

GS.TS. TRẦN VĂN ĐỊCH

# SẢN XUẤT LINH HOẠT **FMS** & TÍCH HỢP **CIM**

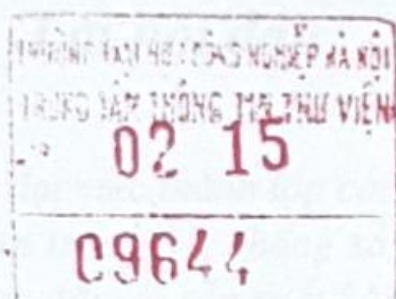


NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT





GS.TS. TRẦN VĂN ĐỊCH



# **SẢN XUẤT LINH HOẠT FMS & TÍCH HỢP CIM**

*(Giáo trình dùng cho sinh viên và học viên cao học ngành cơ khí)*

*In lần thứ ba*



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
**HÀ NỘI - 2011**



## Lời nói đầu

Trong nền sản xuất hiện đại việc thành lập các hệ thống sản xuất linh hoạt đóng một vai trò hết sức quan trọng. Hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS) cho phép tự động hóa ở mức độ cao đối với sản xuất hàng loạt nhỏ và hàng loạt vừa trên cơ sở sử dụng các máy CNC, các rôbot công nghiệp để điều khiển các đối tượng lao động, các đồ gá và các dụng cụ, các hệ thống vận chuyển – tích trữ phối với mục đích tối ưu hóa quá trình công nghệ hóa và quá trình sản xuất.

Đặc điểm của FMS là khả năng điều chỉnh nhanh các thiết bị để chế tạo sản phẩm mới. Như vậy, nó rất thích hợp không chỉ cho sản xuất hàng khối, hàng loạt lớn mà còn cho sản xuất hàng loạt vừa và nhỏ, thậm chí sản xuất đơn chiếc.

Tuy nhiên phân tích FMS trong điều kiện sản xuất đơn chiếc (ví dụ sản xuất thử nghiệm) cho thấy sự không ăn khớp giữa năng suất của FMS và phương pháp chuẩn bị sản xuất bằng tay (ít hiệu quả) cũng do việc sử dụng không đồng bộ các hệ thống tự động hoá mà quá trình chuẩn bị sản xuất kéo dài (cần có lao động bằng tay để mã hóa thông tin đầu vào).

Sự nối kết các hệ thống tự động riêng lẻ thành một hệ thống duy nhất với sự trợ giúp của mạng máy tính nội bộ cho phép tăng năng suất lao động của các thiết kế, các nhà công nghệ và các nhà tổ chức sản xuất và do đó nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm. Các hệ thống sản xuất như vậy được gọi là hệ thống sản xuất tích hợp có sự trợ giúp của máy tính (CIM): CIM bao gồm: thiết kế trợ giúp của máy tính (CAQ) và sản xuất có trợ giúp của máy tính (CAM).

Hiện nay nước ta nghiên cứu về FMS và CIM mới chỉ được bắt đầu. Tài liệu về lĩnh vực này bằng tiếng Việt hầu như chưa có. Các hệ thống FMS và CIM mô hình mới được trang bị ở một số trường đại học. Trong tương lai các hệ thống này tiếp tục được đầu tư ở nhiều cơ sở đào tạo khác nhau trên cả nước. Song song với những thiết bị hiện đại là việc rất cần có giáo trình để giảng dạy. Chính vì vậy cuốn sách này được biên soạn nhằm cung cấp những kiến thức cơ bản cho sinh viên các trường đại học, cao đẳng thuộc chuyên ngành cơ khí chế tạo. Đồng thời nó cũng được biên soạn nhằm cung cấp những kiến thức cơ bản cho sinh viên các trường đại học, cao đẳng thuộc chuyên ngành cơ khí chế tạo. Đồng thời nó cũng được dùng làm tài liệu cho các ngành cơ khí chế tạo. Đồng thời nó cũng được dùng làm tài liệu cho các cán bộ giảng dạy, các học viên cao học và nghiên cứu sinh trong công tác đào tạo và nghiên cứu của mình.



Ngoài ra cuốn sách còn được dùng làm tài liệu tham khảo cho các kỹ sư và thợ điều chỉnh làm việc trên các máy CNC, trên các rôbôt công nghiệp, các đường dây gia công tự động.

Do biên soạn lần đầu chắc chắn cuốn sách còn có những nhược điểm. Tác giả xin chân thành cảm ơn và tiếp thu những ý kiến phê bình, đóng góp của độc giả.

