

# cd2024

## 2b-midbg8 分組報告

組員: 41023132 林秉賢  
41039138 涂家豐

分工: 41023132 林秉賢-P1~44  
41039138 涂家豐-P45~87

# 都靈理工大學

---

分析ODOO軟體在產品生命週期管理、製造執行系統及其集成方面的能力



監事候選人

裘莉婭·布魯諾

佩羅蒂

佛朗哥·隆巴爾迪

·盧卡斯·弗拉比亞諾·

---

2020 – 2021 學年

本作品受知識共用許可的約束

版權所有



## 確認

我要感謝 Giulia Bruno 博士的專家建議和開發這個項目的邀請，以及 Emiliano Traini 對這篇論文的非凡支援。

我最誠摯地感謝我的父母胡里奧和蜜雪兒，他們給了我一切，從我的生活到他們廣泛和無條件的支持和鼓勵；也要感謝我的兄弟和我的未婚妻安娜，這些年來她一直激勵著我。

我最深切地感謝和讚賞 Icaro、Matt 和 Maz，他們不僅在這個專案中提供了無盡的幫助和支持，而且在所有其他時刻都促使我變得更好。此外，對於那些觸動了我生命的人，這是我最大的禮物，你們都知道你們是誰，我真的很感激能與你們分享我生命中的特殊時刻。

# 抽象

## 分析 之 這 奧杜 軟體 能力 關於產品生命週期管理、製造執行系統及其集成

20世紀下半葉標誌著計算機技術在生產各個方面的進步。

這句話的關鍵特徵是不可否認的事實，即隨著計算能力的增加，越來越多的信息產生了壓倒性的資訊。

從工業領域的不同角度來看，幾個系統都是由組織、自動化和減少浪費的純粹必要性而釀造的，這些系統專注於該有用數據池。

ERP（從管理角度來看）、MES（從生產角度來看）和最近的PLM（從戰略開發/再開發的角度來看）作為資訊解決方案出現，從不同角度解決了這個問題。這些解決方案無論多麼有效，總是受到實施這些系統的工具之間根本不相容的困擾。

本文從理論角度分析了PLM和MES系統的集成，並評論了使用Odoo軟體工具實現上述集成的方法。

詳細描述了Odoo軟體（關於其在製造環境中的用途），包括它如何實施PLM和MES。然後，該軟體被類比為一家在工業  
4.0  
模具中設計的虛構公司。這家公司是一家虛構的、最近成立的小型外殼製造公司，  
使用塑膠注射成型作為其主要生產手段，並將增材製造和快速原型製作作為其業務  
戰略的一部分。

**關鍵字：** 產品生命週期管理，產品生命週期管理，Odoo

## 目錄

確認 .....	II
抽象 .....	III
目錄 .....	III
縮略語清單 .....	VI

<b>介紹</b>	<b>1</b>
1.1. OBJECTIVE 的.....	1
1.2. 小桁架.....	1
<b>理論背景</b>	<b>2</b>
2.1. 磷產品生命週期管理 .....	3
2.2. ENTERPRISE 公司資源規劃 .....	6
2.3. 米製造執行系統 .....	8
2.4. 我內測 4.0 .....	9
<b>PLM 和 MES 的最新技術與整合</b>	<b>12</b>
3.1. H 這種整合在實踐中會是什麼樣子.....	14
<b>公司及產品介紹</b>	<b>16</b>
4.1. 噸 HE 產品和工藝.....	17
4.1.1. A 部分.....	20
4.1.2. B 和 C 部分.....	21
4.1.3. 模具.....	22
4.2. W 在模擬過程中對 HAT 進行分析 .....	22
<b>ODOO 軟體</b>	<b>23</b>
5.1. 我介紹到 ODOO 軟體.....	23
5.1.1. 工作原理.....	24
5.1.2. Odoo 對製造業的看法 : .....	26
5.1.3. Odoo 的信息結構.....	27
5.2. 小調整類比.....	34
5.2.1. 為模擬選擇的軟體選項.....	34
5.2.2. 相關的設置細節.....	35
5.3. 乙完善公司結構.....	36
5.3.1. 使用者.....	36
5.3.2. 工作中心和設備.....	38
5.4. D 發展.....	41
5.4.1. 創意- 設計- 產品原型.....	42
5.4.2. 工藝計劃- 生產試運行- 生產.....	52
5.4.3. 進程升級過程.....	58
<b>ODOOS 關於 PLM 和 MES 的補充</b>	<b>66</b>
6.1. How 軟體是否處理專案?.....	66
6.1.1. 是否代表了產品生命週期的所有方面 ? .....	66
6.1.2. 這些專案中每個專案的表示情況如何 ? .....	67
6.2. H 創建品牌很簡單-新品推薦?.....	67
6.2.1. 如何描述產品 ? .....	67
6.2.2. 產品如何集成和引用相關文件 ? .....	67
6.2.3. 更改一個會影響另一個嗎 ? .....	67
6.3. H 創建品牌很簡單-新的生產工藝?.....	68
6.3.1. 如何描述該過程 ? .....	68
6.3.2. 該過程如何集成和引用其生產的產品 ? .....	68
6.3.3. 更改一個會影響另一個嗎 ? .....	68

6.4. HOW EASY 是改進現有產品 / 生產流程? .....	68
6.4.1. 更新其元數據的難易程度.....	68
6.4.2. 確定更改效果的難易程度如何 ? .....	69
6.4.3. 軟體如何處理不同的產品修訂版 ? .....	69
6.5. H 其中 , 查找與產品或過程相關的數據很容易? .....	69
6.5.1. 查找生產編號有多容易 ? .....	70
6.5.2. <i>Odoo</i> 如何生成性能數據 ? .....	71
6.5.3. 升級後 , 軟體呈現的性能如何變化 ? .....	71
結論 .....	71
書目 .....	73

## 縮略語清單

企業資源規劃	企業資源規劃
MES系列	製造執行系統
PLM	產品生命週期管理
物料需求計劃（MRP）	物料資源規劃
窩	工單
物料清單	物料清單
莫	製造訂單
生態	工程變更單
CPS系統	資訊物理系統
物聯網	物聯網
DT型	數位孿生
圖形用戶介面	圖形用戶介面
數控	計算機數控

## 圖表一覽表

圖 1 V 不同資訊系統範圍的表示.....	7
圖 2 ERP 和 PLM 在粒度..... 方面的比較	8
圖 3 V：包括 MES..... 在內的不同系統的軌軛的 ISUAL 表示	9
圖 4 行業演進.....	10
圖 5 電源適配器電路..... E 示例專案	13
圖 6 PLM 整合..... 的 DIAGRAM	14
圖 7 WEB 服務體系結構..... 的 DIAGRAM	15
圖 8 D 開發圖 .....	19
圖 9 E 樣 AK74 式步槍機匣.....	20
圖 10 銑削 AK74 型步槍機匣的 E.....	20
圖 11 使用 3D 印表機製作的注塑模具 .....	21
圖 12 理論乘積..... 的 3D 分解圖	22
圖 13 IA 部分的測定檢視.....	23
圖 14 P 藝術 B 和 C .....	24
圖 15 FODOO 配置 A..... 的介面圖	27
圖 16 ODOO 配置 B..... 的 FUNCTION 圖	28
圖 17 設定 B ..... 中來自 ODOO 的 GUI 的 CRENSHOT	29
圖 18 關於 ITEMS 的 ODOO 介面的 Xample.....	31

圖 19 GUI 顯示的特定專案及其元資料的	32	
圖 20 S 產品製造 X .....的內含項目關係圖	33	
圖 21 簡化產品關係圖	34	
圖 22 實現的操作圖	34	
圖 23 實現的 BOM 圖	35	
圖 24 S 實現訂單圖	36	
圖 25 O wo .....期間的執行器介面	36	
圖 26 S 實現的 ECO 功能圖	37 F 圖片 27 S 要啟用 的特定設置的 CREENshot	39
圖 28 使用者帳戶介面	的剪報 40	
圖 29 第二個使用者帳戶介面的 CRENSHOT	41	
圖 30 ODOO 3D 印表機設備 專案	42	
圖 31 O 設備項目檢視	42	
圖 32 ODOO 原型站專案表示 1	43	
圖 33 P 轉印站專案表示 2	44	
圖 34 OWORKCENTER 專案	視圖 44	
圖 35 S 產品開發	45	
圖 36 I 原型產品項的法師	46	
圖 37 O 原型	的產品類項視圖 46	
圖 38 用於原型設計	的 BOM 圖 47	
圖 39 I 原型產品 BOM 的 MAGE ( PART-A )	47	
圖 40 ODOO ( BOM PART-A ) 提出的操作專案法師	48	
圖 41 O 為原型設計創建的 BOM 的 VERVIEW	48	
圖 42 ECO 示例	49	
圖 43 OECO	附件的 VERVIEW 50	
圖 44 原型生產	的 QUALITY 控制點專案 50	
圖 45 D 製造訂單的描述	51	
圖 46 O 生成的工作訂單	檢視 52	
圖 47 I ODOO 法師論壇關於路線	的問題 53	
圖 48 O 製造後的產品視圖	54	
圖 49 D ECO	驗證的圖片 54	
圖 50 D 生態對產品專案	引起的變化的描述 55	
圖 51 關於工藝開發	的 ECTIONED 圖 56	
圖 52 最終產品應該是什麼樣子的 RENDER	56 FIGURE 53 P 阿爾法 案例的產品專案	
圖 54 關於模工具藝開發的 DIAGRAM	57	
圖 55 BOM	更新程式的 ECO 示例 59	
圖 56 O 類比	此階段產品項的檢視 60	
圖 57 M 從構思到生產	的發展路徑 61	
圖 58 S 關於工藝升級過程的電子圖	62	
圖 59 S 關於工藝開發	的電子圖 62	
圖 60 RELEVANT 產品專案概述	63	
圖 61 產品項的 ECO 示例	63	
圖 62 WORKCENTER OVERVIEW 1	64	
圖 63 WORKCENTER OVERVIEW 2	64	
圖 64 應用於物料清單的 ECO	65	

圖 65 關於鉬.....	的 TOTAL 量 66
圖 66 關於工單的 REAL 工期 .....	67
圖 67 關於工單的 DURATION 變化 .....	68
圖 68 OVERALL 設備有效性.....	68
圖 69 DIAGRAM 表示 ERP.....	的 ODOO 範圍 69
圖 70 資料上報.....	的 GUI OPTIONS 72
圖 71 產品項目 .....	中關於鉬的 TOTAL 數量 73 FIGURE 72 UNIT 預報概述.....74
圖 73 C 左邊的 COMPARISON 是 SAAKSVUORI , A. 理論化的改編圖。與 IMMONEN , A. (2008) , 右邊的 ODOO 講述了系統如何交互。	75

# 1. 章節

## 介紹

### 1.1. 目標

該論文的目標是通過使用現成的Odoo軟體，通過分析構成所述集成的不同概念和動態，找出PLM + MES系統可以在多大程度上實現，並應用一個虛構的場景來確定這些概念是否以及哪些概念包含在該打包解決方案中。

從情境來看，Odoo軟體在實施和商業模式上都與市場上的其他解決方案有很大不同。總而言之，Odoo軟體起源於開源ERP軟體，與PLM或MES軟體相反，因此其可用性和模組化得到了合理的擴展。毋庸置疑，與此相反的是，它在PLM或MES領域的可用性是不確定的，因此這項工作的價值。

具體而言，從小型製造企業和初創企業的角度來看，實施PLM-MES系統的全方位ERP的想法非常有價值。儘管ERP系統在一定程度上可用，但它們很少深入製造業以擴展到PLM或MES解決方案。此外，另一個方向也很重要，因為PLM解決方案往往不具備ERP的可擴展性，這通常意味著任何集成都需要專門的臨時工作。

儘管修改軟體不屬於這項工作的範圍，但該軟體具有開源社區版本這一事實意味著，即使針對最具體的情況調整軟體，也可能被證明是採用更低的更簡單、更經濟的障礙，進一步強調了該軟體在小型企業環境中的可能效用。

最後，論文將就如何進一步利用該系統提供理論和實踐建議。它還將為Odoo軟體的未來工作奠定基礎，並通過確定PLM-MES集成和實施的具體關鍵方面來檢查解決方案的性能。

### 1.2. 結構

這項工作可以作為在小型製造企業中實際實施所述解決方案的參考，並且可以將其視為PLM-MES及其實施的介紹材料，以及Odoo軟體的第一原理和當前狀態的回顧。為此，本論文提出了以下結構：

- ◆ 第 1 章 - 章  
介紹這項工作及其目標。此外，它還簡明扼要地解釋了為什麼該軟體解決方案首先需要這種分析以及它是如何構建的。
- ◆ 第 2 章 - 本章介紹 PLM、MES、ERP 和工業 4.0 的基本理論背景。提出這些是為了在這種分析中做出有意義的貢獻，併為其實施提供有意義的背景，以防讀者是小企業代表。
- ◆ 第 3 章 - 本章是關於 PLM 和 MES 系統之間的集成，正如之前的工作所討論的那樣，以及本文所分析的那樣。這對於確定分析Odoo軟體時的主題概念和動態很有用。
- ◆ 第 4 章 - 介紹在工業 4.0 模具中選擇的虛構公司和產品，用於進一步分析和評估 Odoo 軟體。
- ◆ 第 5 章 - Odoo 軟體的介紹以及對其使用和功能的更深入解釋。考慮到前面所有章節的Odoo 軟體實驗描述
- ◆ 第 7 章 - 結論  
最後一章描述了這項工作的要點：中型企業如何通過明智地使用使用 Odoo 軟體實施的 PLM+MES 系統來改進其流程。

## 2. 章節

### 理論背景

本章簡要介紹了處理數據生產收集和處理的不同系統，這些系統圍繞著加強學術界青睞的生產各個方面的概念，以及這些系統應被證明是不可或缺的當前和未來的工業狀態。

從這一部分需要注意的是，這些並不是完全獨立的信息系統。他們從不同的角度出發，試圖解決不同的問題，但由於定義寬泛，他們不可避免地相互擴展。這本身就是一個問題，因為從現有的文獻中，很難確定一個系統的邊界在哪裡結束，另一個系統的邊界在哪裡開始。

Odo管理軟體（這是本文的主題）主要將PLM視為跟蹤變化和改進的工具，而PLM的其他關鍵特徵，如數字專案的使用（稍後在第2.1節中詳細介紹），是物料需求計劃的基本特徵，該工具是一種工具實用程式，也涉足MES。

## 2.1. 產品生命週期管理

個人或團隊產生的任何資訊都是通過經驗創造過程完成的。一項任務要麼需要先前的知識/經驗，要麼不可避免地受到錯誤和更正的困擾，這反過來又會產生上述經驗以換取時間和資源。傳統上，這種經驗嵌入到最初產生資訊的人力資源（員工）中。

產品生命週期管理 (PLM) 是一個組織流程，旨在控制產品整個生命週期中有關產品各個方面的資訊流。可以想像，這個定義及其廣泛的範圍並沒有使理解 PLM 變得更容易。無論出於何種目的，需要關注的是 PLM 的真正價值在於關注變化。



圖 1 產品生命週期階段（Tripaldi，2019 年）

PLM首先是一種連接技術，而不是單個技術或資訊處理系統（Saaksvuori和Immonen，2008）。這個想法是，公司人員產生的每條資訊都具有與投入的時間和金錢相等的價值。使用這些資訊可以省錢，不使用這些資訊會浪費金錢。在尋找設計過程時，這更容易理解。

例如，如果工程師設計一個電子電路，則保存 CAD 圖紙的檔具有與其投入的時間和金錢相當的價值。問題在於，在傳統系統中，只有工程師知道檔背後的設計過程、內部內容的範圍及其可能的用途。而從公司其他部門的角度來看，這隻是資料庫中的一個文件，還有其他數千個檔。結果是，就其本身而言，資訊的用途有限。

如果有另一位工程師在類似的設計中工作，他/她將很難找到該檔並將其用於自己的設計。最終，這會導致浪費，因為工程師#2將不得不花費更多的時間和金錢來做一些已經完成的事情，只是因為這些資訊不容易獲得或組織得當。

此方案不僅限於產品設計，還涉及產品生命週期中隨時間推移而產生變化的所有方面。必須有人精心策劃這件作品的製作方式，如何移動、包裝、分發和處置這件作品。當發現問題或可以改進時，這些更改也會生成資訊並消耗資源。如果公司不能利用有關產品概念所有這些階段的現有資訊，那麼它將在每次重新設計中浪費資源。

產品生命週期管理由一個資訊系統組成，該系統允許組織內部和組織之間共用資訊和知識（Sudarsan 等人，2005 年），通過控制和組織這些檔來最大限度地減少浪費，否則這些資訊只能由產生所述檔的人力資源攜帶。它實現這一點的方式是在面向對象的架構中以數位“專案”的形式虛擬化產品生命週期的所有元件。正如（Saaksvuori 和 Immonen，2008）所解釋的那樣，專案是識別，編碼和命名產品，產品元素或模組，元件，材料或服務的系統和標準方法。

無論如何，這些項目物件都是虛擬表示形式，它們保存有關它試圖表示的內容的元數據，並允許連接和鏈接資訊。如（D'Antonio 等人，2015）所描述的那樣，產品資訊應與其生產過程相關聯。PLM 允許將定義的流程連結到產品，並對流程執行順序提供約束。例如，電路原理圖的 CAD 圖紙附加到一個虛擬電路物件上，該物件包含有關檔中包含的內容和該文件隨時間推移的所有先前反覆運算的基本資訊，以及指向表示它所屬的物料清單（BOM）的專案的連結，製造它所需的機器，組裝它所需的過程，更重要的是，所有這些專案在每次改進反覆運算中是如何變化的。

