CĐ 6 | 218 | Công việc: 19 CĐ 5 |
| 59 | Công việc: 7 CĐ 4 | 139 | Công việc: 9 CĐ 4 | 219 | Công việc: 14 CĐ 6 |
| 60 | Công việc: 38 CĐ 2 | 140 | Công việc: 24 CĐ 5 | 220 | Công việc: 37 CĐ 6 |
| 61 | Công việc: 37 CĐ 2 | 141 | Công việc: 16 CĐ 5 | 221 | Công việc: 19 CĐ 6 |
| 62 | Công việc: 40 CĐ 1 | 142 | Công việc: 31 CĐ 1 | 222 | Công việc: 26 CĐ 4 |
| 63 | Công việc: 24 CĐ 1 | 143 | Công việc: 36 CĐ 2 | 223 | Công việc: 25 CĐ 5 |
| 64 | Công việc: 18 CĐ 2 | 144 | Công việc: 21 CĐ 4 | 224 | Công việc: 28 CĐ 5 |
| 65 | Công việc: 33 CĐ 1 | 145 | Công việc: 34 CĐ 2 | 225 | Công việc: 30 CĐ 6 |
| 66 | Công việc: 24 CĐ 2 | 146 | Công việc: 34 CĐ 3 | 226 | Công việc: 36 CĐ 6 |
| 67 | Công việc: 38 CĐ 3 | 147 | Công việc: 39 CĐ 3 | 227 | Công việc: 23 CĐ 6 |
| 68 | Công việc: 27 CĐ 2 | 148 | Công việc: 9 CĐ 5 | 228 | Công việc: 24 CĐ 6 |
| 69 | Công việc: 3 CĐ 5 | 149 | Công việc: 12 CĐ 5 | 229 | Công việc: 28 CĐ 6 |
| 70 | Công việc: 19 CĐ 2 | 150 | Công việc: 31 CĐ 2 | 230 | Công việc: 40 CĐ 6 |
| 71 | Công việc: 7 CĐ 5 | 151 | Công việc: 6 CĐ 5 | 231 | Công việc: 20 CĐ 6 |
| 72 | Công việc: 10 CĐ 3 | 152 | Công việc: 35 CĐ 2 | 232 | Công việc: 25 CĐ 6 |
| 73 | Công việc: 2 CĐ 6 | 153 | Công việc: 16 CĐ 6 | 233 | Công việc: 26 CĐ 5 |
| 74 | Công việc: 32 CĐ 4 | 154 | Công việc: 21 CĐ 5 | 234 | Công việc: 35 CĐ 6 |
| 75 | Công việc: 32 CĐ 5 | 155 | Công việc: 20 CĐ 3 | 235 | Công việc: 27 CĐ 6 |
| 76 | Công việc: 3 CĐ 6 | 156 | Công việc: 34 CĐ 4 | 236 | Công việc: 29 CĐ 5 |
| 77 | Công việc: 6 CĐ 4 | 157 | Công việc: 22 CĐ 3 | 237 | Công việc: 32 CĐ 6 |
| 78 | Công việc: 10 CĐ 4 | 158 | Công việc: 23 CĐ 1 | 238 | Công việc: 29 CĐ 6 |
| 79 | Công việc: 17 CĐ 1 | 159 | Công việc: 37 CĐ 5 | 239 | Công việc: 22 CĐ 6 |
| 80 | Công việc: 11 CĐ 2 | 160 | Công việc: 13 CĐ 5 | 240 | Công việc: 26 CĐ 6 |

* Hàm mục tiêu: 8304 phút
* Thời gian hoàn thành: 8902 phút
* Thời gian chạy: 761.218 giây