Những ý kiến đóng góp xin gửi tới bộ môn Công nghệ chế tạo máy, khoa Cơ khí trường Đại học Bách khoa Hà Nội hoặc Ban biên tập nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

**Tác giả.**

## MỤC LỤC

|                                                                                                                                    | Trang    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Lời nói đầu .....                                                                                                                  | 3        |
| <b>Chương 1. Những khái niệm cơ bản về hệ thống sản xuất linh hoạt FMS và sản xuất tích hợp có trợ giúp của máy tính CIM .....</b> | <b>5</b> |
| 1.1. Lịch sử phát triển.....                                                                                                       | 5        |
| 1.2. Những khái niệm cơ bản .....                                                                                                  | 6        |
| 1.2.1. Tự động hóa sản xuất.....                                                                                                   | 6        |
| 1.2.2. Tự động hóa từng phần .....                                                                                                 | 6        |
| 1.2.3. Tự động hóa toàn phần .....                                                                                                 | 6        |
| 1.2.4. Máy tự động công nghệ .....                                                                                                 | 6        |
| 1.2.5. Tính linh hoạt của hệ thống sản xuất.....                                                                                   | 7        |
| 1.2.6. Tự động hóa sản xuất linh hoạt.....                                                                                         | 8        |
| 1.2.7. Hệ thống sản xuất linh hoạt.....                                                                                            | 9        |
| 1.2.8. Modul sản xuất linh hoạt .....                                                                                              | 9        |
| 1.2.9. Rôbốt công nghiệp.....                                                                                                      | 9        |
| 1.2.10. Tổ hợp rôbốt công nghiệp.....                                                                                              | 9        |
| 1.2.11. Dây chuyền tự động linh hoạt.....                                                                                          | 9        |
| 1.2.12. Công đoạn tự động hóa linh hoạt.....                                                                                       | 9        |
| 1.2.13. Phân xưởng tự động hóa linh hoạt .....                                                                                     | 9        |
| 1.2.14. Nhà máy tự động hóa linh hoạt .....                                                                                        | 9        |
| 1.3. Cấu trúc của FMS.....                                                                                                         | 10       |
| 1.4. Sự tích hợp của FMS với các hệ thống tự động hóa .....                                                                        | 10       |
| 1.5. Nguyên tắc thiết lập FMS.....                                                                                                 | 10       |
| 1.6. Phân loại FMS .....                                                                                                           | 11       |
| 1.7. Ý nghĩa của FMS và CIM.....                                                                                                   | 11       |
| 1.8. Vai trò của máy tính trong sản xuất .....                                                                                     | 13       |



|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chương 2. Các nguyên tắc hình thành hệ thống sản xuất linh hoạt</b>                                  | <b>15</b> |
| 2.1. Từ các máy CNC tới FMS                                                                             | 15        |
| 2.1.1. Trang bị cho máy ổ tích dụng cụ (magazin dụng cụ)                                                | 16        |
| 2.1.2. Trang bị cho máy cơ cấu vệ tinh thay đổi                                                         | 17        |
| 2.1.3. Chế tạo máy nhiều trục chính                                                                     | 18        |
| 2.1.4. Gia công đồng thời bằng nhiều dao                                                                | 18        |
| 2.1.5. Điều khiển các máy CNC bằng máy tính                                                             | 20        |
| 2.1.6. Tập hợp các máy CNC thành từng nhóm và điều khiển chúng bằng máy tính                            | 20        |
| 2.1.7. Tập hợp các máy CNC thành hệ thống FMS                                                           | 21        |
| 2.1.7.1. Dây chuyền tự động điều chỉnh                                                                  | 21        |
| 2.1.7.2. Hệ thống FMS với kho chứa phôi và dụng cụ                                                      | 21        |
| 2.1.7.3. Hệ thống FMS có kho chứa cơ cấu vệ tinh với phôi                                               | 23        |
| 2.1.7.4. Hệ thống FMS có kho chứa cơ cấu vệ tinh với chi tiết và cơ cấu vệ tinh với magazin dụng cụ     | 24        |
| 2.1.7.5. Hệ thống FMS có kho chứa cơ cấu vệ tinh với phôi và dụng cụ để cấp phát riêng biệt cho các máy | 25        |
| 2.2. Thành phần của các máy trong FMS                                                                   | 27        |
| 2.3. Hiệu quả của tập hợp các máy CNC thành hệ thống FMS                                                | 33        |
| 2.3.1. Tăng thời gian máy (thời gian cơ bản) của các máy                                                | 31        |
| 2.3.2. Tăng hệ số sản xuất theo ca                                                                      | 34        |
| 2.3.3. Giảm vốn lưu thông nhờ giảm chu kỳ sản xuất                                                      | 34        |
| 2.3.4. Giảm số công nhân trong sản xuất                                                                 | 35        |
| <b>Chương 3. Rôbốt công nghiệp trong FMS</b>                                                            | <b>36</b> |
| 3.1. Yêu cầu đối với rôbốt công nghiệp                                                                  | 36        |
| 3.2. Đặc tính công nghệ của rôbốt công nghiệp                                                           | 36        |
| 3.2.1. Tính di động của thân rôbốt                                                                      | 37        |
| 3.2.2. Trọng tải của rôbốt                                                                              | 37        |
| 3.2.3. Số lượng tay máy của rôbốt                                                                       | 38        |
| 3.2.4. Hệ tọa độ của rôbốt                                                                              | 39        |
| 3.2.5. Dạng truyền động của rôbốt                                                                       | 40        |
| 3.2.6. Kiểu cấu tạo của rôbốt                                                                           | 41        |
| 3.2.7. Độ chính xác định vị của rôbốt                                                                   | 41        |