這種全方位的虛擬化為資訊提供了寶貴的背景資訊，否則會因自身的複雜性而丟失。它允許更快地訪問，更容易理解整體以及當每個部分發生變化時會發生什麼的後果。這是組織現有數據以供將來參考的最佳方式，因為它允許結構和透明度。

總而言之，PLM 作為一個系統旨在跟蹤有關產品壽命的各個方面的功能變化，從而使公司能夠通過避免資訊浪費從戰略上受益。它通過以數字專案的形式虛擬化真實事物來做到這一點，這些數位專案存儲了有關項目應該代表什麼的檔。反過來，這些可以使用元數據隨著時間的推移進行關聯和跟蹤。

## 2.2. 企業資源規劃

在信息系統的早期，最早得到廣泛實施的系統之一是稱為MRP（物料需求計劃）的系統。雖然不一定是基於軟體的，但這種系統範圍的實施是計算技術的自然結果，它旨在通過計算生產的材料需求來解決材料供應和產品輸出方面的瓶頸。隨著它在70年代末和80年代初在企業中變得越來越普遍，該系統不斷發展。這催生了MRP II（製造資源規劃），對本文的範圍更重要的是ERP（企業資源規劃）。

在大多數情況下，現代企業資源規劃擴展了原來的功能，以涵蓋企業運營的許多其他方面，同時為系統增加了模組化。 MRP

現代ERP系統通常是基於模組的；不同的模組具有不同的使用者介面和不同的使用者組。例如，製造模組、採購模組、物流模組、財務模組、維護模組、銷售模組。  
( Saaksvuori 和 Immonen, 2008 年)。這些模組擴展到許多知識領域，但在大多數情況下，它們總是從生產、銷售和服務的角度出發。圖2描述了ERP系統與其他資訊系統的比較範圍。

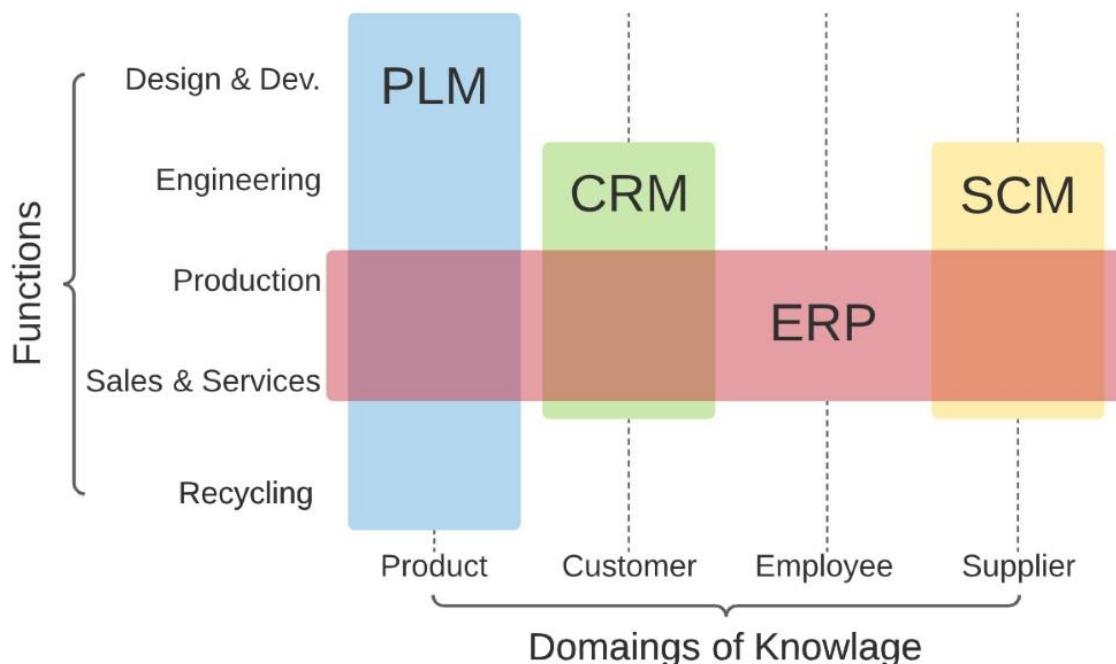


圖2 不同資訊系統範圍的視覺化表示（改編自Stark 2015）

這種跨域的廣泛覆蓋是有道理的，因為ERP一樣，專注於處理交易和訂單。ERP的重點是控制公司資源的輸入、保留和輸出的變化，無論是產品、原材料還是包裝。

從同一張圖片中，可以看出PLM和ERP之間的理論對比，儘管它們都非常廣泛。ERP擴展到知識領域，但僅限於少數功能，而PLM則擴展到涉及產品的所有功能。如圖 3 所示，代表兩者之間良好差異的另一個觀點是，在 ERP 和 PLM 影響行業的規模或詳細程度（即兩個系統的粒度）方面缺乏重疊。

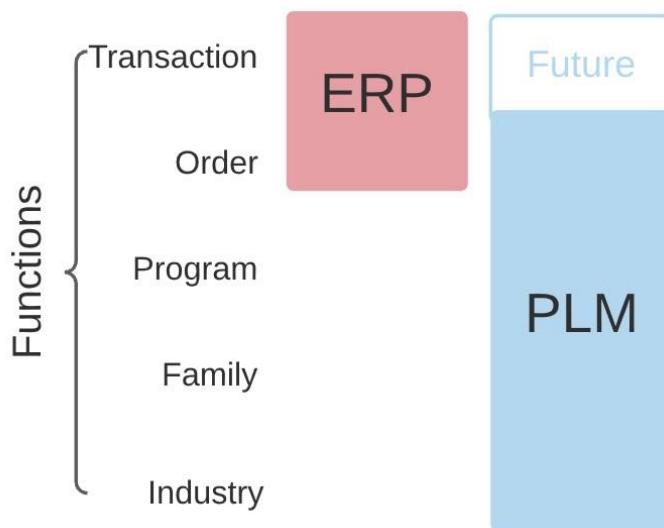


圖3 ERP和PLM在粒度方面的可視化比較（改編自Stark，2015）

正如我們所看到的，ERP主要關注交易和訂單。一旦訂單被關閉，ERP系統就會處理與該訂單相關的交易，但不太關心超出該訂單的訂單。另一方面，PLM的粒度與產品的訂單有關，不僅延伸到程式中，還延伸到家庭和整個行業（Stark，2015）。

這特別有趣，因為它展示了這兩個系統如何能夠並且確實在現場相互補充。ERP應該指出的一個方面是，它與其他系統集成相對容易。例如，ERP-MES集成已被廣泛研究和實施，並已為其制定了標準（ISA 95 - IEC 62264）。其中一個論點是ERP系統的模組化性質，在論文（第5章）中進一步討論了Odoo軟體。這是因為Odoo軟體最初是從開源ERP系統演變而來的。

ERP系統的本質最好地總結為（Umble et al. 2003）：ERP提供了一個統一的企業業務視圖，包括所有職能和部門，以及一個企業資料庫，其中跟蹤了與財務、銷售、營銷、採購和人力資源有關的所有行動。實現

這一目標的目的是擴大客戶目標，並在緩慢轉向創新的市場中增加客戶份額（Vásquez和Escribano，2017）。

### 2.3. 製造執行系統

一個完全集成的系統的最後一個關鍵是製造執行系統（MES）。MES是管理層和生產層之間的一層溝通；它是一種軟體，允許組織層面（通常由ERP支援）與車間控制系統（其中採用了幾個不同的，非常定製的軟體應用程式）之間的數據交換（Meyer等人，2009）。

圖4很好地描述了不同系統如何適應製造和開發範圍。

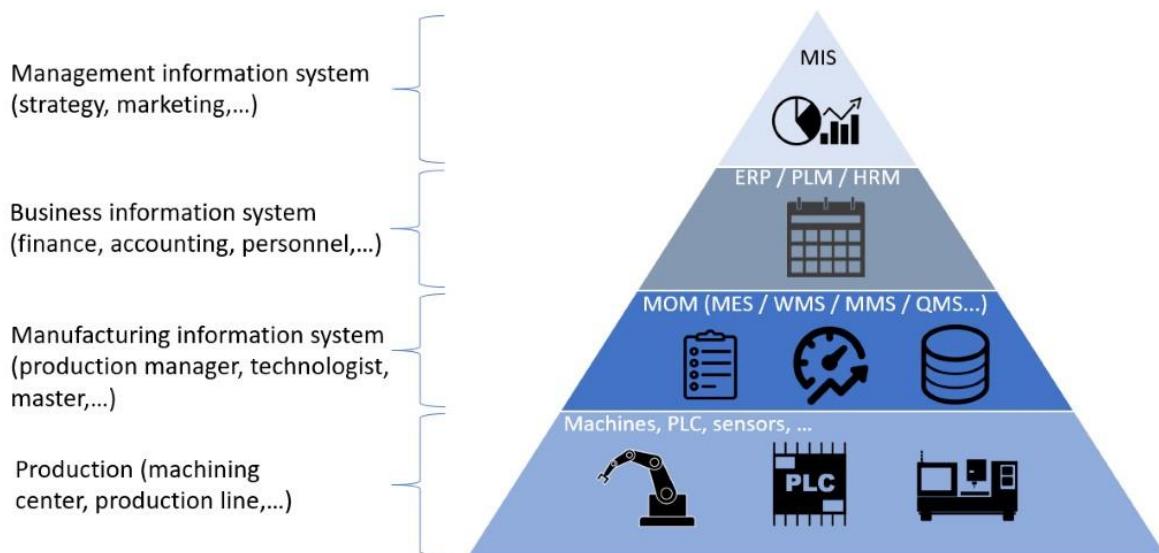


圖4 包括MES在內的不同系統的軌輯的可視化表示（改編自 [mescenter.org](http://mescenter.org)）

出於所有目的，MES的主要目標是提供數位和數據，這些數位和數據最終不僅用於確定產品的狀況和品質，還用於確定影響生產的所有過程。機器、感測器以及與產品接觸並提供任何類型的輸出的任何東西，基本上都是將所述數據交給 MES 進行即時分類和處理。例如，如果經理想知道即時生產數據或查看廢品率的圖形表示，則可以從MES軟體中獲得該數據。

傳統上，管理層將根據此類信息評估工作並做出決策。如前所述，這種數據收集非常適合ERP的使用，不僅因為如果輔以即時生產數據，資源管理可以更加詳細，還因為ERP的模組化通常意味著無縫集成。MES（如ERP）也已經經過了幾十年的驗證和實施，其實施已經標準化到合理的程度。

MESA International (1997年) 將MES的功能分為11類;此外，ISA95 – IEC62264 (2013)

標準中列出了每個企業層以及每種資訊系統的任務。該標準還為資訊系統之間交換的數據結構提供了定義，旨在加強其集成;然而，它主要關注ERP-MES-車間集成 (D'Antonio et al. , 2015) 。

相比之下，PLM 研究要新得多，而 PLM-MES  
集成是這項工作的主要重點，更是如此。（第3章）介紹了這種整合的挑戰和最新的技術，以及它背後的理論結構。現在，我只想指出，由於MES提供反饋，通過以檔的形式生成資訊來協調更改並驗證結果，而PLM則專注於按檔組織跟蹤更改，因此PLM-MES集成肯定具有價值。

## 2.4. 工業4.0

工業 4.0  
一詞在現代文獻中一再被提及，作為生產發展的下一步或當前步驟。它代表了第四次工業革命，第一次工業革命以採用蒸汽動力為標誌，第二次以主要使用電力為標誌，第三次以數位技術的實施為特徵。圖5很好地代表了工業革命的進展。

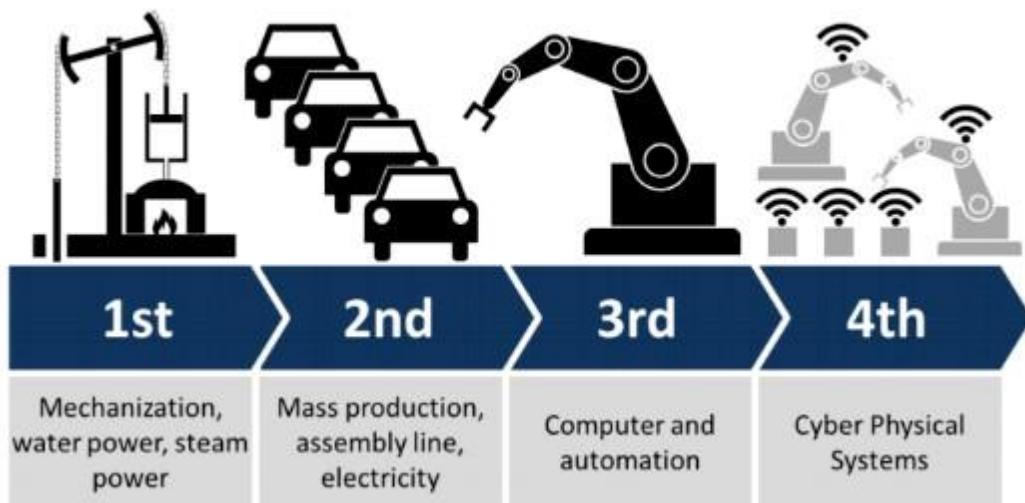


圖5行業演變（改編自STANCIOIU Alin , 2017）

從廣義上講，第四次工業革命最終以數位連接與生產之間的全面融合為標誌。眾所周知，數位網路的發展是維持現代世界的關鍵技術。它改變了人類互動和做生意的方式。然而，目前應用於工業的水準是否構成工業革命仍然不確定，因為在所有

其他革命中，都以產量的急劇增加為標誌，而這一次尚未發生。事實上，我們仍有待達成工業4.0的共同定義。

然而，被廣泛接受的是，至少有 3 種技術是工業 4.0 的特徵。這些是物聯網（IoT）、雲計算和資訊物理系統（CPS）的發展，其中最後一個對於本論文的背景尤為重要。

CPS是由一個真實實體（例如，一台機器）及其相應的虛擬模型組成的系統——嵌入所有模型以模仿真實對應物的行為——能夠相互通信（D『 Antonio等人，2017）。這個想法是，如果一個人要開發一個關於系統中過程的所有物理儀器的數位孿生（DT），該過程允許數字對應物相互交互以及與物理世界交互，那麼所述過程的創新或變化將更快、更有效地發生。例如，工程師可以使用DT的交互來類比變化，然後，如果成功，可以即時將變化自動應用於生產線，執行測試，收集數據並將其反饋給系統，而無需手動輸入，所有這些都通過網路完成。

從這一切中得出的要點是，PLM-MES系統可能是實現適當CPS的第一步，因為它提供了虛擬化和必要的控制，以達到虛擬孿生體附近的東西。值得商榷的是，它目前在工業應用中的影響有多深。

儘管如此，工業 4.0 一詞（如果有的話）是對數位連接、網路發展和互聯網在工業中日益增長的應用的有用含義。

工業 4.0 範圍內通常包含的另一個術語是所謂的批量大小 1 或批次 1。這是在客戶訂單不會啟動供應鏈設備移動的系統中，根據買方的個人規格定製每個專案的想法；它打開了製造機器。

其背後的理論是，隨著生產和開發變得越來越靈活，這種製造不僅變得可行而且具有吸引力。擁有量身定製的產品意味著沒有存儲要求，沒有庫存開銷，當然還有 100% 保證銷售。這個概念無論如何都不是新鮮事物，事實上它比工業 4.0 早得多。在《改變世界的機器》一書中，作者（Womack et al., 1990）討論說，為此，精益生產者在組織的各個層面僱用了多技能工人團隊，並使用高度靈活、自動化程度越來越高的機器來生產種類繁多的產品。

在某種程度上，“一手數”只不過是這種思維的外推。當然，該行業尚未達到這種生產靈活性水準，但這種心態似乎已經可以在更多的模組化生產中一瞥。最好的例

子之一是亞馬遜包裝系統。例如，買家收到來自亞馬遜的包裹，其中包含根據其特定訂單專門為他/她包裝的混合產品。雖然本質上是膚淺的，但這代表了對客戶的高度定製。

另一個很好的例子是電子原型設計。目前，有些公司採用您的印刷電路板設計和BOM，以低成本提供小批量組裝的原型。電子設備的原型製作曾經是一個非常昂貴的過程，但一些公司已經將他們的生產靈活化到能夠快速可靠地交付的程度。同樣，這是可能的，因為電子元件本質上是模組化系統，即使複雜性很高。下圖（圖6：電源適配器電路示例專案）是該學生在一週內設計並由JLCPCB製造的電子電路示例。