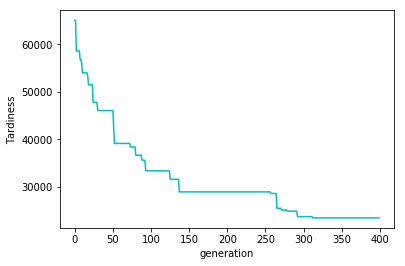


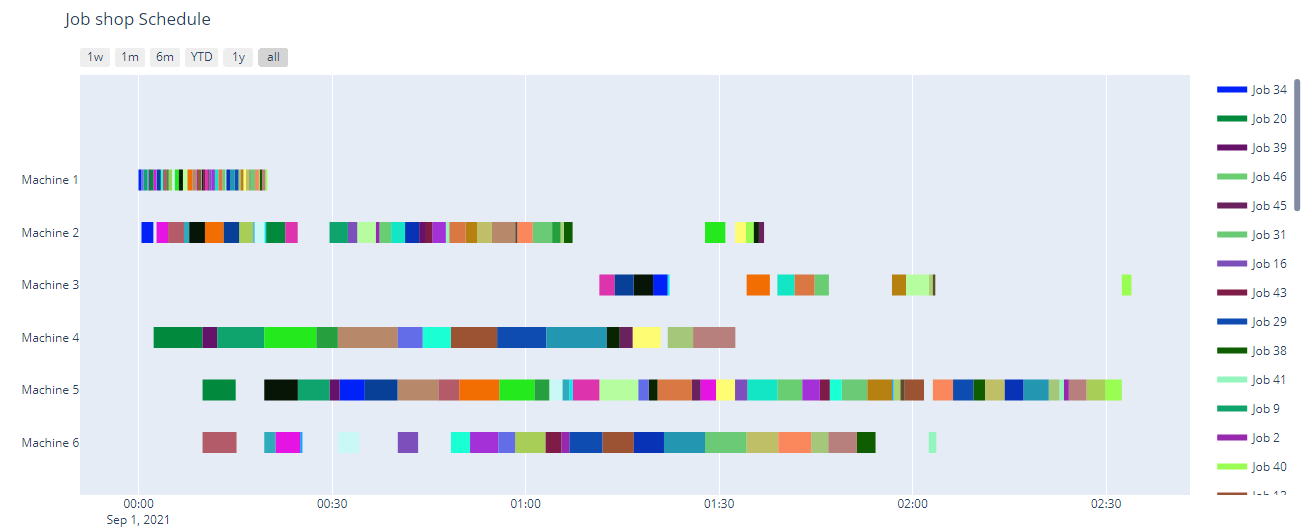


**Phụ lục D-2 Kết quả điều độ tháng 9/2021**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Thứ tự** | **Điều độ** | **Thứ tự** | **Điều độ** | **Thứ tự** | **Điều độ** |
| 1 | Công việc: 12 CĐ 1 | 93 | Công việc: 44 CĐ 4 | 185 | Công việc: 25 CĐ 4 |
| 2 | Công việc: 3 CĐ 1 | 94 | Công việc: 33 CĐ 5 | 186 | Công việc: 9 CĐ 2 |
| 3 | Công việc: 23 CĐ 1 | 95 | Công việc: 42 CĐ 3 | 187 | Công việc: 18 CĐ 2 |
| 4 | Công việc: 12 CĐ 2 | 96 | Công việc: 30 CĐ 3 | 188 | Công việc: 2 CĐ 2 |
| 5 | Công việc: 27 CĐ 1 | 97 | Công việc: 4 CĐ 6 | 189 | Công việc: 15 CĐ 6 |
| 6 | Công việc: 12 CĐ 3 | 98 | Công việc: 5 CĐ 3 | 190 | Công việc: 22 CĐ 6 |
| 7 | Công việc: 33 CĐ 1 | 99 | Công việc: 32 CĐ 2 | 191 | Công việc: 38 CĐ 3 |
| 8 | Công việc: 23 CĐ 2 | 100 | Công việc: 8 CĐ 4 | 192 | Công việc: 30 CĐ 6 |
| 9 | Công việc: 12 CĐ 4 | 101 | Công việc: 34 CĐ 2 | 193 | Công việc: 25 CĐ 5 |
| 10 | Công việc: 2 CĐ 1 | 102 | Công việc: 43 CĐ 3 | 194 | Công việc: 20 CĐ 3 |
| 11 | Công việc: 7 CĐ 1 | 103 | Công việc: 31 CĐ 2 | 195 | Công việc: 29 CĐ 3 |
| 12 | Công việc: 18 CĐ 1 | 104 | Công việc: 42 CĐ 4 | 196 | Công việc: 20 CĐ 4 |
| 13 | Công việc: 10 CĐ 1 | 105 | Công việc: 5 CĐ 4 | 197 | Công việc: 45 CĐ 4 |
| 14 | Công việc: 10 CĐ 2 | 106 | Công việc: 41 CĐ 2 | 198 | Công việc: 35 CĐ 2 |
| 15 | Công việc: 25 CĐ 1 | 107 | Công việc: 34 CĐ 3 | 199 | Công việc: 31 CĐ 3 |
| 16 | Công việc: 41 CĐ 1 | 108 | Công việc: 15 CĐ 4 | 200 | Công việc: 27 CĐ 5 |
| 17 | Công việc: 44 CĐ 1 | 109 | Công việc: 22 CĐ 1 | 201 | Công việc: 32 CĐ 5 |
| 18 | Công việc: 10 CĐ 3 | 110 | Công việc: 43 CĐ 4 | 202 | Công việc: 26 CĐ 4 |
| 19 | Công việc: 19 CĐ 1 | 111 | Công việc: 36 CĐ 2 | 203 | Công việc: 20 CĐ 5 |
| 20 | Công việc: 36 CĐ 1 | 112 | Công việc: 42 CĐ 5 | 204 | Công việc: 34 CĐ 5 |
| 21 | Công việc: 13 CĐ 1 | 113 | Công việc: 10 CĐ 6 | 205 | Công việc: 35 CĐ 3 |