|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.8. Tính vận năng của rôbốt .....                                                   | 42        |
| 3.2.9. Bậc tự do của rôbốt .....                                                       | 42        |
| 3.2.10. Bước di chuyển của cánh tay rôbốt.....                                         | 43        |
| 3.2.11. Tính tác động nhanh của rôbốt .....                                            | 43        |
| 3.2.12. Dạng điều khiển của rôbốt.....                                                 | 44        |
| 3.2.13. Phương pháp lập trình cho rôbốt.....                                           | 45        |
| 3.2.14. Khối lượng bộ nhớ của cơ cấu điều khiển rôbốt.....                             | 46        |
| 3.3. Phạm vi ứng dụng của rôbốt công nghiệp .....                                      | 46        |
| 3.3.1. Ứng dụng rôbốt công nghiệp trong thành phần thiết bị<br>công nghệ chủ yếu ..... | 47        |
| 3.3.2. Ứng dụng rôbốt công nghiệp trong cung ứng dụng cụ.....                          | 47        |
| 3.3.3. Ứng dụng rôbốt công nghiệp với các thiết bị kiểm tra.....                       | 48        |
| 3.3.4. Ứng dụng rôbốt công nghiệp để dọn các chất thải sản xuất ....                   | 49        |
| <b>Chương 4. Hệ thống kiểm tra tự động của FMS .....</b>                               | <b>50</b> |
| 4.1. Chức năng của hệ thống kiểm tra tự động .....                                     | 50        |
| 4.2. Cấu trúc của hệ thống kiểm tra tự động .....                                      | 50        |
| 4.3. Nguyên tắc xây dựng hệ thống kiểm tra tự động .....                               | 53        |
| 4.4. Chế độ hoạt động của hệ thống kiểm tra tự động.....                               | 54        |
| 4.4.1. Chế độ khởi động.....                                                           | 54        |
| 4.4.2. Chế độ làm việc .....                                                           | 54        |
| 4.4.3. Chế độ điều chỉnh .....                                                         | 55        |
| 4.4.4. Chế độ dừng theo kế hoạch.....                                                  | 55        |
| 4.4.5. Chế độ dừng để sửa chữa hỏng hóc .....                                          | 55        |
| 4.5. Nguyên tắc kiểm tra trạng thái kỹ thuật.....                                      | 55        |
| 4.5.1. Tế bào gia công tự động .....                                                   | 56        |
| 4.5.2. Tế bào kho chứa.....                                                            | 56        |
| 4.5.3. Hệ thống vận chuyển .....                                                       | 57        |
| 4.5.4. Rôbốt .....                                                                     | 57        |
| 4.6. Cơ cấu vật chất - kỹ thuật của hệ thống kiểm tra tự động .....                    | 58        |
| 4.6.1. Các thông số cần kiểm tra .....                                                 | 58        |
| 4.6.2. Các loại đất-tríc .....                                                         | 63        |
| 4.6.2.1. Đất-tríc vị trí .....                                                         | 63        |