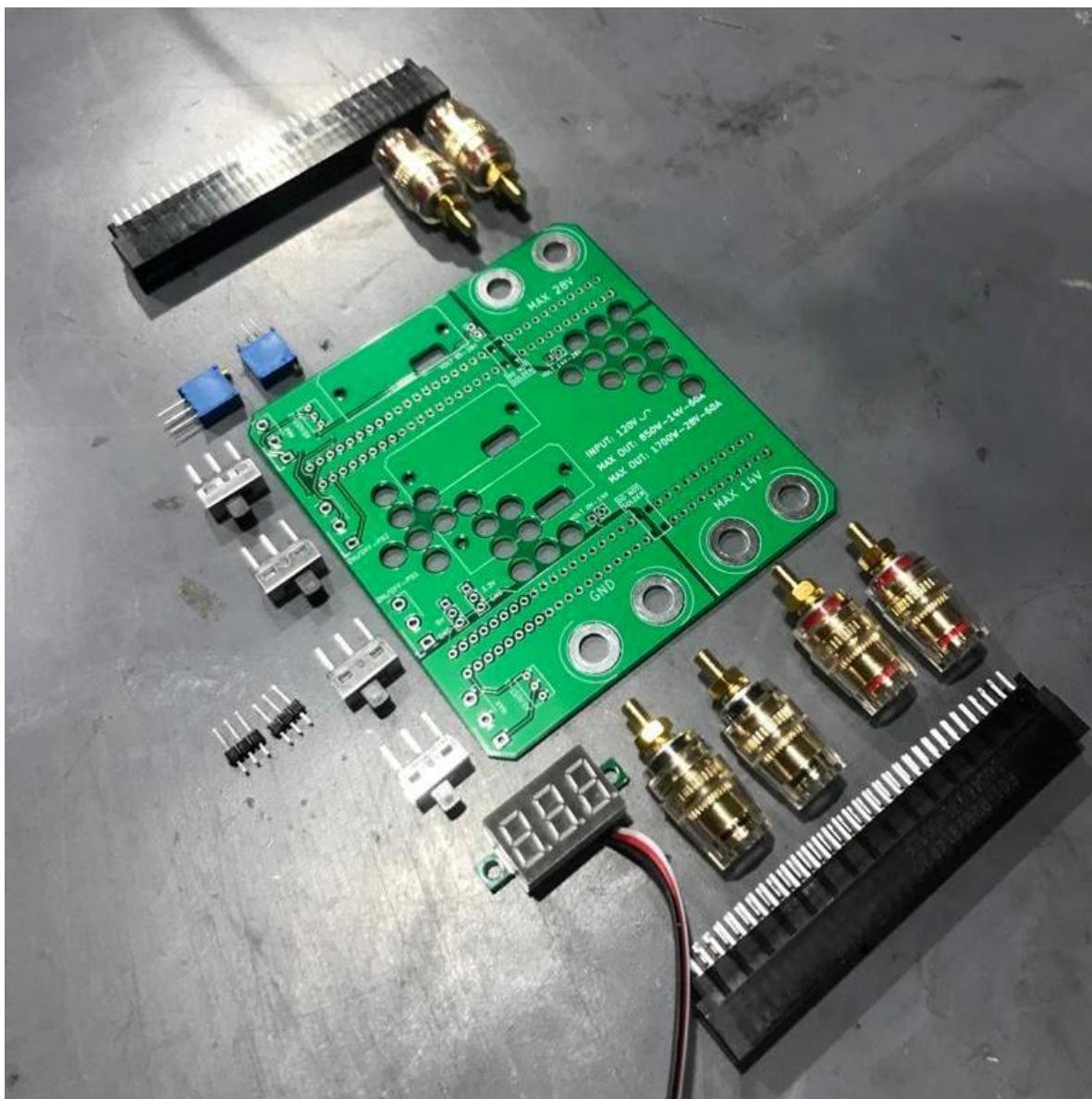


圖6電源配接器電路示例專案

總而言之，其結果再次是對變革的控制和管理的更大需求。這意味著PLM-MES系統的實施將有很大說明。PLM將需要在小批量產品的整個生命週期中管理變化和創新，而MES將提供必要的即時反應和反饋，以減少可能導致整個批次丟失的錯誤。

### 3. 章節

#### PLM 和 MES 的最新技術與整合

不幸的是，關於PLM和MES系統之間集成的研究並不多。但是，對於上述整合的最可能影響，似乎達成了共識。這些是同步和更嚴格的公差。

正如D'Antonio等人（2015年）所解釋的那樣，該案例研究側重於涉及航空應用精密部件製造的案例研究，部署監測和控制系統的第一個優勢是產品品質的提高：感測器允許檢測，測量和監測影響過程性能或產品品質的變數，事件和情況。

將 PLM  
與任何其他系統整合的核心問題之一圍繞著資訊的擁有權。一個可能的解決方案依賴於資料庫集成以及系統之間的中間件的使用。正如Saaksvuori和Immonen（2008）所寫的那樣。一個合理的目標是資訊應始終在一個地方更新。其他系統可以直接從PLM

資料庫中讀取資訊，如有必要，可以在其他系統的資料庫上複製所需的資訊，如圖 7 所示。雖然它主要從PLM-ERP集成的角度指出了這一點，但從PLM-MES集成的角度來看，它仍然非常有價值，因為它是一個例子，說明如何通過圍繞將不同性質的檔案載入到集中式PLM-ERP系統中的系統來期望更好的操作。

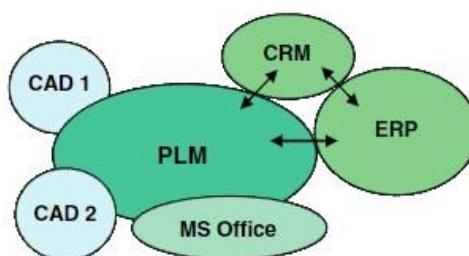


圖 7 PLM 集成示意圖（Saaksvuori 和 Immonen，2008 年）

因此，中間件將是一個軟體框架，以使用者友好的方式組織和連接提供給系統資料庫的所有資訊。這種應用程式也稱為集成應用程式，正如Stark（2015）所指出的那樣，這些應用程式支援在PLM應用程式之間交換產品資訊（例如，CAD應用程式和CAE應用程式之間）。它們還支援在 PLM 應用程式和其他企業應用程式（如 ERP 和 CRM）之間交換產品資訊。

以一種非常相關的方式，這種中間件思路得到了擴展（Ben Khedher et al., 2011）。在他們關於實現集成MES+PLM的不同系統架構的工作中，他們描述了中介系統在Web服務架構中的使用。如圖 8 所示，所提出的架構使用基於 Internet 技術的數據交換來說明公司，尤其是擴展型公司，利用 Web 服務產生的機會。根據 W3C 的定義，“Web 服務”的概念是指旨在支持網路上可互操作的機器對機器交互的應用程式（程式或軟體系統）（Ben Khedher et al., 2011）。

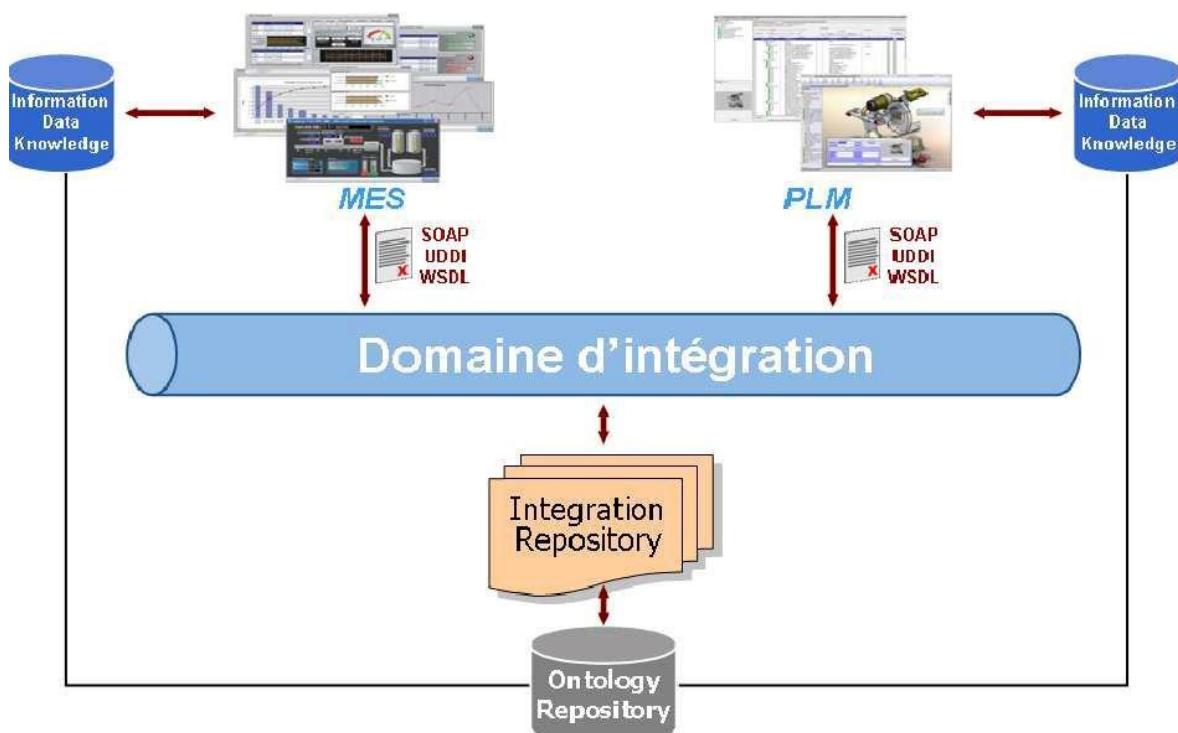


圖 8 Web 服務架構圖（改編自 Ben Khedher et al., 2011）

從這項工作的角度來看，這種擴展之所以如此重要，是因為Odoo軟體通過類似的Web服務架構以類似的方式工作。從理論上講，Odoo軟體可以充當中間件，通過本地網路工作或託管在雲中，並制定前面提到的集成層。

### 3.1. 這種集成在實踐中會是什麼樣子

如第

2

章所述，PLM

的主要思想是管理與產品相關的所有流程中的變更，它主要通過使用虛擬化來實現。這裡的虛擬化一詞表示現實世界的專案對數字空間的表示，可以想像，有幾個抽象層次可以表示真實的對象或過程。因此，對於虛擬表示必須達到多深和/或多詳細才能達到其目的，關於 PLM 沒有確切的共識。

在一個理想的世界里，這將是最低的抽象形式，從本質上講，它將歸結為數位學生，如第2章所述。這是生產週期各個方面的“1對1”數位表示，其中涉及的每個零件都將具有數位表示，不僅包含物品的物理特徵，還帶有隨時間產生的所有資訊。為此，如第2章所述，MES在獲取DT所需的實時資訊方面發揮著重要作用。

例如，一台數控機床將有一個用於類比的數位  
3D  
模型，以及它生產的所有部件的完全集成清單、有關其當前生產水平的數據、其機械部件的當前磨損、與之相關的所有其他機器、受其影響的所有更改和改進的歷史以及許多其他方面，所有這些都很好地封裝在一個直觀的圖形使用者介面（GUI）中，允許最大程度的交互。

在小說之外，我們還沒有達到這樣的虛擬化水準。獲取和組織資訊到如此細枝末節的水準需要花費太多的時間和金錢，尤其是需要手動插入的方面，更不用說如何整合和交互這些資訊的主觀性了。無論如何，在理想情況下，確定對這種實現最重要的方面是有用的。

這些是：

◆ 虛擬化手段

使用什麼樣的資訊來構建虛擬物品。這包括直接附加到專案的元數據和檔。  
在理想情況下，這將包含有關該專案的所有可能資訊。

◆ 數據輸入方式

如何載入和組織此資訊。理想情況下，這些資訊將儘可能自動地載入到系統中，無論是在品質控制期間通過MES還是通過使用條碼掃描器等自動輸入工具。

#### ◆ 存取方式

如何向使用者呈現此資訊。儘管比前面的方面更主觀，但這對於系統交互的方式非常重要。信息可用性的直觀性正是 PLM 的核心優勢所在。畢竟，如果與系統交互的唯一方式是命令行介面，這將使最終使用者難以訪問資訊，那麼一切都將是徒勞的（即使其他一切都是完美的）。

#### ◆ 集成方式

專案及其包含的資訊如何相互作用並相互受益，即與其他系統和關鍵軟體的集成。例如，如果專案可以訪問 cad 檔，則無需手動填寫元數據欄位。鋤頭物品可以自動影響其他物品也起到了這方面的作用。

## 4. 章節

### 公司及產品介紹

可以想像，這項工作的獨特之處之一是它專注於一個特定的軟體解決方案，該解決方案在易於實施不同類型的業務方面往往非常靈活。這與大多數關於PLM實施的用例相反，在這些用例中，業務案例是恆定的，系統是圍繞它構建的。儘管如此，為了評估Odoo作為PLM

+

MES工具，重要的是要考慮一個例子。這樣做的好處是，可以為此選擇一家虛構的公司，從而最大限度地提高軟體在模擬過程中的感知效果。

它正在考慮前面提到的所有系統，為了舉例說明，理論公司是按照工業 4.0 的模式組織的。該公司是一家最近成立的小型外殼製造公司，使用塑膠注射成型作為其主要生產手段，並使用增材製造和快速原型製作作為其業務戰略的一部分。正如第2章所解釋的，這些都是工業界在創新方面所採取的路徑的一個很好的例子，在這種道路上，大規模生產正變得越來越不如產品種類和上市時間重要。

為了最大限度地跟蹤變化，其大部分業務都基於主要自動化機器的較低生產批次。該公司專注於注塑塑膠產品的生產，並嚴重依賴柔性機械進行設置生產和原型製作。考慮到這一點，它應該足夠簡單，可以在評估軟體的範圍內模擬產品和流程的持續改進。由於這種不斷變化的生產極度依賴各種資訊管理，因此它必須被證明是應用PLM+MES的完美基礎。

在這個例子中，該公司自最近成立以來已經實施了Odoo軟體，並採取了所有必要的培訓和步驟來正確使用它。這樣可以消除在現有業務中實施PLM+MES系統時常見的界限和限制，即對遺留系統的依賴，對更改或與舊程式集成的管理阻力。這些顯然很重要，但不在這項工作的範圍內。

該公司的目標是在今年年底前生產出一款全新的產品。這樣做之後，該公司改進了該產品的生產過程。一旦需要改進產品，也會進行上述改進。

下圖（圖 9）將被視為產品開發和改進的路徑：

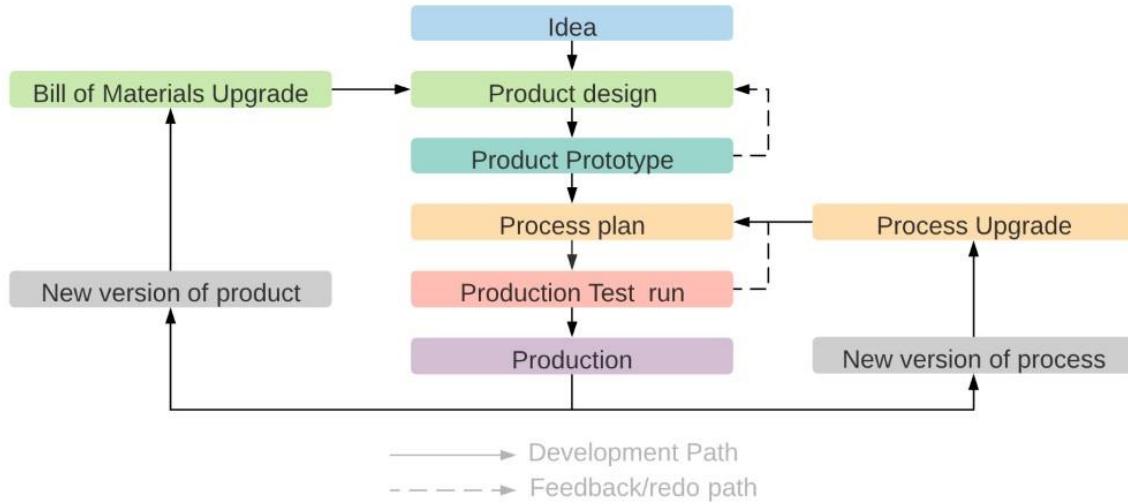


圖9 開發示意圖

這條道路旨在向讀者傳達一種反覆運算的開發和改進方法。這個想法之後是產品設計，原型設計和重新設計的迴圈生效，直到獲得令人滿意的結果。然後，在生產過程中也會發生類似的迴圈。在此階段結束時，初步開發完成，實際生產可以開始。

正是在這一點上，建立持續改進的方法很重要。就這家公司而言，我們只考慮兩種主要類型的升級路徑，分別是產品升級和流程升級。

#### 4.1. 產品和工藝

變化和效果是PLM+MES實施的重點，因此，理想情況下，所述變化的主題是可以提供合理程度的設計自由度。

儘管即使在變化極其有限的僵化製造環境中，實施良好的PLM+MES的效果也應該很大，但該系統將在創新蓬勃發展的企業中產生更多可感知的變化，因為將有更多機會改進系統並獲得反饋。

從改進的角度來看，如果將鈦金衝壓產生的產品（圖10）與CNC銑削程式的等效產品（圖11）進行比較，則很容易看出CNC銑削產品更歡迎升級。雖然衝壓成本較低（相比之下），但它依賴於生產成本極高的重質高精度金屬染料。這意味著對它進行更改的成本要高得多，因此，在跟蹤更改方面蓬勃發展的系統的影響變得有限。



圖10 衝壓AK74式步槍機匣示例（Brownells.com）



圖11 銑削AK74型步槍機匣示例（sharpsbros.com）

就這家虛構的公司而言，已經確定，體現  
效應的最佳方式是圍繞塑膠注射成型設計產品。乍一看，考慮這種製造程式似乎不  
直觀，就像前面描述的衝壓程式一樣，因為它在生產過程中也依賴於高精度模具。  
然而，兩者之間的主要區別在於原型製作的便利性和升級成本。

PLM+MES

注塑成型是一個廣泛而複雜的工程領域，涉及種類繁多的材料和方法，其中很少  
是這項工作所關注的。然而，需要指出的是，在大多數情況下，注塑成型中涉及的  
壓力比我們處理鋼時的壓力低一個數量級；較軟的材料可用於他們的模具，例如 CNC  
銑削鋁。同時，增材製造領域的新進展使得塑膠部件的原型設計成為可能，這些塑  
膠部件的物理特性更接近注塑件的最終結果。有時，在工藝升級期間，甚至可以使用  
原型模具（圖 12）進行小批量測試。