| 22 | Công việc: 1 CĐ 1 | 114 | Công việc: 5 CĐ 5 | 206 | Công việc: 6 CĐ 4 |
| 23 | Công việc: 40 CĐ 1 | 115 | Công việc: 25 CĐ 3 | 207 | Công việc: 2 CĐ 3 |
| 24 | Công việc: 10 CĐ 4 | 116 | Công việc: 37 CĐ 1 | 208 | Công việc: 31 CĐ 4 |
| 25 | Công việc: 13 CĐ 2 | 117 | Công việc: 14 CĐ 2 | 209 | Công việc: 35 CĐ 4 |
| 26 | Công việc: 43 CĐ 1 | 118 | Công việc: 20 CĐ 1 | 210 | Công việc: 2 CĐ 4 |
| 27 | Công việc: 23 CĐ 3 | 119 | Công việc: 11 CĐ 3 | 211 | Công việc: 29 CĐ 4 |
| 28 | Công việc: 4 CĐ 1 | 120 | Công việc: 42 CĐ 6 | 212 | Công việc: 34 CĐ 6 |
| 29 | Công việc: 44 CĐ 2 | 121 | Công việc: 24 CĐ 3 | 213 | Công việc: 9 CĐ 3 |
| 30 | Công việc: 25 CĐ 2 | 122 | Công việc: 28 CĐ 1 | 214 | Công việc: 18 CĐ 3 |
| 31 | Công việc: 30 CĐ 1 | 123 | Công việc: 13 CĐ 4 | 215 | Công việc: 29 CĐ 5 |
| 32 | Công việc: 33 CĐ 2 | 124 | Công việc: 22 CĐ 2 | 216 | Công việc: 24 CĐ 6 |
| 33 | Công việc: 38 CĐ 1 | 125 | Công việc: 39 CĐ 4 | 217 | Công việc: 6 CĐ 5 |
| 34 | Công việc: 46 CĐ 1 | 126 | Công việc: 41 CĐ 3 | 218 | Công việc: 20 CĐ 6 |
| 35 | Công việc: 6 CĐ 1 | 127 | Công việc: 36 CĐ 3 | 219 | Công việc: 11 CĐ 5 |
| 36 | Công việc: 4 CĐ 2 | 128 | Công việc: 14 CĐ 3 | 220 | Công việc: 9 CĐ 4 |
| 37 | Công việc: 4 CĐ 3 | 129 | Công việc: 27 CĐ 2 | 221 | Công việc: 31 CĐ 5 |
| 38 | Công việc: 46 CĐ 2 | 130 | Công việc: 44 CĐ 5 | 222 | Công việc: 25 CĐ 6 |
| 39 | Công việc: 39 CĐ 1 | 131 | Công việc: 3 CĐ 3 | 223 | Công việc: 37 CĐ 5 |
| 40 | Công việc: 12 CĐ 5 | 132 | Công việc: 22 CĐ 3 | 224 | Công việc: 21 CĐ 4 |
| 41 | Công việc: 10 CĐ 5 | 133 | Công việc: 15 CĐ 5 | 225 | Công việc: 39 CĐ 6 |
| 42 | Công việc: 40 CĐ 2 | 134 | Công việc: 5 CĐ 6 | 226 | Công việc: 3 CĐ 5 |
| 43 | Công việc: 6 CĐ 2 | 135 | Công việc: 41 CĐ 4 | 227 | Công việc: 14 CĐ 6 |
| 44 | Công việc: 46 CĐ 3 | 136 | Công việc: 19 CĐ 3 | 228 | Công việc: 41 CĐ 5 |