|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.6.2.2. Đát-tríc áp lực (lực, biến dạng) .....                                                      | 65  |
| 4.6.2.3. Đát-tríc hình ảnh (phân biệt) và hệ thống thị giác kỹ thuật .....                           | 65  |
| 4.6.2.4. Các đát-tríc: tốc độ, rung động, tiếng ồn và đát-tríc kiểm tra các thông số công nghệ ..... | 66  |
| 4.6.3. Các máy đo kiểm tự động .....                                                                 | 66  |
| <b>Chương 5. Hệ thống vận chuyển-tích trữ tự động của FMS</b> .....                                  | 68  |
| 5.1. Hệ thống vận chuyển-tích trữ chi tiết gia công .....                                            | 68  |
| 5.2. Hệ thống vận chuyển-tích trữ dụng cụ của FMS .....                                              | 75  |
| 5.3. Thiết bị kỹ thuật của hệ thống vận chuyển-tích trữ .....                                        | 76  |
| 5.4. Điều khiển hệ thống vận chuyển-tích trữ .....                                                   | 79  |
| <b>Chương 6. Xác định thành phần của thiết bị của hệ thống FMS</b> .....                             | 81  |
| 6.1. Xác định thành phần của máy trong FMS .....                                                     | 81  |
| 6.2. Xác định thành phần của thiết bị vận chuyển chi tiết .....                                      | 84  |
| 6.2.1. Xác định đặc tính của giá đỡ (giá ổ tích) .....                                               | 84  |
| 6.2.2. Xác định số vị trí của cấp phối (chi tiết) và tháo phối (chi tiết) .....                      | 86  |
| 6.2.3. Xác định vị trí kiểm tra .....                                                                | 87  |
| 6.3. Xác định thành phần của thiết bị vận chuyển dụng cụ .....                                       | 90  |
| 6.3.1. Xác định đặc tính của magazin dụng cụ trung tâm .....                                         | 91  |
| 6.3.2. Xác định đặc tính của cơ cấu nâng di động .....                                               | 93  |
| <b>Chương 7. Kho chứa tự động trong hệ thống FMS</b> .....                                           | 95  |
| 7.1. Chức năng và thành phần của kho chứa tự động .....                                              | 95  |
| 7.2. Các loại kho chứa tự động .....                                                                 | 95  |
| 7.3. Bố trí các kho chứa tự động trong hệ thống FMS .....                                            | 97  |
| 7.4. Thiết kế các kho chứa tự động của hệ thống FMS .....                                            | 100 |
| <b>Chương 8. Hệ thống điều khiển FMS</b> .....                                                       | 102 |
| 8.1. Tổ chức hệ thống điều khiển FMS .....                                                           | 102 |
| 8.2. Đặc tính của máy tính trong hệ thống điều khiển FMS .....                                       | 106 |
| 8.3. Mạng máy tính khu vực của hệ thống điều khiển FMS .....                                         | 107 |
| 8.4. Con người trong hệ thống điều khiển FMS .....                                                   | 108 |
| 8.5. Thiết kế hệ thống điều khiển FMS .....                                                          | 110 |



|                                                                                                   |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>Chương 9. Kinh nghiệm ứng dụng FMS ở một số nước trên thế giới.....</b>                        | <b>113</b>     |
| 9.1. Một số hệ thống FMS ở cộng hoà Liên bang Nga.....                                            | 113            |
| 9.2. Hệ thống FMS ở Bun-ga-ri .....                                                               | 119            |
| 9.3. Hệ thống FMS ở Cộng hoà Séc .....                                                            | 120            |
| 9.4. Hệ thống FMS ở Ba Lan.....                                                                   | 122            |
| 9.5. Hệ thống FMS ở Nhật Bản .....                                                                | 123            |
| 9.6. Hệ thống FMS ở cộng hoà liên bang Đức .....                                                  | 125            |
| 9.7. Hệ thống FMS ở Mỹ.....                                                                       | 128            |
| 9.8. Hệ thống FMS ở Pháp .....                                                                    | 129            |
| 9.9. Hệ thống FMS ở Anh .....                                                                     | 130            |
| <br><b>Chương 10. Vấn đề vận hành, hướng phát triển và hiệu quả kinh tế của hệ thống FMS.....</b> | <br><b>131</b> |
| 10.1. Đặc điểm vận hành hệ thống FMS .....                                                        | 131            |
| 10.1.1. Cán bộ của hệ thống FMS .....                                                             | 131            |
| 10.1.2. Kiểm tra hệ thống FMS .....                                                               | 132            |
| 10.1.3. Tổ chức cung ứng dụng cụ của hệ thống FMS .....                                           | 134            |
| 10.1.4. Độ ổn định của hệ thống FMS.....                                                          | 135            |
| 10.2. Hướng phát triển của hệ thống FMS .....                                                     | 135            |
| 10.3. Hiệu quả kinh tế của hệ thống FMS.....                                                      | 136            |
| <br><b>Chương 11. Khái niệm về CIM .....</b>                                                      | <br><b>137</b> |
| 11.1. Sản xuất là gì ? .....                                                                      | 137            |
| 11.1.1. Sự phát triển của công nghệ sản xuất.....                                                 | 138            |
| 11.1.2. Thị trường thế giới hiện tại .....                                                        | 139            |
| 11.1.3. Công nghệ sản xuất tiên tiến .....                                                        | 140            |
| 11.1.4. Các định nghĩa về CIM.....                                                                | 141            |
| 11.2. Tóm tắt lịch sử phát triển của CIM.....                                                     | 142            |
| <br><b>Chương 12. Tích hợp các mạng liên kết .....</b>                                            | <br><b>145</b> |
| 12.1. Các phần tử của CIM .....                                                                   | 145            |
| 12.1.1. Tích hợp các hệ thống phụ trợ .....                                                       | 145            |
| 12.1.2. Tự động hoá văn phòng .....                                                               | 146            |
| 12.1.3. Thiết kế có trợ giúp của máy tính CAD.....                                                | 147            |