圖12 使用3D列印機制作的注塑模具示例（thefabricator.com）

增材製造已成為超柔性生產的絕佳工具。這種持續改進的心態，尤其是在原型設計和反覆運算設計方面，是精益心態的標誌，這種心態在現代工業中是如此重要。

如上一節所述，在本案例研究中，它被認為是虛構公司創造新產品及其生產過程。該產品由一個塑膠小型計算機機箱組成，由 3 個不同的部件組成（圖 13），預計這些部件的設計和原型設計將結合增材製造和 CNC 銑削以實現塑膠注射成型生產。

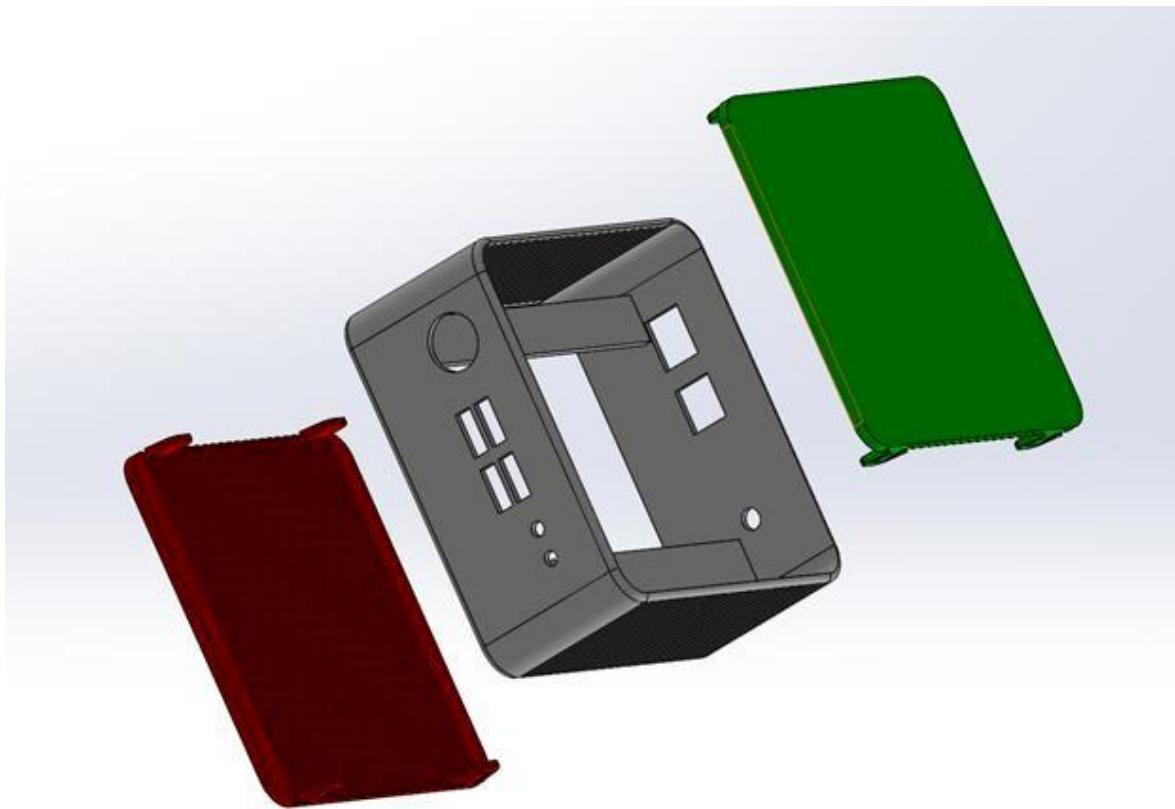


圖13 理論乘積的3D分解圖

#### 4.1.1. A部分

PART-

A（圖14）是計算機機箱的核心結構。預計它將包含所討論的小型電腦正常運行所需的所有部件。為此，選擇了一種原料A，即丙烯腈丁二烯苯乙烯（ABS），這是一種不透明的熱塑性聚合物和工程級塑膠。它通常用於生產電子零件，如手機適配器、鍵盤鍵和牆壁插座塑膠護罩。

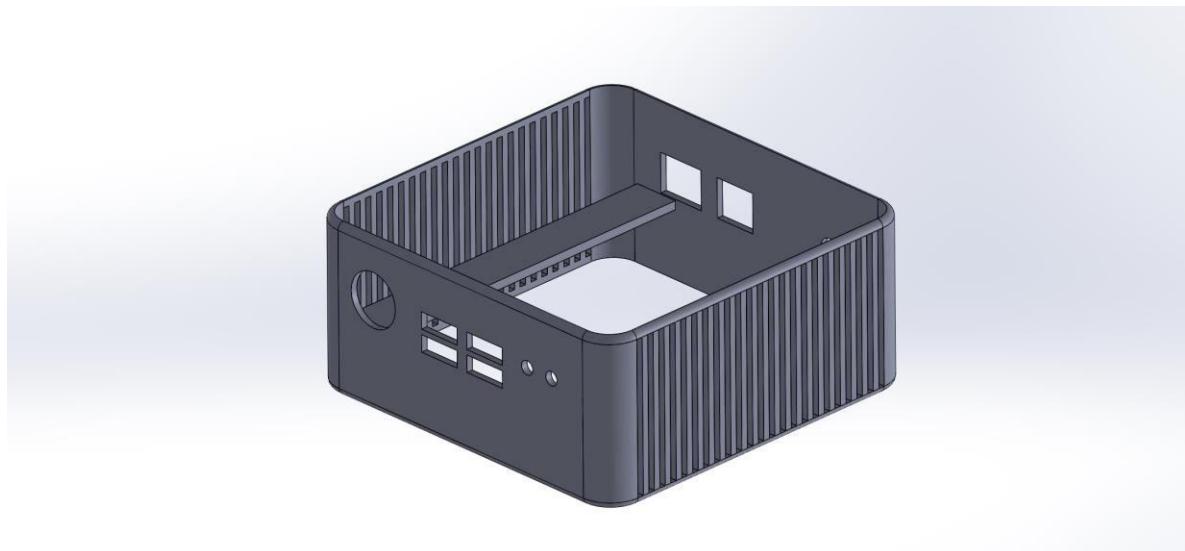


圖 14 零件 A 的等軸測檢視

特別選擇這種材料的主要原因是它的韌性、良好的尺寸穩定性（冷卻後不改變尺寸）、高抗衝擊性和表面硬度。最後，它通常也以3D列印長絲的形式用於擠出3D印表機，這應該在原型製作過程中被證明非常有用。

#### 4.1.2. B 和 C 部分

B 和 C 部分是蓋子，應卡入到位，關閉系統。這些是非常簡單的部件，需要一定程度的彈性，因此它可以變形以確保無螺絲組裝。這兩個相同的部件將由熱塑性聚氨酯（TPU）製成，因為它具有彈性和出色的拉伸和撕裂強度。這種聚合物通常用於生產需要類似橡膠彈性的零件。熱塑性聚氨酯在高溫下表現良好，常用於電動工具、電纜絕緣層和體育用品。最後，TPU還以長絲的形式提供，用於3D印表機，用於類比，將用於原型製作。



圖 15 B 和 C 部分

#### 4.1.3. 模具

理想情況下，所有模具都應由鋼製成，以延長模具的使用壽命和產品品質。話雖如此，為所有零件選擇的注塑塑膠與壓力無關，其形式也不那麼複雜，因此假設用精密 CNC 加工製成的鋁模具應該足以生產上述零件。

還假設所有模具都足夠簡單，可以使用3D列印進行原型設計。雖然這並不總是正確的，但對於這個模擬來說，它被確定為足夠的代表性。這些原型中使用的材料類型是使用 SLA 3DPrinter 固化的高溫退膠。此外，在生產過程中，模具將被視為要開發的主要物理方面，因為它直接影響生產，並且可以在內部生產並像產品一樣進行跟蹤。

#### 4.2. 模擬過程中分析的內容

考慮到圖 9 所示的圖表，以及第 3.1 節中描述的 PLM 和 MES 成功集成的主要方面，本實驗旨在對表 1 中的以下相關問題進行評論。

表1 需回答的問題摘要

類別	問題
該軟體如何處理專案？	是否代表了產品生命週期的所有方面？ 這些專案中的每一個都表現得如何？
創造一個全新的產品有多容易？	產品的描述方式 產品如何集成和引用相關文件？

	改變一個會影響另一個嗎？
創建一個全新的生產流程有多容易？	如何描述該過程？ 該過程如何集成和引用其生產的產品？ 改變一個會影響另一個嗎？
改進現有產品的難易程度	更新其元數據是多麼容易 確定更改的影響是多麼容易 該軟體如何處理不同的產品修訂版？
改進現有生產流程是多麼容易	更新其元數據是多麼容易 確定更改的影響是多麼容易 該軟體如何處理不同的生產過程修訂？
查找與產品或流程相關的數據有多容易？	查找生產編號有多容易？ Odoo 如何生成性能數據？ 軟體如何呈現性能因升級而變化？

## 5. 章節

### ODOO軟體

#### 5.1. Odoo軟體簡介

Odoo是一款商業業務管理軟體，與開源社區有著密切的聯繫。最初是作為開源ERP軟體開始的，作為一個經濟實惠且直觀的軟體包而廣受好評，該軟體包在集成和可擴充性方面蓬勃發展。從那時起，隨著公司的加速增長，它改變了他們的商業模式，包括企業付費版本和在線服務。

如第2.2節所述，現代ERP系統通常是模組化的，就Odoo而言，由於社區開發的模組以及公司開發的高度集成的模組提供了令人難以置信的擴展量，這種模組化尤為明顯。這種可擴充性使該軟體與PLM+MES整合主題如此相關，因為PLM模組中存在PLM模組，並且其製造模組中具有明顯的MES功能。

在本論文的範圍內，目標是利用該軟體管理前面提到的虛構公司，並得出關於該系統中已經存在的PLM和MES集成的有效性的結論。

### 5.1.1. 工作原理

該軟體可以安裝在大多數 x86 計算機中，它支援多種操作系統，包括 Windows 和所有主要的 Linux 發行版。

理想情況下，Odoo 軟體安裝在連接到局域網的計算機中，並啟動一個 SQL 資料庫，該資料庫包含企業生成的所有必要資訊和檔（圖 16）。所述計算機基本上作為伺服器工作，並由網路中存在的其他機器通過瀏覽器訪問。這台計算機可以是專用伺服器，也可以是正在使用的桌面，但重要的是要記住，它必須在軟體運行所需的整個過程中保持打開和連接。

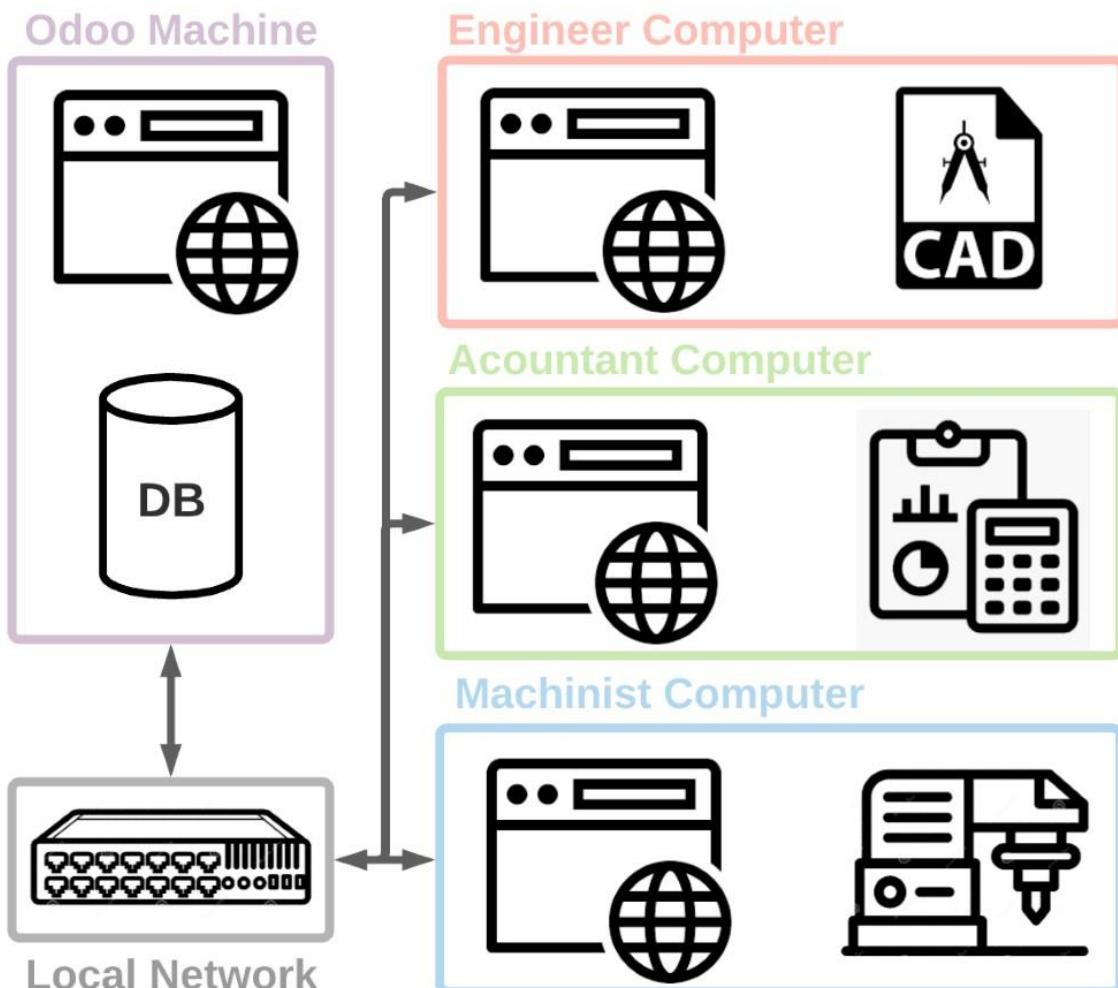


圖16 Odoo配置A功能圖

另一種選擇是使用 Odoo SA 提供的託管服務（圖 17）。在這種情況下，系統將由他們託管，數據將存儲在他們的雲中。這非常適合許多小型企業，特別是如果他們特別喜歡與網站相關的模組（用於構建和管理網站和電子商店）。但是，它依賴於網路，在某些情況下可能會帶來問題。

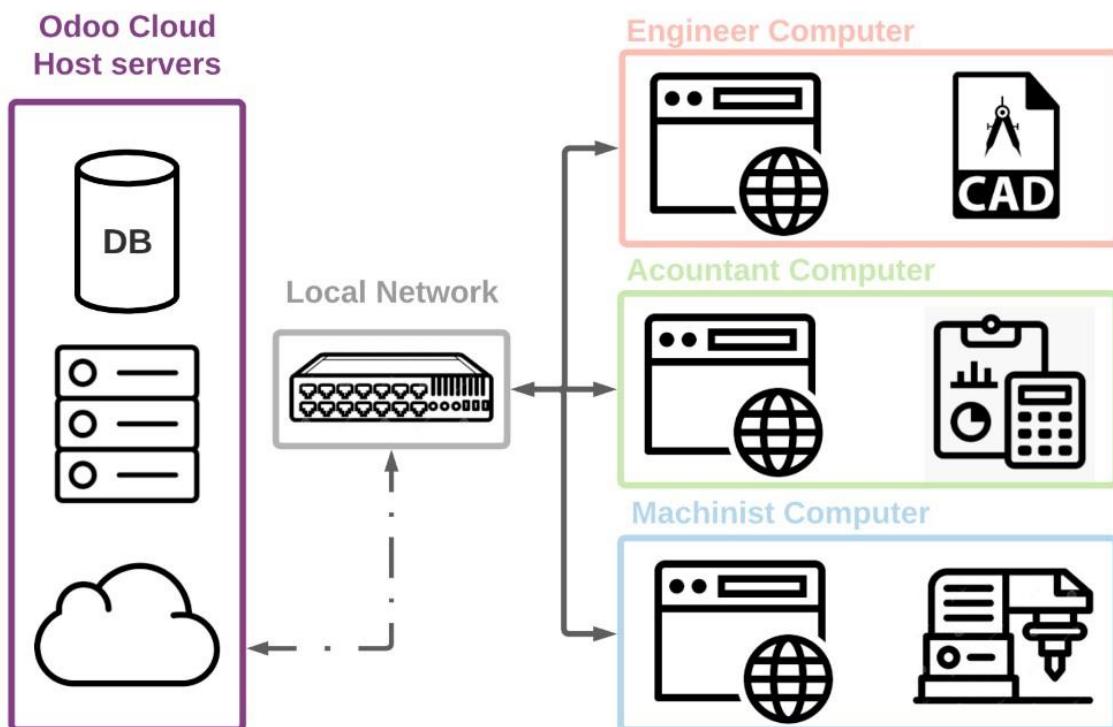


圖17 Odoo配置B功能圖

使用者基本上通過圖形使用者介面（GUI）與系統交互，並使用它來訪問每個用戶根據需要提供的不同模組。這意味著可以對不同的使用者施加限制，以保持對商務活動不同方面的控制，例如，會計師可以訪問會計模組、銷售模組和庫存模組，但他們將受到製造模組的限制。這種限制保證了對流程的控制只對適當的員工。

在上述 GUI 中，不同的模組顯示為應用程式圖示（圖 18），從一開始，該公司就提供了合理選擇的集成良好的應用程式，更不用說充滿社區製作模組的龐大應用程式商店了。