| 45 | Công việc: 7 CĐ 2 | 137 | Công việc: 16 CĐ 3 | 229 | Công việc: 28 CĐ 3 |
| 46 | Công việc: 17 CĐ 1 | 138 | Công việc: 1 CĐ 2 | 230 | Công việc: 45 CĐ 5 |
| 47 | Công việc: 33 CĐ 3 | 139 | Công việc: 43 CĐ 5 | 231 | Công việc: 35 CĐ 5 |
| 48 | Công việc: 12 CĐ 6 | 140 | Công việc: 43 CĐ 6 | 232 | Công việc: 9 CĐ 5 |
| 49 | Công việc: 23 CĐ 4 | 141 | Công việc: 13 CĐ 5 | 233 | Công việc: 28 CĐ 4 |
| 50 | Công việc: 45 CĐ 1 | 142 | Công việc: 13 CĐ 6 | 234 | Công việc: 36 CĐ 5 |
| 51 | Công việc: 33 CĐ 4 | 143 | Công việc: 29 CĐ 1 | 235 | Công việc: 18 CĐ 4 |
| 52 | Công việc: 24 CĐ 1 | 144 | Công việc: 27 CĐ 3 | 236 | Công việc: 28 CĐ 5 |
| 53 | Công việc: 31 CĐ 1 | 145 | Công việc: 30 CĐ 4 | 237 | Công việc: 1 CĐ 3 |
| 54 | Công việc: 14 CĐ 1 | 146 | Công việc: 21 CĐ 3 | 238 | Công việc: 41 CĐ 6 |
| 55 | Công việc: 43 CĐ 2 | 147 | Công việc: 24 CĐ 4 | 239 | Công việc: 36 CĐ 6 |
| 56 | Công việc: 8 CĐ 1 | 148 | Công việc: 22 CĐ 4 | 240 | Công việc: 21 CĐ 5 |
| 57 | Công việc: 11 CĐ 1 | 149 | Công việc: 9 CĐ 1 | 241 | Công việc: 26 CĐ 5 |
| 58 | Công việc: 15 CĐ 1 | 150 | Công việc: 7 CĐ 5 | 242 | Công việc: 29 CĐ 6 |
| 59 | Công việc: 16 CĐ 1 | 151 | Công việc: 16 CĐ 4 | 243 | Công việc: 19 CĐ 6 |
| 60 | Công việc: 4 CĐ 4 | 152 | Công việc: 17 CĐ 2 | 244 | Công việc: 27 CĐ 6 |
| 61 | Công việc: 19 CĐ 2 | 153 | Công việc: 24 CĐ 5 | 245 | Công việc: 2 CĐ 5 |
| 62 | Công việc: 32 CĐ 1 | 154 | Công việc: 30 CĐ 5 | 246 | Công việc: 16 CĐ 5 |
| 63 | Công việc: 21 CĐ 1 | 155 | Công việc: 36 CĐ 4 | 247 | Công việc: 38 CĐ 4 |
| 64 | Công việc: 39 CĐ 2 | 156 | Công việc: 29 CĐ 2 | 248 | Công việc: 38 CĐ 5 |
| 65 | Công việc: 8 CĐ 2 | 157 | Công việc: 45 CĐ 3 | 249 | Công việc: 9 CĐ 6 |
| 66 | Công việc: 21 CĐ 2 | 158 | Công việc: 7 CĐ 6 | 250 | Công việc: 17 CĐ 3 |
| 67 | Công việc: 13 CĐ 3 | 159 | Công việc: 40 CĐ 5 | 251 | Công việc: 21 CĐ 6 |
| 68 | Công việc: 46 CĐ 4 | 160 | Công việc: 19 CĐ 4 | 252 | Công việc: 6 CĐ 6 |