|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 12.1.4. Máy điều khiển số CNC .....                                    | 147        |
| 12.1.5. Sản xuất có trợ giúp của máy tính CAM .....                    | 148        |
| 12.1.6. Kiểm tra chất lượng có trợ giúp của máy tính .....             | 148        |
| 12.1.7. Hệ thống bảo quản và tìm kiếm tự động.....                     | 148        |
| 12.1.8. Công nghệ nhóm.....                                            | 149        |
| 12.1.9. Lập quy trình công nghệ có trợ giúp của máy tính.....          | 150        |
| 12.1.10. Tế bào gia công .....                                         | 150        |
| 12.1.11. Rôbốt .....                                                   | 151        |
| 12.1.12. Hệ thống FMS .....                                            | 151        |
| 12.2. Sự cần thiết của tích hợp.....                                   | 151        |
| 12.3. Mạng liên kết và quy ước của CIM .....                           | 152        |
| 12.4. Quan hệ chức năng .....                                          | 153        |
| <b>Chương 13. Hợp lý hoá và tối ưu hoá CIM .....</b>                   | <b>155</b> |
| 13.1. Hợp lý hoá CIM.....                                              | 155        |
| 13.1.1. Tiếp cận hợp lý hoá kinh tế .....                              | 155        |
| 13.1.2. Tiếp cận hợp lý hoá phân tích.....                             | 155        |
| 13.1.2.1. Phân tích giá trị.....                                       | 155        |
| 13.1.2.2. Phân tích toán học.....                                      | 156        |
| 13.1.2.3. Phân tích nguy cơ.....                                       | 156        |
| 13.1.3. Tiếp cận hợp lý hoá chiến lược .....                           | 156        |
| 13.2. Tối ưu hoá CIM .....                                             | 156        |
| 13.2.1. Mục đích của tối ưu hoá chiến lược.....                        | 156        |
| 13.2.2. Các mô hình toán học để tối ưu hoá CIM.....                    | 157        |
| <b>Chương 14. Hệ thống trợ giúp ra quyết định đầu tư cho CIM .....</b> | <b>158</b> |
| 14.1. Sự cần thiết của hệ thống trợ giúp ra quyết định .....           | 158        |
| 14.2. Các hệ thống trợ giúp ra quyết định .....                        | 159        |
| 14.2.1. Hệ thống quá trình quản lý kinh doanh .....                    | 159        |
| 14.2.2. Hệ thống quản lý thông tin.....                                | 159        |
| 14.2.3. Hệ thống chuyên gia.....                                       | 159        |
| 14.2.4. Hệ thống trợ giúp ra quyết định.....                           | 160        |
| <b>Chương 15. Hướng phát triển của CIM .....</b>                       | <b>161</b> |
| 15.1. CIM ảo.....                                                      | 161        |



|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 15.2. Các hướng nghiên cứu để phát triển CIM.....     | 163 |
| 15.3. Xu hướng về đào tạo hệ thống CIM .....          | 164 |
| 15.3.1. Thông tin chung.....                          | 164 |
| 15.3.2. Yêu cầu đối với một hệ thống CIM đào tạo..... | 165 |
| 15.3.3. Nội dung giảng dạy trên hệ thống CIM.....     | 166 |
| Kết luận.....                                         | 166 |
| Tài liệu tham khảo.....                               | 168 |
| Mục lục.....                                          | 169 |