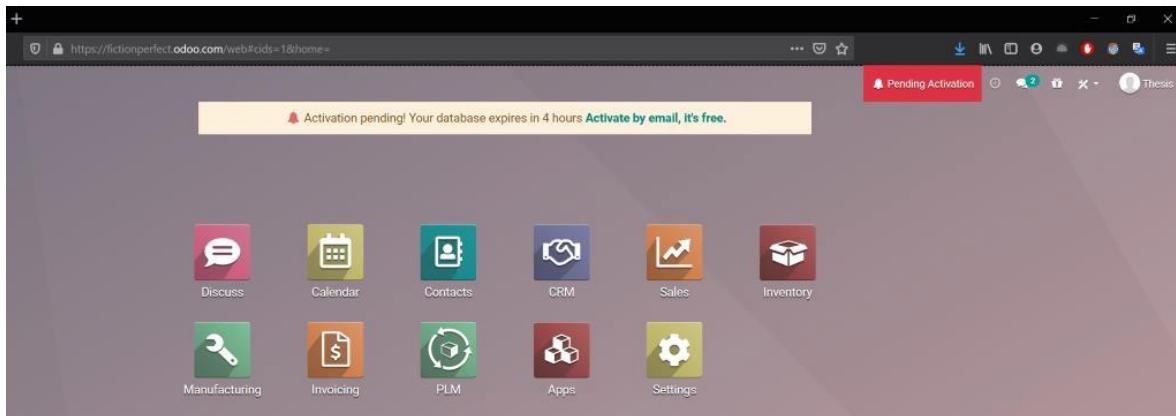


圖 18 配置 B 中 Odoo 的 GUI 螢幕截圖

### 5.1.2. Odoo對製造業的看法：

Odoo認為，製造任何產品的責任都分佈在不同的公司部門，每個部門負責特定的檔類型，並使用特定的應用程式進行處理（表2）。從PLM的角度來看，這是非常積極的，因為正如（Saaksvuori和Immonen，2008）關於用戶許可權管理所提到的，PLM系統用於定義資訊訪問和維護許可權。PLM系統定義了可以創建新資訊或進行、檢查和接受更改的人員，以及僅允許查看系統中的資訊或文檔的人員。在將PLM與其他系統整合時，用戶許可權管理通常是一個挑戰。

表2部門與文檔/應用程式的相關性

部門	文件/應用程式
工程	CAD 和 BOM
製造工程	工藝路線、工作表、工作中心
採購/採購	採購訂單，詢價
庫存操作員	收據、條碼
製造工頭	製造訂單、計劃
製造運營商	工作訂單
庫存操作員	交貨
品質	警報、分析、控制點
部門	文件/應用程式
工程	工程變更單
保養	預防/糾正

從Odoo的角度來看，在任何常規製造過程的開始，第一步將是工程師通常使用CAD軟體設計產品。完成後，他們將創建物料清單（BOM），這是生產產品所需的元件或材料清單。在這一點上，重點放在製造過程本身。

流程的軟體檢視側重於工藝路線、工作表和工作中心，這是由製造工程團隊完成的。工藝路線是產品在生產過程中經歷的一組步驟。工作表是製造操作員的指令，工作中心是進行生產的地方。Odoo認為這些是將工程師計劃付諸實施的要求

採購部門將負責詢價 (RFQ) 或採購訂單 (PO)。庫存操作員根據這些採購訂單處理收據，這通常是使用Odoo中的條碼應用程式完成的。如本章第一節所述，Odoo主要是一個ERP系統，在這一點上，可以注意到一些以ERP為中心的特徵，例如對庫存和資源管理的關注。這將在以下各節中進一步分析，但公平地指出，這些RFQ和PO被視為資料庫中的專案。

只有當您擁有所需的設計、工藝和材料時，Odoo才會考慮製造。然後，製造領班將創建製造訂單 (MO) 並通過工作訂單 (WO) 和工作中心管理製造操作員的計劃。然後，製造操作員可以按照工作訂單開始生產。產品生產完成後，它們會自動出現在庫存資料庫中，該資料庫與包裝和交付一起由庫存部門管理。

Odoo認為質量團隊負責分配控制/檢查點，並識別產品或生產中可能存在的問題。從MES的角度來看，這些品質控制檢查點非常有趣，因為它代表了在生產過程中即時收集的有價值的生產數據，即，可以在每件作品生產後分配尺寸檢查，機械師將填寫尺寸以跟蹤品質隨時間推移。

如果是設計問題或有改進的可能性，可以發出工程變更單 (ECO)。這又回到了製造工程團隊的手中，並將專注於更新文檔和BOM。ECO是Odoo處理系統內跟蹤變化的核心。在PLM方面，這是關鍵，事實上，這是Odoo應用程式PLM的重點。所述應用程式能夠執行到什麼程度是下一節的主題。

### 5.1.3. Odoo的信息結構

每個模組都側重於操作在資料庫中保存元數據的特定面向物件類。這些是負責虛擬化產品生命週期各個方面的虛擬專案，如（第3.1節）中所述。不同類型的專案具有不同類型的帳戶並持有不同類型的數據，即產品專案代表特定產品，並包含與其交互和使用相關的元數據，以及指向其他可能專案的連結，這些專案密切相關，例

如其責任使用者或製造所需的物料清單。Odoo使所有這些資訊都可以通過其瀏覽器介面訪問和交互（圖19和圖20）。為了保持一致性，本文檔將特定專案表示（例如 Bolt）稱為“專案”，並將專案類型（產品）稱為“專案類”。

The screenshot shows the Odoo Inventory interface. At the top, there is a purple header bar with the title "Inventory" and navigation links for Overview, Operations, Products, Reporting, and Configuration. Below the header, the word "Products" is displayed. A green "CREATE" button is located on the left side. The main area contains six product cards arranged in two rows of three. Each card includes an image of the product, its name, ID, price, and quantity on hand.

<b>Acoustic Bloc Screens</b> [FURN_6666] Price: 2,950.00 € On hand: 16.00 Units	<b>Bolt</b> [CONS_89957] Price: 0.50 €
<b>Corner Desk Black</b> [FURN_1118] Price: 85.00 € On hand: 2.00 Units	<b>Corner Desk Right Sit</b> [E-COM06] Price: 147.00 € On hand: 0.00 Units
<b>Drawer</b> [FURN_8855] Price: 3,645.00 € On hand: 175.00 Units	<b>Drawer Black</b> [FURN_8900] Price: 25.00 € On hand: 0.00 Units

圖19 Odoo關於專案的介面示例

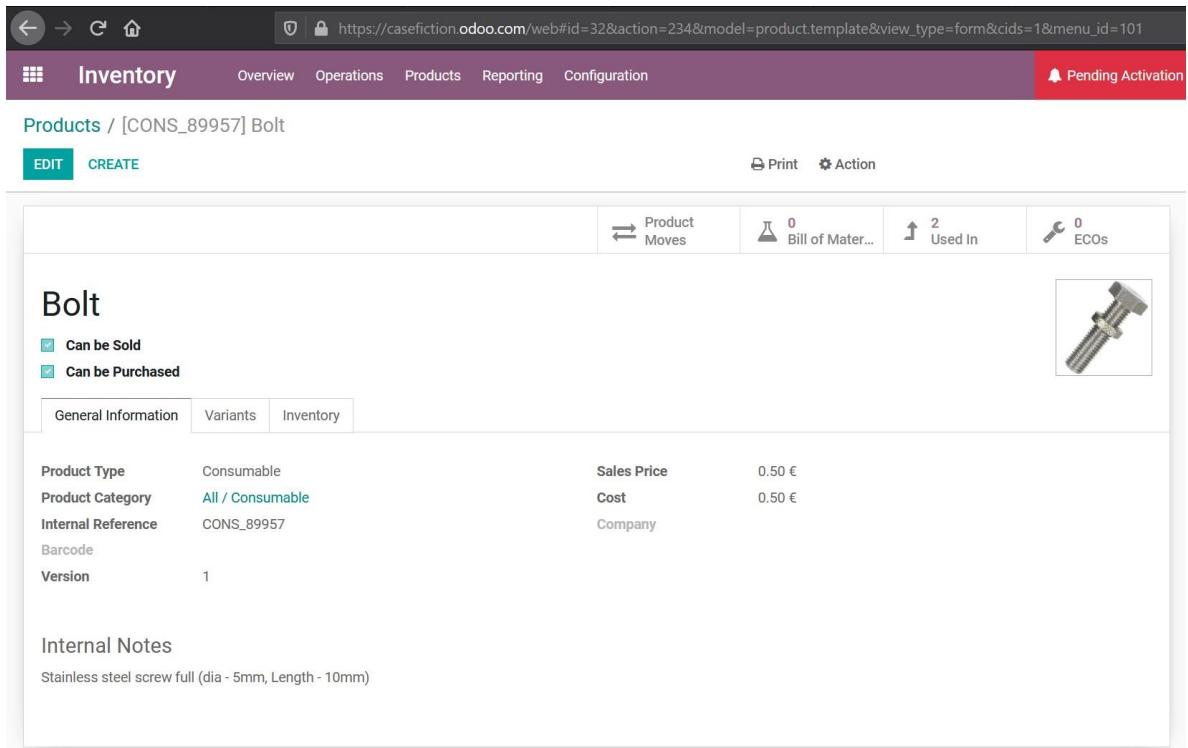


圖20 GUI顯示的特定專案及其元數據示例

在Odoo中，有幾種類型的專案類（有些包含大量元數據，有些保存很少），它們都具有不同程度的關係和集成。由於這項工作的範圍僅限於 PLM 和 MES 功能，因此重點放在與之相關的專案上。以下各節將對Odoo製造過程的主要7個專案類別進行簡短的解釋，因為它的基本理解有助於讀者遵循類比。如下圖所示（圖21）。製造過程外部的其他專案將在整個模擬過程中呈現。

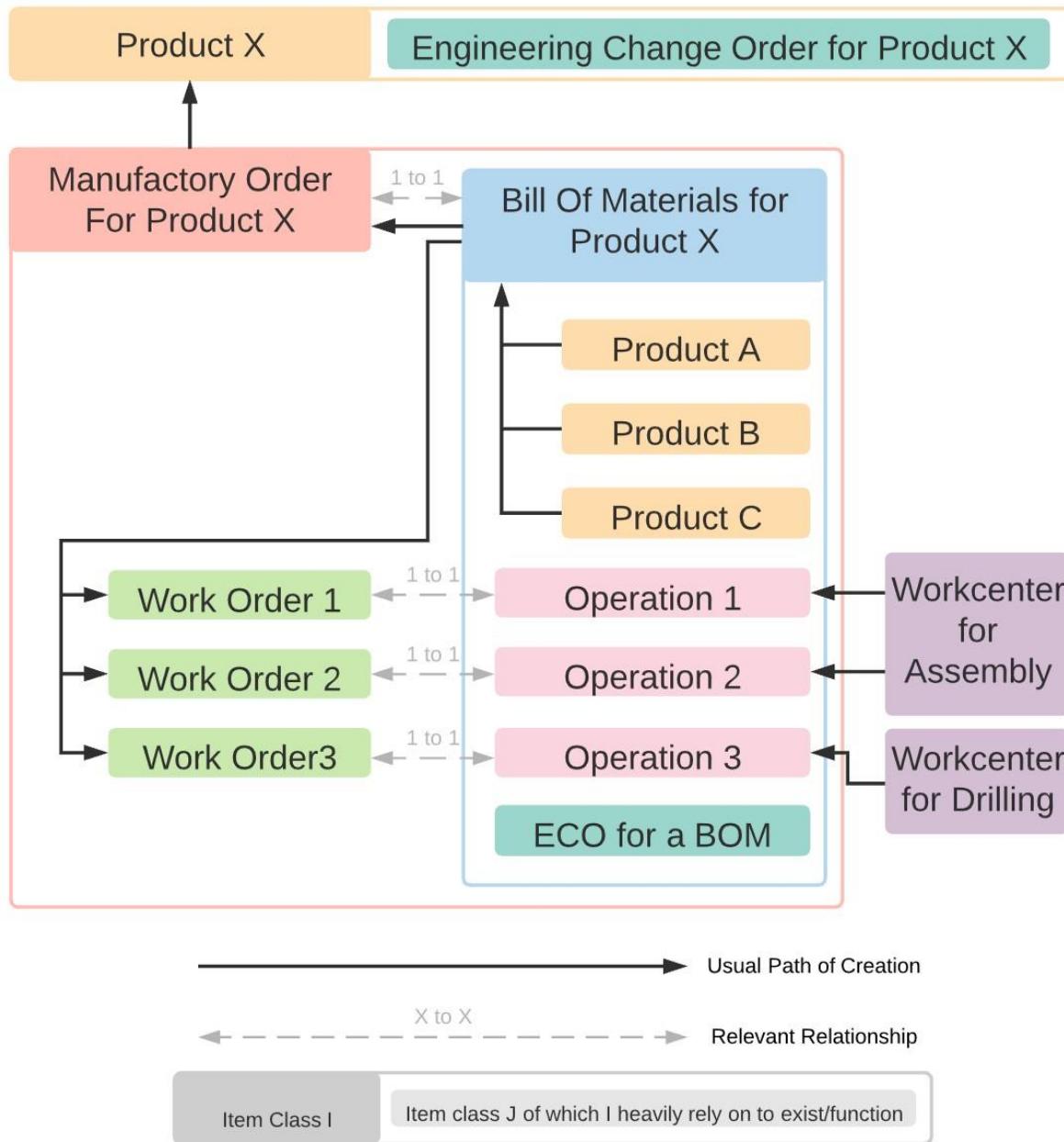


圖 21 簡化物料與產品製造的關係圖 X

### 5.1.3.1. 產品專案

每種材料、元件或產品都以產品類型為特徵，該類主要在Odoo的庫存應用程式中保存和管理。這意味著，在系統內，產品生產取決於其他產品的可用性，這些產品要麼按原樣購買，要麼從其他產品製造（圖22），即原材料也被視為產品，更具

體地說，是購買的產品，然後包含在BOM中以製造其他產品。這被認為是主要專案類，因為它既是製造的來源，也是製造的目標。

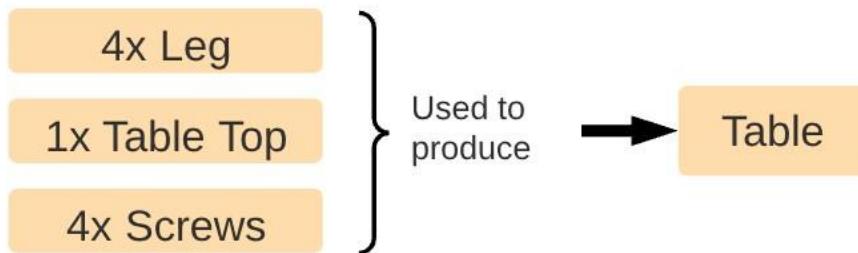


圖22簡化產品關係圖

#### 5.1.3.2. 工序物料類和工作中心物料類

工序專案代表將元件或原材料轉化為產品或新元件所需的製造工序，而工作中心專案則代表工序發生的地方，例如，在具有適當設備的砂光站（圖23）中進行打磨木材。該工作中心最終在Odoo中用作其生產計劃中的時間/設備管理工具。基本上，當生產中心滿負荷運轉時，它會暫停後續流程或將流程重定向到備用工作中心。操作項還負責保存生產過程中查閱的指令檔。

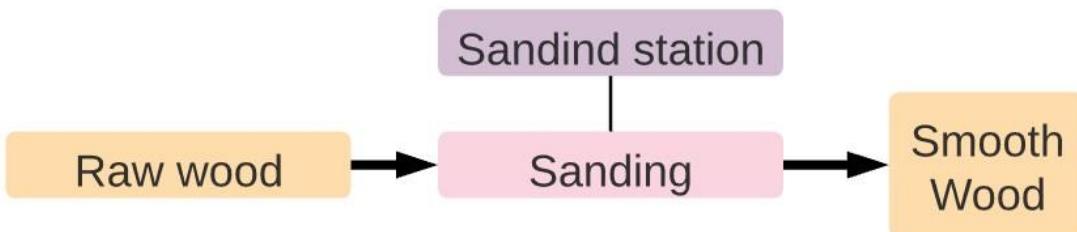


圖23簡化操作圖

#### 5.1.3.3. 物料清單項類

物料清單是構建產品所需的元件清單。然而，在Odoo中，BOM最好用PLM認為生產過程的虛擬表示來描述。考慮到前面提到的工序物料類，乍一看似乎有悖常理，但實際上，由於物料清單是複合物料，它直接指向生產最終產品所需的所有物料類型（圖24）。例如，假設要構建一個產品，需要3個不同的部件和4個不同的操作；所述產品的BOM將列出所有這些產品，並指定它們的使用順序。