| 69 | Công việc: 44 CĐ 3 | 161 | Công việc: 34 CĐ 4 | 253 | Công việc: 44 CĐ 6 |
| 70 | Công việc: 34 CĐ 1 | 162 | Công việc: 3 CĐ 4 | 254 | Công việc: 16 CĐ 6 |
| 71 | Công việc: 39 CĐ 3 | 163 | Công việc: 22 CĐ 5 | 255 | Công việc: 40 CĐ 6 |
| 72 | Công việc: 5 CĐ 1 | 164 | Công việc: 37 CĐ 2 | 256 | Công việc: 28 CĐ 6 |
| 73 | Công việc: 40 CĐ 3 | 165 | Công việc: 20 CĐ 2 | 257 | Công việc: 8 CĐ 6 |
| 74 | Công việc: 42 CĐ 1 | 166 | Công việc: 39 CĐ 5 | 258 | Công việc: 2 CĐ 6 |
| 75 | Công việc: 7 CĐ 3 | 167 | Công việc: 35 CĐ 1 | 259 | Công việc: 38 CĐ 6 |
| 76 | Công việc: 4 CĐ 5 | 168 | Công việc: 14 CĐ 4 | 260 | Công việc: 45 CĐ 6 |
| 77 | Công việc: 7 CĐ 4 | 169 | Công việc: 37 CĐ 3 | 261 | Công việc: 35 CĐ 6 |
| 78 | Công việc: 15 CĐ 2 | 170 | Công việc: 32 CĐ 3 | 262 | Công việc: 17 CĐ 4 |
| 79 | Công việc: 5 CĐ 2 | 171 | Công việc: 14 CĐ 5 | 263 | Công việc: 23 CĐ 6 |
| 80 | Công việc: 42 CĐ 2 | 172 | Công việc: 26 CĐ 1 | 264 | Công việc: 18 CĐ 5 |
| 81 | Công việc: 6 CĐ 3 | 173 | Công việc: 11 CĐ 4 | 265 | Công việc: 3 CĐ 6 |
| 82 | Công việc: 8 CĐ 3 | 174 | Công việc: 28 CĐ 2 | 266 | Công việc: 37 CĐ 6 |
| 83 | Công việc: 40 CĐ 4 | 175 | Công việc: 27 CĐ 4 | 267 | Công việc: 1 CĐ 4 |
| 84 | Công việc: 16 CĐ 2 | 176 | Công việc: 38 CĐ 2 | 268 | Công việc: 11 CĐ 6 |
| 85 | Công việc: 23 CĐ 5 | 177 | Công việc: 37 CĐ 4 | 269 | Công việc: 26 CĐ 6 |
| 86 | Công việc: 11 CĐ 2 | 178 | Công việc: 32 CĐ 4 | 270 | Công việc: 1 CĐ 5 |
| 87 | Công việc: 24 CĐ 2 | 179 | Công việc: 33 CĐ 6 | 271 | Công việc: 18 CĐ 6 |
| 88 | Công việc: 46 CĐ 5 | 180 | Công việc: 26 CĐ 2 | 272 | Công việc: 17 CĐ 5 |
| 89 | Công việc: 45 CĐ 2 | 181 | Công việc: 26 CĐ 3 | 273 | Công việc: 31 CĐ 6 |
| 90 | Công việc: 30 CĐ 2 | 182 | Công việc: 8 CĐ 5 | 274 | Công việc: 32 CĐ 6 |
| 91 | Công việc: 3 CĐ 2 | 183 | Công việc: 19 CĐ 5 | 275 | Công việc: 1 CĐ 6 |
| 92 | Công việc: 15 CĐ 3 | 184 | Công việc: 46 CĐ 6 | 276 | Công việc: 17 CĐ 6 |

* Hàm mục tiêu: 13,872 phút
* Thời gian hoàn thành: 9,027 phút
* Thời gian chạy: 920.098 giây





#### CODE GIẢI THUẬT GENETIC ALGORITHM

import pandas as pd

import numpy as np

import time

import copy

import matplotlib.pyplot as plt

import chart\_studio.plotly as py

import plotly.figure\_factory as ff

import datetime

if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':

''' ================= thông số ======================'''

tg\_tmp = pd.read\_excel("JSP\_dataset09.xlsx", sheet\_name="Processing Time", index\_col=[0])

tt\_tmp = pd.read\_excel("JSP\_dataset09.xlsx", sheet\_name="Machines Sequence", index\_col=[0])

dd\_tmp = pd.read\_excel("JSP\_dataset09.xlsx", sheet\_name="Due date", index\_col=[0])

df\_shapecv = tg\_tmp.shape

df\_shapemay = tt\_tmp.shape

num\_may = df\_shapemay[1]

print("máy",num\_may)

num\_cv = df\_shapecv[0]

print("cv",num\_cv)

num\_gene = num\_may \* num\_cv

tg = [list(map(int, tg\_tmp.iloc[i])) for i in range(num\_cv)]

tt = [list(map(int, tt\_tmp.iloc[i])) for i in range(num\_cv)]

dd = [list(dd\_tmp.iloc[i]) for i in range(num\_cv)]

kichthuoc\_qt = int(input('Số lượng cá thể: ') or 200)

tl\_laicheo = float(input('Tỷ lệ lai chéo: ') or 0.8)

tl\_dotbien = float(input('Tỷ lệ đột biến: ') or 0.2)

tl\_chon = 0.3

num\_cv\_dotbien = round(num\_gene \* tl\_chon)

num\_lap = int(input('Số lần lặp: ') or 200)

start\_time = time.time()

'''==================== main code ==============================='''

'''----- tạo quần thể -----'''

Tbest = 999999999999999

quanthe\_list = []

tardiness\_record = []

for i in range(kichthuoc\_qt):

nxm\_random\_num = list(np.random.permutation(num\_gene))

quanthe\_list.append(nxm\_random\_num)

for j in range(num\_gene):

quanthe\_list[i][j] = quanthe\_list[i][

j] % num\_cv

for n in range(num\_lap):

Tbest\_now = 99999999999

'''--------lai chéo ox --------'''

parent\_list = copy.deepcopy(quanthe\_list)

child\_list = copy.deepcopy(quanthe\_list)