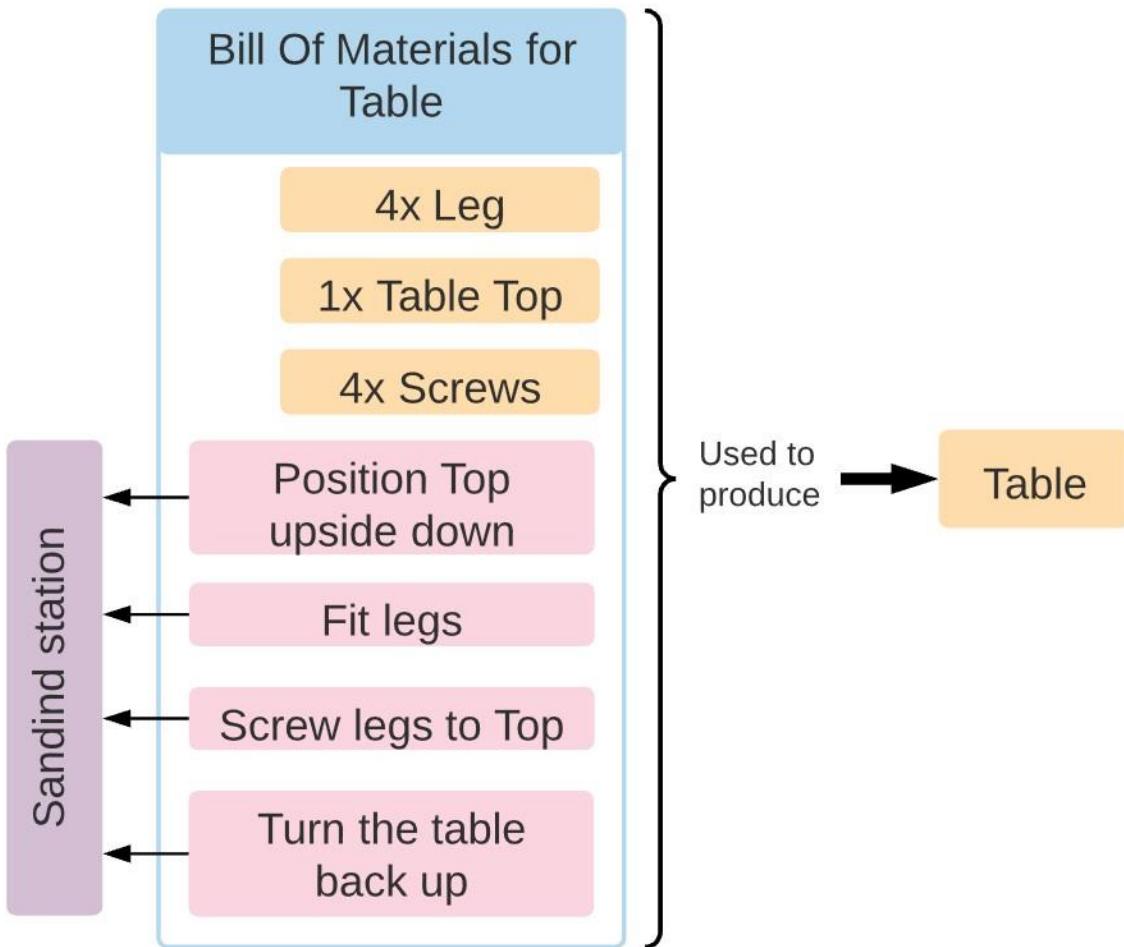


圖 24 簡化的 BOM 圖

#### 5.1.3.4. 製造訂單項類和工作訂單項類

在Odoo中考慮的標準專案中，訂單是代表系統內開始的訂單。他們發出信號，表明正在以某種方式和某個地方發生變化。對於製造訂單，它表示使用其物料清單作為基礎製造  
N  
個特定產品的訂單。正是由於該MO，Odoo會自動生成工單（BOM中列出的每個必要操作一個），並在整個可用的必要工作中心分配（圖25）。

工單是製造操作員與Odoo交互的主要形式，它呈現操作項指定的所有指令，以及對其完成的控制。當WO發生時，操作員通過介面發出信號，發出信號，發出信號，完成所有WO後，可以聲明 MO 完成，並消耗 BOM 中指定的材料和元件，並將產品的 N 份添加到庫存中。所有這些都使工單成為MES的核心部分。

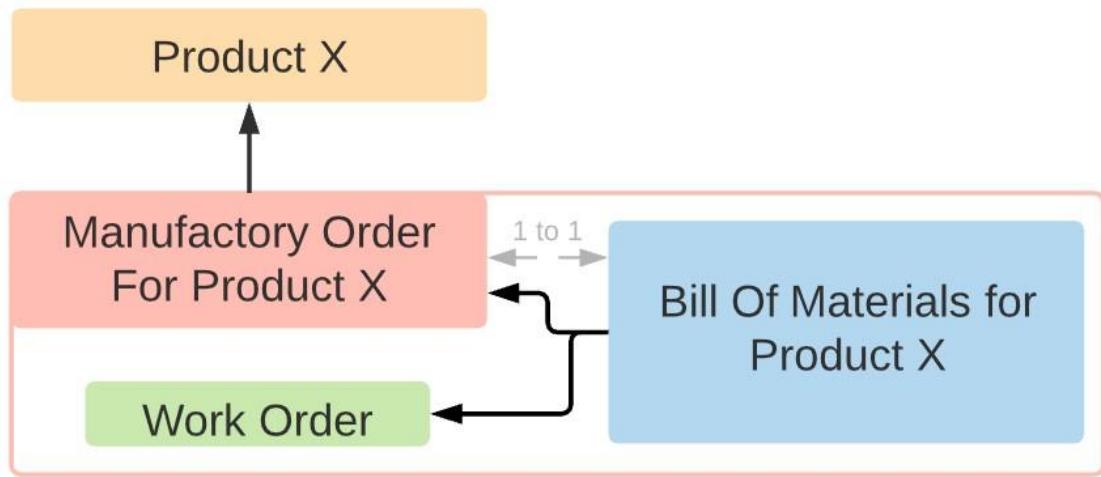


圖25簡化訂單圖

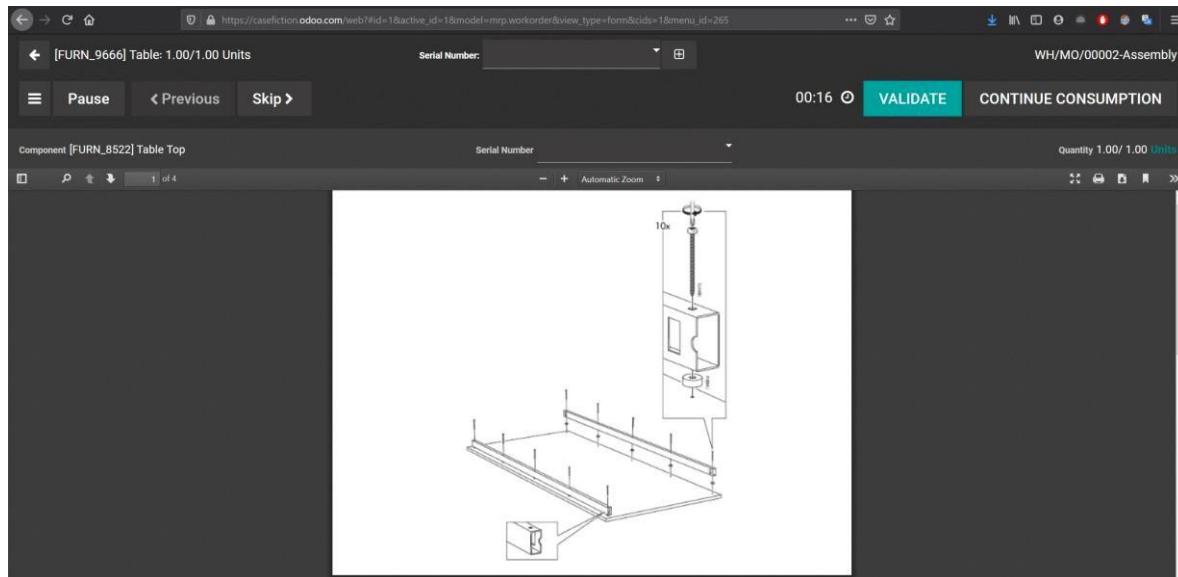


圖26 WO操作介面

### 5.1.3.5. 工程變更單

如第2章開頭所述，Odoo管理軟體主要將PLM視為跟蹤變更和改進的工具。它的應用模組是正常製造流程的外部，但充當其擴展。其重點專案類是工程變更單（ECO）。

## ECO

是一個專案類，它概述了對產品或將受更改影響的部件的擬議更改。換句話說，是與給定產品相關的每個人的中央資訊中心。

這個想法是發出需要更改產品項或項的信號，保留與更改相關的檔並應用更改，或者至少發出已實施更改的信號，同時保留所有先前更改的歷史記錄。所有這些都在未來非常有用，並作為簡化產品開發和說明改進產品/生產的過程。

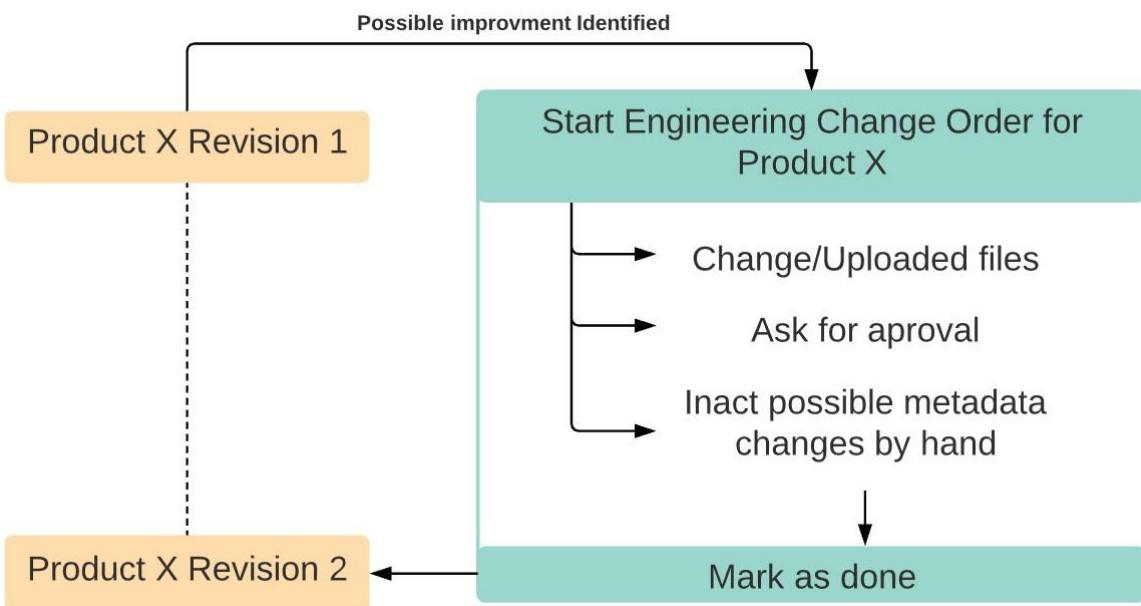


圖27簡化的ECO功能圖

## 5.2. 開始模擬

### 5.2.1. 為模擬選擇的軟體選項

對於此類比，已決定通過其基於Web的在線服務對Odoo軟體進行最佳評估。選擇不使用該軟體的社區版的原因如下：

- ◆ 使用基於Web的服務作為本地或遠端管理伺服器的實用性。儘管社區應用程式作為這項工作研究的一部分進行了測試，並且被認為是一個非常初學者友好的伺服器應用程式，但事實是，託管伺服器本身就是一項需要經驗和知識的工作。關於這種應用，市場已經轉向產品即服務，這是有充分理由的。在撰寫本

文時，COVID-19 大流行迫使許多員工遠端工作，並向市場表明 IT  
不是一項簡單的工作，Web 服務是一個有吸引力的選擇。

- ♦ 缺少Odoo社區版的官方OdooPLM應用程式。儘管Odoo的社區版有大量的社區應用程式，但這些應用程式的組織、描述、集成和支援充其量只能被發現。與其依賴可能跟不上主要軟體的應用程式，不如決定如果基於官方應用程式，對平臺評估會更公平。也就是說，僅僅依靠運氣來決定未來如何支援它，就拼湊出一個免費的解決方案是非常徒勞的。PLM 是這裡的重點，所以這是一個不容置疑的情況。

在撰寫本文時，Odoo允許您選擇其額外功能之一，例如PLM，並在其雲託管伺服器上無限期免費使用它。如果這項工作的唯一重點是 PLM 和製造，這是一個非常有吸引力的選擇。然而，這項工作的MES方面高度依賴於Odoo的其他應用，這意味著可以做的很少。為此，實驗是在Odoo企業版的試用版中進行的，它允許使用者在14天內使用系統，而沒有存儲或應用程式限制，全部託管在Odoo雲伺服器中（圖17）。

### 5.2.2. 相關的設置細節

有關Odoo設置的一些細節與其製造功能的正常功能有關。也就是說，在製造設置中啟用工作訂單是正確使用工作訂單項、工作中心項和工序項的必要步驟。

為這項工作所做的一个假設是，這是軟體ERP起源的保留，因為如果您要使用Odoo對製造進行任何嚴格的控制，那麼默認情況下不啟用此設置是相當不直觀的。從 Odoo enterprise v14 開始，可以在 Settings > Manufacturing > Operations > Work Orders 中設置此選項（圖 28）。

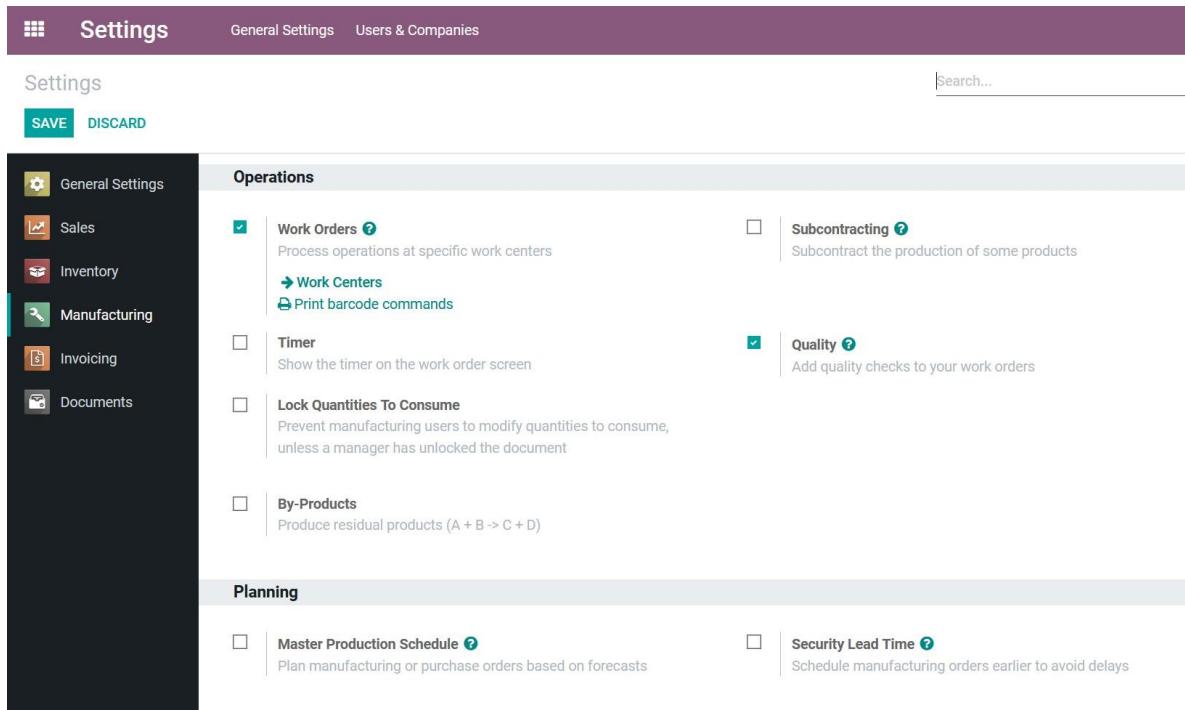


圖28 要啟用的特定設置截圖

## 5.3. 構建公司結構

### 5.3.1. 使用者

通過設置功能表設置和邀請使用者。可以針對業務運營的不同方面分配不同級別的許可權。消息傳遞、許可權、批准、職責都分配給使用者。這非常方便，即使它在製造範圍內的用途有限，也可以屬於虛擬物品類的範疇。它們的創建並不是絕對必要的，僅自己作為具有完全管理員憑據的使用者，該軟體就可以運行良好，但對於此類比，創建了5個使用者，如下所示，以代表公司內的不同員工。下面（圖29）是我的用戶帳戶項及其「評估許可權」的屏幕截圖，後跟是為公司創建的一個虛構使用者（圖30）。

Settings General Settings Users & Companies

RE-SEND INVITATION EMAIL NEVER CONNECTED CONFIRMED

Lucas

Access Rights Preferences

Sales	Accounting
Sales	Administrator
Inventory	Manufacturing
Inventory	Administrator
	Product Lifecycle Management (PLM)
	Maintenance
	Manufacturing
	Quality
Productivity	Administration
Documents	Administrator
	Administration
	Settings