S = list(np.random.permutation(

kichthuoc\_qt))

for m in range(int(kichthuoc\_qt / 2)):

xs\_laicheo = np.random.rand()

if tl\_laicheo >= xs\_laicheo:

parent\_1 = quanthe\_list[S[2 \* m]][:]

parent\_2 = quanthe\_list[S[2 \* m + 1]][:]

child\_1 = parent\_1[:]

child\_2 = parent\_2[:]

cutpoint = list(np.random.choice(num\_gene, 2, replace=False)) #điểm cắt ngẫu nhiên

cutpoint.sort()

child\_1[cutpoint[0]:cutpoint[1]] = parent\_2[cutpoint[0]:cutpoint[1]]

child\_2[cutpoint[0]:cutpoint[1]] = parent\_1[cutpoint[0]:cutpoint[1]]

child\_list[S[2 \* m]] = child\_1[:]

child\_list[S[2 \* m + 1]] = child\_2[:]

'''----------thay thế-------------'''

for m in range(kichthuoc\_qt):

cv\_count = {}

larger, less = [], []

for i in range(num\_cv):

if i in child\_list[m]:

count = child\_list[m].count(i)

pos = child\_list[m].index(i)

cv\_count[i] = [count, pos]

else:

count = 0

cv\_count[i] = [count, 0]

if count > num\_may:

larger.append(i)

elif count < num\_may:

less.append(i)

for k in range(len(larger)):

chg\_cv = larger[k]

while cv\_count[chg\_cv][0] > num\_may:

for d in range(len(less)):

if cv\_count[less[d]][0] < num\_may:

child\_list[m][cv\_count[chg\_cv][1]] = less[d]

cv\_count[chg\_cv][1] = child\_list[m].index(chg\_cv)

cv\_count[chg\_cv][0] = cv\_count[chg\_cv][0] - 1

cv\_count[less[d]][0] = cv\_count[less[d]][0] + 1

if cv\_count[chg\_cv][0] == num\_may:

break

'''--------đột biến--------'''

for m in range(len(child\_list)):

xs\_dotbien = np.random.rand()

if tl\_dotbien >= xs\_dotbien:

m\_chg = list(

np.random.choice(num\_gene, num\_cv\_dotbien, replace=False))

t\_value\_last = child\_list[m][m\_chg[0]] #đọt biến ngẫu nhiên đoạn gen

for i in range(num\_cv\_dotbien - 1):

child\_list[m][m\_chg[i]] = child\_list[m][m\_chg[i + 1]]

child\_list[m][m\_chg[

num\_cv\_dotbien - 1]] = t\_value\_last

'''--------tính giá trị fitnes(để so sánh và chọn)-------------'''

total\_chromosome = copy.deepcopy(parent\_list) + copy.deepcopy(

child\_list)

chrom\_fitness, chrom\_fit, Cmax = [], [], []

total\_fitness = 0

for m in range(kichthuoc\_qt \* 2):

j\_keys = [j for j in range(num\_cv)]

key\_count = {key: 0 for key in j\_keys}

j\_count = {key: 0 for key in j\_keys}

m\_keys = [j + 1 for j in range(num\_may)]

m\_count = {key: 0 for key in m\_keys}

d\_list = []

list\_tardiness = []

for i in total\_chromosome[m]:

gen\_t = int(tg[i][key\_count[i]])

gen\_m = int(tt[i][key\_count[i]])

j\_count[i] = j\_count[i] + gen\_t

m\_count[gen\_m] = m\_count[gen\_m] + gen\_t

if m\_count[gen\_m] < j\_count[i]: m\_count[gen\_m] = j\_count[i]

elif m\_count[gen\_m] > j\_count[i]: j\_count[i] = m\_count[gen\_m]

key\_count[i] = key\_count[i] + 1

for j in range(num\_cv):

if j\_count[j] > dd[j][0]:

job\_tardiness = j\_count[j] - dd[j][0]

d\_list.append(job\_tardiness)

else: d\_list.append(0)

Tardiness = sum(d\_list)

makespan = max(j\_count.values())#LƯU LẠI MAKESPPAN

list\_tardiness.append(Tardiness)

Cmax.append(makespan)

chrom\_fitness.append(1 / (Tardiness +0.001))

chrom\_fit.append(Tardiness)

total\_fitness = total\_fitness + chrom\_fitness[m]

'''----------lựa chọn(roulette wheel)----------'''

pk, qk = [], []

for i in range(kichthuoc\_qt \* 2):

pk.append(chrom\_fitness[i] / total\_fitness)

for i in range(kichthuoc\_qt \* 2):

cumulative = 0

for j in range(0, i + 1):

cumulative = cumulative + pk[j]

qk.append(cumulative)

selection\_rand = [np.random.rand() for i in range(kichthuoc\_qt)]

for i in range(kichthuoc\_qt):

if selection\_rand[i] <= qk[0]:

quanthe\_list[i] = copy.deepcopy(total\_chromosome[0])

else:

for j in range(0, kichthuoc\_qt \* 2 - 1):

if qk[j] < selection\_rand[i] <= qk[j + 1]:

quanthe\_list[i] = copy.deepcopy(total\_chromosome[j + 1])

break

'''----------so sánh hàm mục tiêu----------'''

for i in range(kichthuoc\_qt \* 2):

if chrom\_fit[i] < Tbest\_now:

Tbest\_now = chrom\_fit[i]

ttdd\_now = copy.deepcopy(total\_chromosome[i])

if Tbest\_now <= Tbest:

Tbest = Tbest\_now

ttdd\_best = copy.deepcopy(ttdd\_now)

makespan = Cmax[i]

tardiness\_record.append(Tbest) #HÀM MỤC TIÊU LÀ MINIMIZE TARDINESSS

'''----------kết quả----------'''

for q in range(len(ttdd\_best)):

congviec = ttdd\_best[q]

cd = ttdd\_best[0:q]

print("Công việc: ", congviec + 1," CĐ",cd.count(congviec) + 1)

print("---------------------------------------------------------------------------")

print("---------------------------------------------------------------------------")

print("Ti:%f" % Tbest) #HÀM MỤC TIÊU LÀ T

print("---------------------------------------------------------------------------")

print("---------------------------------------------------------------------------")

print('the elapsed time:%s' % (time.time() - start\_time))

plt.plot([i for i in range(len(tardiness\_record))], tardiness\_record, 'c') #VẼ TARDINESS

plt.ylabel('Tardiness', fontsize=10) #VẼ TARDINESS

plt.xlabel('generation', fontsize=10)

plt.show()

'''-------- gantt chart-------'''

m\_keys = [j + 1 for j in range(num\_may)]

j\_keys = [j for j in range(num\_cv)]

key\_count = {key: 0 for key in j\_keys}

j\_count = {key: 0 for key in j\_keys}

m\_count = {key: 0 for key in m\_keys}

j\_record = {}

for i in ttdd\_best:

gen\_t = int(tg[i][key\_count[i]])

gen\_m = int(tt[i][key\_count[i]])

j\_count[i] = j\_count[i] + gen\_t

m\_count[gen\_m] = m\_count[gen\_m] + gen\_t

if m\_count[gen\_m] < j\_count[i]:

m\_count[gen\_m] = j\_count[i]

elif m\_count[gen\_m] > j\_count[i]:

j\_count[i] = m\_count[gen\_m]

start\_time = str(

datetime.timedelta(seconds=j\_count[i] - tg[i][key\_count[i]]))

end\_time = str(datetime.timedelta(seconds=j\_count[i]))

j\_record[(i, gen\_m)] = [start\_time, end\_time]

key\_count[i] = key\_count[i] + 1

df = []

for m in m\_keys:

for j in j\_keys:

df.append(dict(Task='Máy %s' % m, Start='2021-07-01 %s' % (str(j\_record[(j, m)][0])),

Finish='2021-07-01 %s' % (str(j\_record[(j, m)][1])), Resource='Công việc %s' % (j + 1)))

fig = ff.create\_gantt(df, index\_col='Nguồn lực', show\_colorbar=True, group\_tasks=True, showgrid\_x=True,

title='Điều độ')

fig.write\_html('gantt.html')

py.iplot(fig, filename='GA\_job\_shop\_scheduling', world\_readable=True)