圖29用戶介面截圖

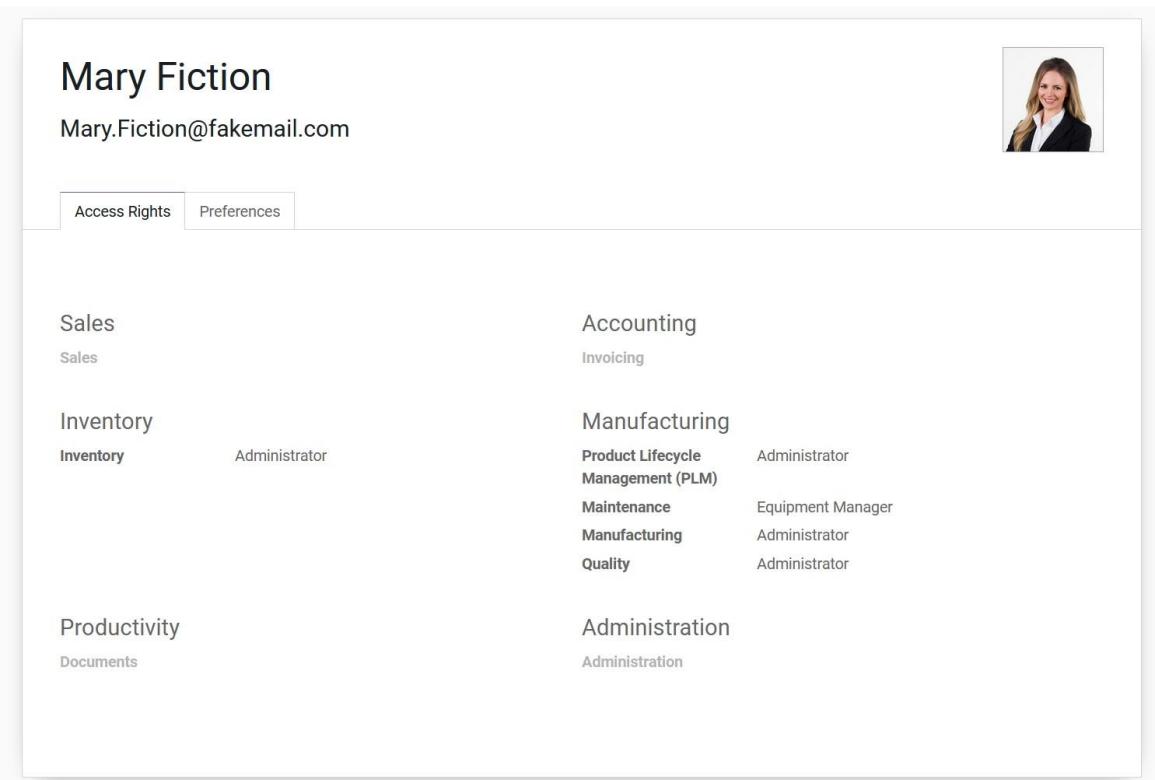


圖30 第二個使用者介面截圖

很高興指出兩者在訪問許可權上的不同之處。在此示例中，Mary Fiction 是以工程師身份創建的，因此她的大部分許可權都與製造程式有關，而她則被拒絕訪問其他部分，例如銷售或會計。

### 5.3.2. 工作中心和設備

工作中心在Odoo中非常靈活，可以根據需要進行更改和擴展。可以在創建產品專案后創建工作中心，以便在您對產品最終將是什麼有所瞭解后對車間進行重組。然而，對於大多數情況來說，這似乎是不現實的，因為工作中心在現實世界中是更嚴格的結構——它們的變化不如產品，因為它們往往容納重型機械。

在這個類比中，我們認為該公司從一開始就已經有 3 個工作中心，因此工作中心和機器是事先創建的。這對於有興趣實現Odoo並節省一些時間的讀者來說更有用。

我們從創建我們擁有的設備開始。這是維護組織中強調的項類。負責管理設備的應用程式是維護應用程式。下圖是Odoo如何描繪3D印表機設備專案的示例（圖31）。

The screenshot shows the Odoo Maintenance module interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for Dashboard, Maintenance, Equipments, Reporting, and Configuration. Below that, a breadcrumb navigation shows 'Equipments / Extrusion 3D Printer/FDM1'. There are 'EDIT' and 'CREATE' buttons. On the right, there's an 'Action' button and a notification icon for 'Maintenance' with 0 items.

**Extrusion 3D Printer**

Equipment Category: Additive Manufacturing Equipment  
 Owner: Clara Invented  
 Maintenance Team: Internal Maintenance  
 Technician: Lucas  
 Used in location: Work Center

Description | Product Information | Maintenance

Extrusion 3D printing, also called Fused Deposition Modeling (FDM) is a 3D printing process that uses spools of plastic or metal filament that extrudes through a heated nozzle layer by layer to create a 3D part.

圖31 Odoo3D印表機設備專案

除了這台 3D 印表機之外，還創建了以下設備，用於整個開發/生產過程（圖 32）：

The screenshot shows the Odoo Equipments module interface. At the top, there's a search bar and a 'CREATE' button. Below that, there are filters, group by options, and favorite icons. The main area displays a list of equipment records:

- Extrusion 3D Printer (Ultimaker 3)**  
FDM1  
December 2nd
- Stereolithography (SLA) 3D Printer (Formlabs 3)**  
SLA1  
December 2nd
- CNC Milling Machine (Proxxon 5)**  
CNC1
- Plastic Injection Molding Machine 1 (Krauss v2.4)**  
INJECT1
- Plastic Injection Molding Machine 2 (Krauss v2.4)**  
INJECT2

圖32設備專案概覽

這就是有關 PLM 的軟體限制開始顯現的地方。儘管設備專案允許您使用某種級別的元數據（描述文本、負責使用者、維護數據和供應商）。它不允許上傳任何類型的檔附加到專案類（機器手冊、報告等）。這是一個很大的弱點，因為檔管理是人們一致認為是 PLM

的一個主要方面。這將是此類比中反覆出現的主題，因為允許直接上傳檔的項目數量在Odoo中受到限制。

現在設備已經創建，可以創建他們的工作中心。有趣的是，工作中心專案的主要用途是管理每小時的時間和成本。這個想法是，分配給廁所的設備不應同時使用，理想情況下，運行成本差異很大的設備也應該位於不同的工作中心，以便更好地跟蹤時間/成本。

下面（圖

33）是一個工作中心專案的示例，用於表示在整個產品開發過程中使用的原型製作站。

The screenshot shows the Odoo Manufacturing interface for creating a new Work Center. At the top, there's a purple header bar with the title 'Manufacturing' and a 'Work Centers / New' sub-header. Below the header are two buttons: 'SAVE' (in green) and 'DISCARD'. The main form area has several sections:

- Performance Metrics:** OEE (0.00%), Lost Hours (0.00), Load Minutes (0.00), and Performance (0%).
- Work Center Details:** Name is 'Prototyping Station', Alternative Workcenters dropdown is empty, Code is 'PROTO1', and Working Hours is 'Standard 40 hours/week'.
- Production Information:** Time Efficiency (100.00%), Capacity (1.00), and OEE Target (90.00%). It also shows Time before prod. (00:00) and Time after prod. (00:00).
- Costing Information:** Cost per hour (35).
- Description:** A text field containing the note: 'From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation'.

圖 33 Odoo 原型站專案表示 1

讀者會注意到這個工作站（圖 34）是 3D 印表機和 CNC 機床所在的位置。通常，由於運營成本的差異，這些機器將分散在單個工作中

，並且因為它們在很大程度上是獨立的，但是，為了這種類比，這被認為具有足夠的代表性。

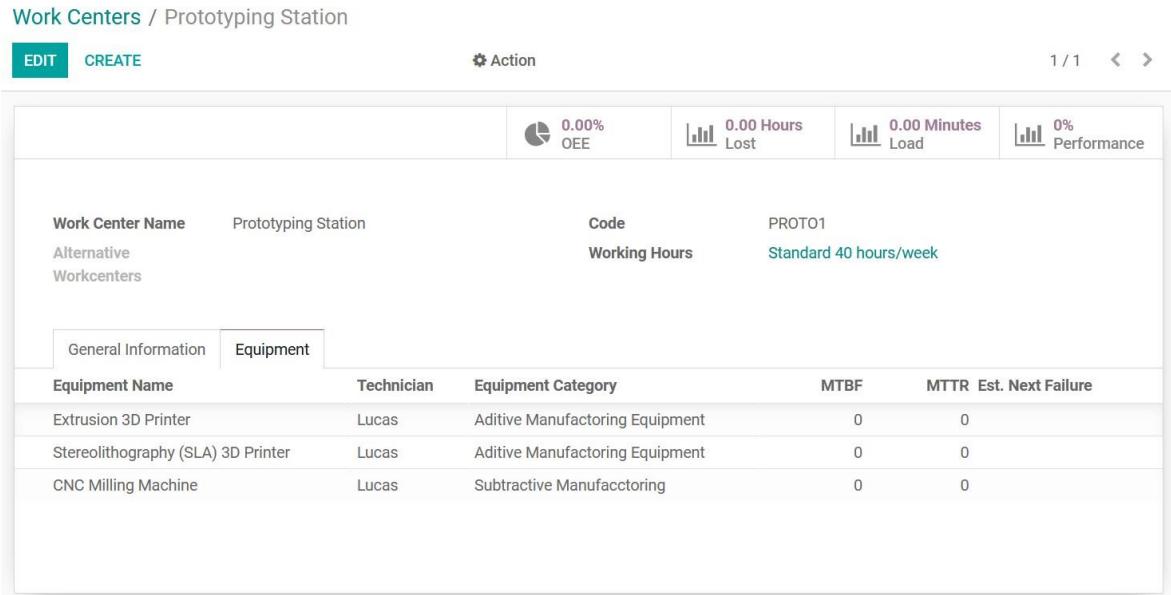


圖 34 原型站專案表示 2

還為類比創建了以下工作中心，並配備了必要的設備：

Prototyping Station Code PROTO1	Injection station 1 Code INJ-ST1
Injection station 2 Code INJ-ST2	Assembly Line 1 Code AS-LN1

圖 35 Workcenter 項概述

## 5.4. 開發

現在，公司的基本結構已在軟體中重新創建，可以開始模擬過程。首先，最引人注目的是使用 Odoo 的全新產品的開發方面（圖 9），因為這是公司創建的第一款產品，因此評估了 Odoo 用於組織原型製作程式的可能性。這包括從構思到設計和原型生產的路徑。然後，一旦產品作為原型達到可接受的結果，就會進行有關生產過程開發的工作。一旦正式生產運行完成，產品開發就被認為是成功的。

#### 5.4.1. 創意 - 設計 - 產品原型

如（第4章）所述，產品的想法已經確定，初步的設計特徵和基礎產品研究已經進行。這代表了Odoo軟體在現實世界中的實際實施，因為儘管Odoo具有良好的專案管理和通信應用程式，但這些應用程式是庫存和製造應用程式的外部，更重要的是，與工程設計CAD軟體沒有集成。在這個類比中，這個想法已經付諸實踐，並使用Solidworks軟體轉化為CAD設計，生成本地存儲在工程師計算機中的CAD檔。

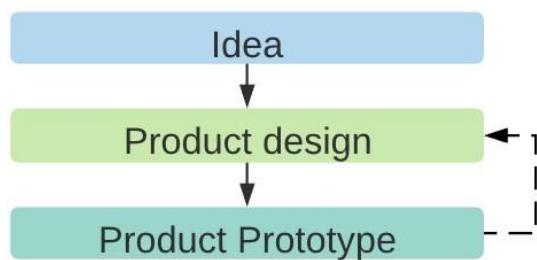


圖36產品開發的剖面圖

正是在這一點上，Odoo軟體的正式使用可以正式發生。第一步是瞭解就產品專案而言，生產主題是什麼。如何做到這一點有兩種方法：

- ◆ 第一種是將原型視為最終產品的早期修訂版，也就是說，在Odoo中創建的原型專案將與最終產品專案相同，並在開發過程中進行了修改。如果原型是通過與最終生產中使用的方法相同的方法實現的，則建議這樣做。這種方法的一個例子是，如果產品足夠簡單，可以同時進行產品和生產方面的開發。
- ◆ 第二個是將原型視為與最終產品分開的專案  
這是該類比中採用的路徑。做出這一決定的主要原因是，由於原型使用3D列印，因此我們的原型生產方式與最終生產方式不同。

從根開始，創建了一個名為 PROTO Alpha Case（圖 37）的產品項（Alpha Case 是產品的名稱）。從現在開始，我們將原型產品稱為“原型產品”。正如我們所看到的，這允許很好地表示原型專案。由於它是原型，因此不會將其標記為可以出售或購買的東西，並且銷售價格將設置為 0\$，因為它不重要。這個原型專案將用於連接其開發的不同方面，但現在它被擱置了。

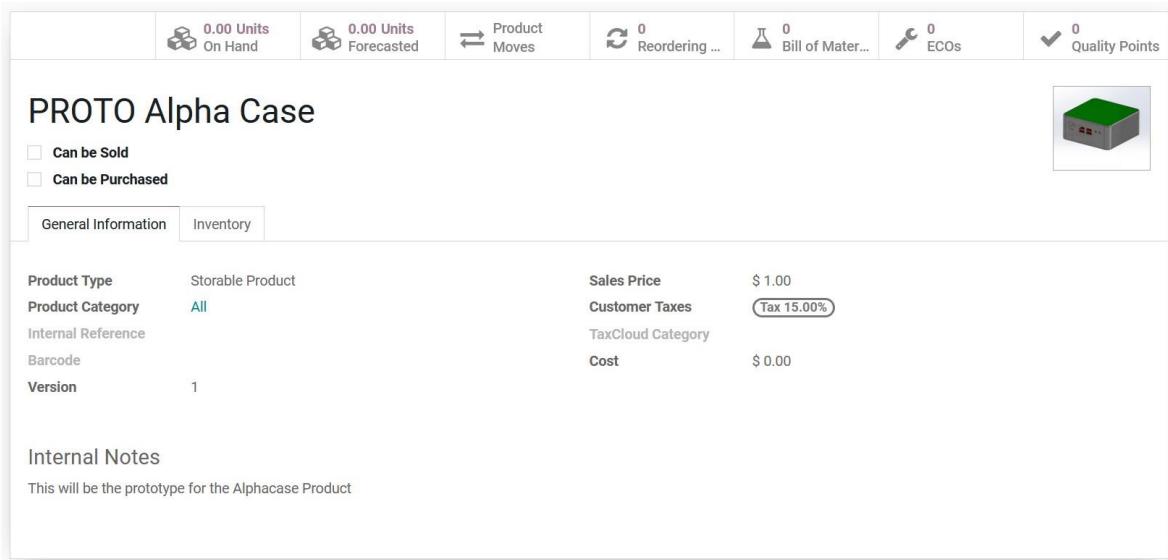


圖37原型產品專案圖

正如我們之前在第 3 章中所確定的，該產品將包括 A 部分、B 部分和 C 部分 3 部分。這些也需要作為產品進行原型設計和創建，以便將它們添加到PROTO Alpha Case的物料清單中。最後，決定使用特定的塑料長絲（參見第 4.1.1 節）進行 PROTO A 部分和 PROTO B 部分和 C 部分的 3D 列印，這些也需要作為產品添加（圖 38）。

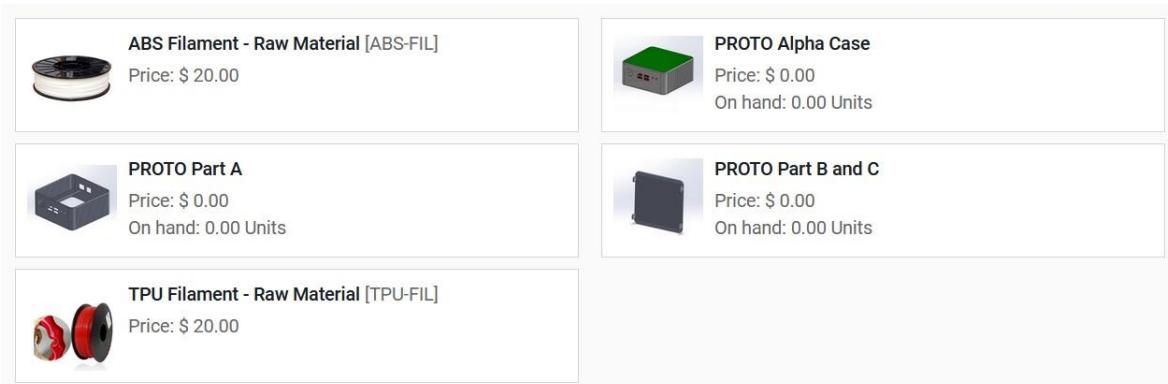


圖 38 原型的產品類專案概述

至此，Alpha Case 原型製作的相關產品專案已經完成，這使得創建其相關BOM成為可能。其中有 3 個，它們遵循（圖 39）中的結構：

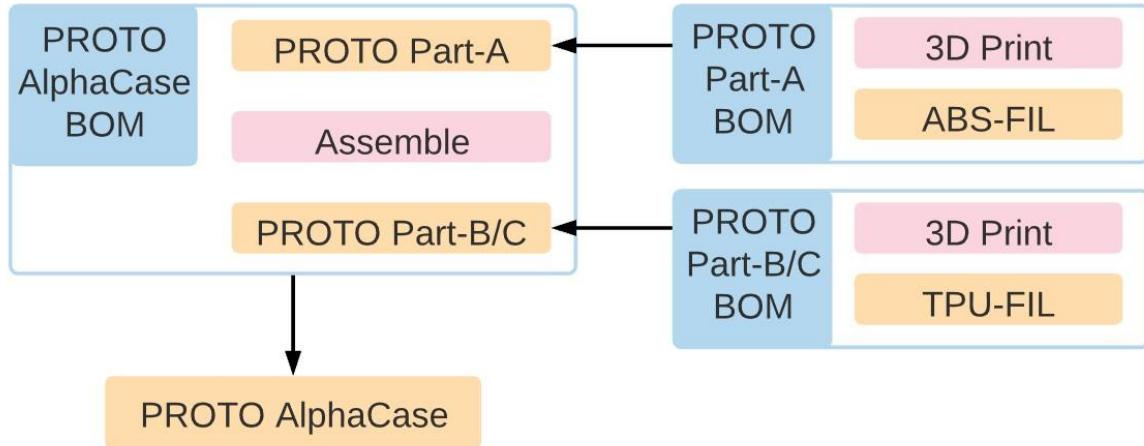


圖 39 原型製作的 BOM 圖

值得一提的是，Odoo在專案上使用了套件選項（圖40）來推斷該產品是另一個產品的元件。這非常有趣，因為它會自動在生產產品項之間創建依賴關係。

	Routing Performance	Structure & Cost	0 ECO(s)
Product	PROTO Part A		
Quantity	1.00		
Reference			
BoM Type	Kit		
Components	Operations	Miscellaneous	
Component			Quantity :
[ABS-FIL] ABS Filament - Raw Material			0 1.00
Components	Operations	Miscellaneous	
Operation	Steps	Work Center	Duration (minutes)
Printing	0	Prototyping Station	120:00
			120:00

圖 40 原型產品 BOM 影像 (A 部分)

正如讀者所看到的（圖 41），在製作 BOM 時，創建製造過程所需的特定操作專案並指定其工作中心非常簡單。Odoo中MES的最佳功能之一是能夠根據預設持續時間跟蹤操作時間。這可以根據跟蹤時間動態更改或手動設置。

同樣在操作項中，我們可以為操作添加指令檔。儘管它僅限於PDF文本或指向谷歌幻燈片文件的連結，但這是Odoo提供的為數不多的直接連接到專案的檔管理機會之一。

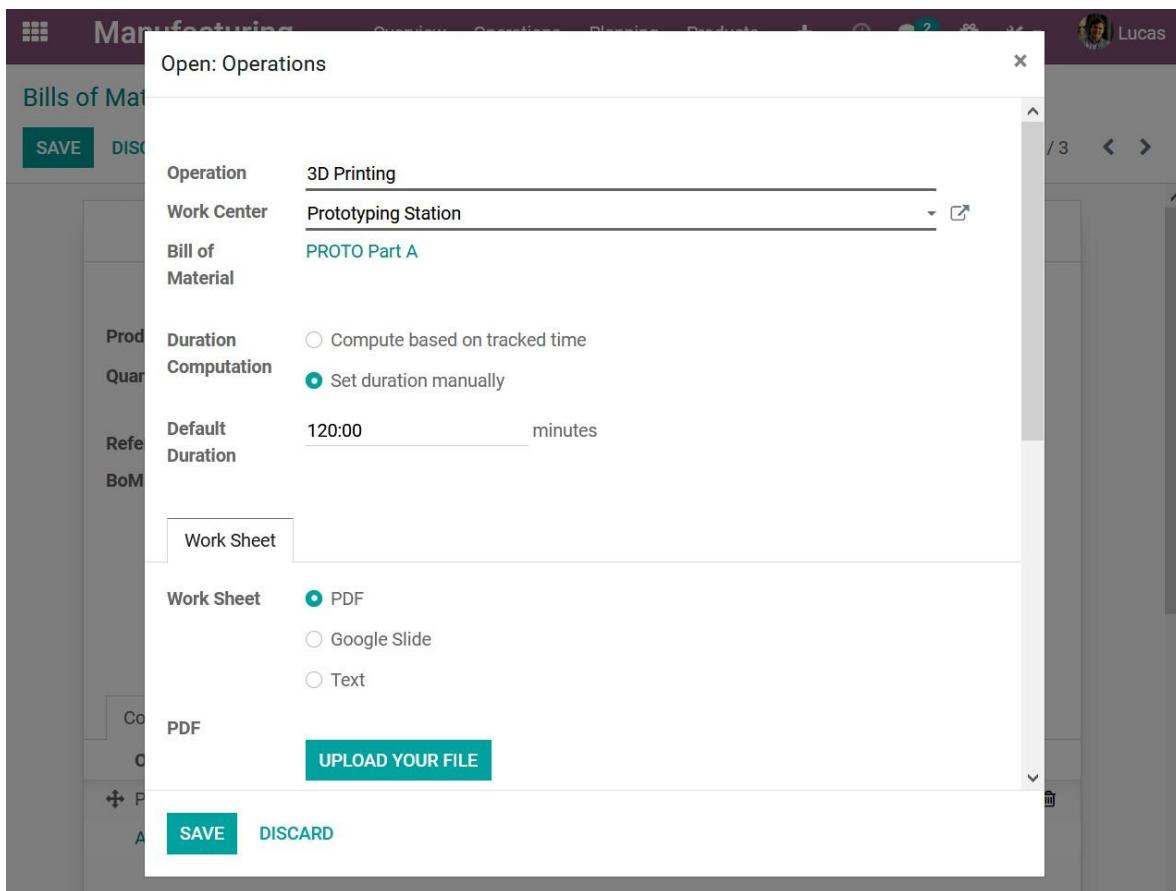


圖 41 Odoo 顯示的操作項目圖像（BOM Part-A）

Bills of Materials			
		Search...	Q
<input type="button" value="CREATE"/>		<input type="button" value=""/>	<input type="button" value=""/>
□	Product	Reference	BoM Type
□	❖ PROTO Part A		Kit
□	❖ PROTO Part B and C		Kit
□	❖ PROTO Alpha Case		Manufacture this product

圖 42 為原型設計創建的 BOM 概述

說到這種缺乏上傳機會，我們可以注意到，在製作產品專案時，無法直接將有關產品的檔上傳到專案。在我們的案例中，我們有關於我們正在原型製作的零件的 CAD 檔，從 PLM 的角度來看，無法以任何方式上傳這些檔將是一個完全失敗的過程。值得慶幸的是，有一個解決方法。如第 5.1.3.5 節所述，ECO 是鏈接到產品物料或物料清單並允許將上傳的檔附加到其中的物料。這是一個次要的解決方法，但基本上意味著如果我們想以任何有意義的方式將 CAD 檔上傳到專案，即使沒有進行“更改”

Products / PROTO Part B and C / Engineering Change Orders / ECO0001: Files Upload For PROTO

SAVE DISCARD

UPDATE DOCUMENTS NEW IN PROGRESS VALIDATED EFFECTIVE

0 Documents

Short Summary  
ECO0001: Files Upload For PROTO

Type	New Product Introduction	Responsible	Lucas
Apply on	Product Only	Effectivity	<input checked="" type="radio"/> As soon as possible
Product	PROTO Part B and C		<input type="radio"/> At Date

Tags

Note Routing Changes Approvals

Description of the change and its reason.

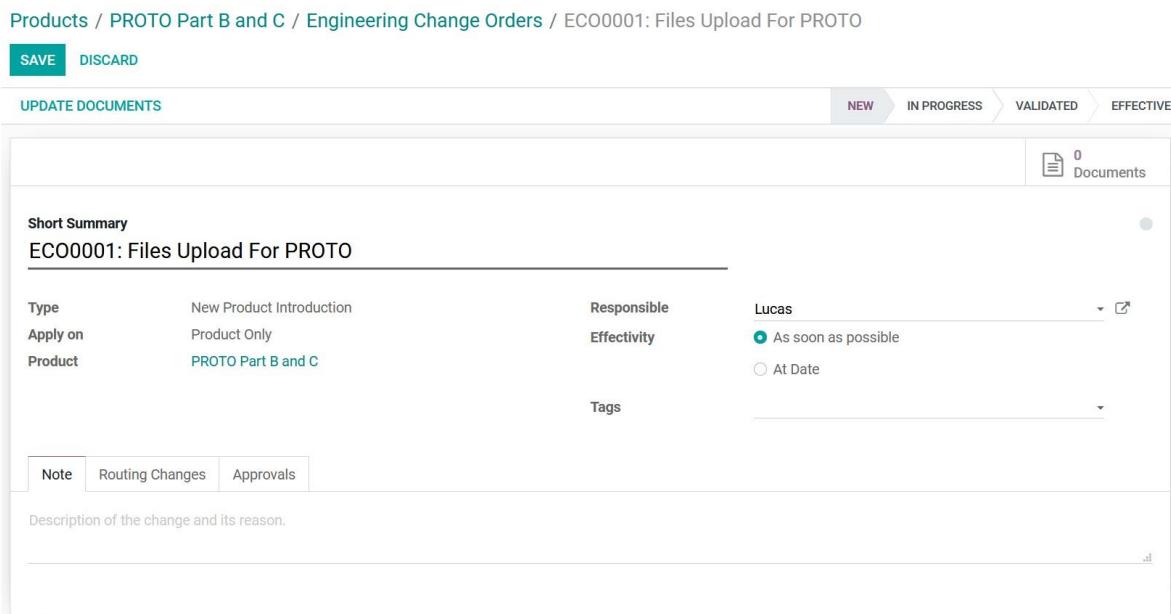


圖 43 ECO 示例

只能假設這是Odoo團隊戰略的一部分，即在其ERP基礎中將PLM作為外部應用程序實施。這是合理的，但這仍然是該軟體介面為數不多的不那麼簡單的方面之一。這是一個非常有價值的功能，但它有些隱藏。文件圖示僅在創建並保存ECO後才會出現在右上角（圖 43）。

Products / PROTO Part B and C  
 / Engineering Change Orders  
 / ECO0001: Files Upload For PROTO  
 / Attachments

**UPLOAD**

Part1 - Copy.SLDprt

☆☆☆

圖44 ECO附件概覽

由於Odoo和CAD軟體之間沒有直接集成，因此上傳檔不會導致產品元數據自動更改。從PLM的角度來看，這並不理想，但它仍然是一個實現良好的功能。通過允許產品項目不僅直接連結到一個現有的 ECO，而且連結到曾經應用於該專案的所有 ECO 的清單，該軟體在跟蹤版本控制和開發方面做得很好。

為了過程式控制，可以做一些有趣的事情，即在操作中添加品質控制點。這允許負責人員在生產過程中向工程團隊提供有關要點的反饋。在我們的案例中，我們擔心3D列印翹曲。這是在3D列印過程中溫度變化很大時發生的情況。為此，將創建一個品質控制點專案（圖 45），該專案將詢問操作員以檢查工件中是否存在翹曲並標記通過或失敗。

Quality

Overview Quality Control Reporting Configuration

Quality Control Points / QCP00001

EDIT CREATE Action 1 / 1 < >

QCP00001

Title	Check for warping	Control Type	All Operations
Products	(PROTO Alpha Case) (PROTO Part A) (PROTO Part B and C)	Type	Take a Picture
Operations	CaseFiction Design : Manufacturing	Team	Main Quality Team
Work Order Operation	3D Printing	Responsible	Lucas
		Worksheet	Do not update page

Instructions Notes

Print the part and check for warping from the 3D printing, take a picture for reference

圖45原型生產的品質控制點專案

原型周期的最後一步是生產用於測試和評估的原型。在Odoo中，製作是一件非常簡單的事情，也是我們之前所做的一切都彙集在一起的點。元數據和已創建的物料允許我們啟動製造訂單（MO）（圖46）。這反過來又從物料清單中列出的操作和元件中提取必要的工單。為製造操作員顯示工單，並且可以開始/跟蹤生產。

Manufacturing Orders / New

**SAVE** **DISCARD**

**CONFIRM** **MAINTENANCE REQUEST**

DRAFT CONFIRMED IN PROGRESS DONE

### ☆ New

Product	PROTO Alpha Case	Scheduled Date	11/02/2020 19:47:16
Quantity	1.00	To Produce	Lucas
Bill of Material	PROTO Alpha Case		

Components	Work Orders	Miscellaneous
Product To Consume		
[ABS-FIL] ABS Filament - Raw Material	1.00	<span style="font-size: 2em;">Delete</span>
[TPU-FIL] TPU Filament - Raw Material	2.00	<span style="font-size: 2em;">Delete</span>
<a href="#">Add a line</a>		

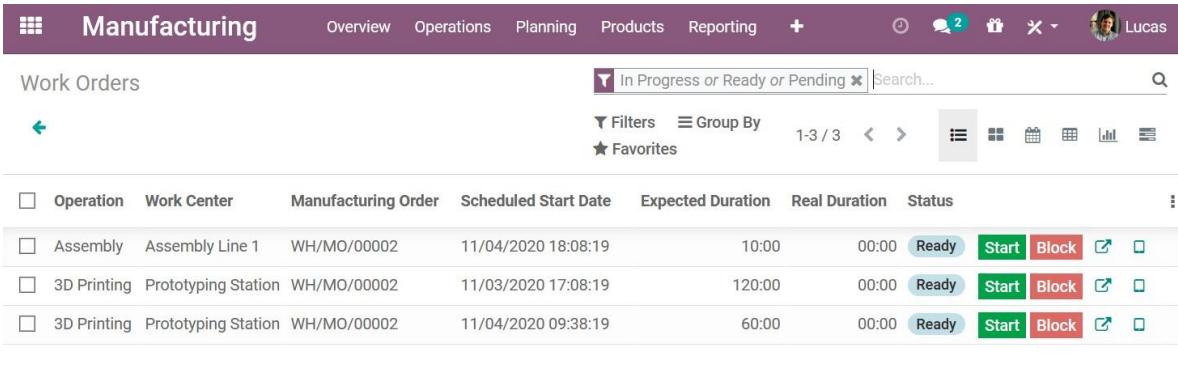
  

Components	Work Orders	Miscellaneous				
Operation	Work Center	Scheduled Start Date	Expected Duration	Real Duration	Status	<span style="font-size: 2em;">More</span>
Assembly	Assembly Line 1		10:00		<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Open</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Open</span>
3D Printing	Prototyping Station		120:00		<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Open</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Open</span>
3D Printing	Prototyping Station		60:00		<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Open</span>	<span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">Open</span>
<a href="#">Add a line</a>						

圖 46 製造訂單說明

在大多數情況下，此操作非常自動化和清晰。然而，從Odoo V13到Odoo V14的結構變化導致了一些問題。在很長一段時間里，該軟體命令使用一個名為“Route”的額外專案類來執行操作。這些是產品在庫存和製造中移動的基本部分，但由於某種原因，在新版本的製造方面被放棄了，取而代之的是內置在BOM中的簡化序列數據。在撰寫本文時，已經有關於其工作原理的問題和混淆的報告，由於解釋此功能使用的材料不存在或仍然引用舊版本的軟體（其中“路由”仍在使用），這一事實加劇了這種情況。

狂熱的讀者會注意到，在圖中，操作的可用順序不正確。這正是由於這個問題造成的，目前唯一的解決方案是依靠操作員對生產順序的認識或在計劃選項卡中手動安排操作。在這項工作的研究期間（在OdooV14之前），進行了熟悉實驗，其中沒有這種性質的問題。此外，甚至來自Odoo網站的在線示例也演示了路線的使用以及它們如何適用於這種情況。



The screenshot shows the Odoo Manufacturing module's Work Orders screen. The top navigation bar includes tabs for Overview, Operations, Planning, Products, Reporting, and a user icon for Lucas. A search bar at the top right contains the text 'In Progress or Ready or Pending' and a placeholder 'Search...'. Below the search bar are filter and grouping options ('Filters', 'Group By', 'Favorites'). The main area displays a table of work orders with the following columns: Operation, Work Center, Manufacturing Order, Scheduled Start Date, Expected Duration, Real Duration, and Status. The table lists three entries:

Operation	Work Center	Manufacturing Order	Scheduled Start Date	Expected Duration	Real Duration	Status
Assembly	Assembly Line 1	WH/MO/00002	11/04/2020 18:08:19	10:00	00:00	<span>Ready</span> <span>Start</span> <span>Block</span>
3D Printing	Prototyping Station	WH/MO/00002	11/03/2020 17:08:19	120:00	00:00	<span>Ready</span> <span>Start</span> <span>Block</span>
3D Printing	Prototyping Station	WH/MO/00002	11/04/2020 09:38:19	60:00	00:00	<span>Ready</span> <span>Start</span> <span>Block</span>

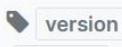
圖 47 生成的工單概覽

其他人（圖48）已經向Odoo公司報告了該問題，並且已經並且希望它能很快得到解決（這畢竟是該軟體的最新版本）。話雖如此，即使這是一個小問題，這也是一個問題。

# ☆ Problems with V14 - Manufacturing and inventory



Sharon Marckado erez  
8 octobre 2020



version  
missing

S'inscrire

Hello to the Forum.... we are starting to use the online odoo 14 in our small Manufacturing company. We are having serious problems with version 14 vis-a-vis version 13. For example in manufacturing the whole area of routings is gone. you can do some routings in the BOM of an item...but in a very clumsy way. another problem in Inventory - when defining a location for a WH- it is no longer possible to define the physical localisation - as it was in version 13....(corridor, shelve, height...) - did we get some kind of Beta version of Odoo 14 ? is anyone else having the same problems ? Many thanks

Répondre

Commentaire

Partager

2 Commentaires

Matthew Harrison - 15 novembre 2020 :

Why is the documentation not reflecting that decision?

[https://www.odoo.com/documentation/user/14.0/manufacturing/management/manufacturing\\_order.html#manage-manufacturing-without-routings](https://www.odoo.com/documentation/user/14.0/manufacturing/management/manufacturing_order.html#manage-manufacturing-without-routings)

Lucas - 7 novembre 2020 :

I am having the same issue. I cannot find the proper way to order the operations. all material i find on ordering the manufacturing operations is for V13 and it explains how to do it through routing. My final product is composed of of 3 parts that are also manufactured by me and i added them as (Kit) BOMs to my final product BOM. the problem is that there is nothing stoping me from assembling the unit before manufacturing the parts.

The page :

[https://www.odoo.com/documentation/user/14.0/manufacturing/management/routing\\_kit\\_bom.html#finished-product-kit-component-havent-the-same-routing](https://www.odoo.com/documentation/user/14.0/manufacturing/management/routing_kit_bom.html#finished-product-kit-component-havent-the-same-routing)

Which should be the instructions for V14 regarding this issue rely heavily on the use of routes ... that do not exist....

圖48 Odoo論壇關於路線的問題圖片

製造過程重複了

7

次（圖

49），以類比一小批原型以進行測試和公差檢查。在第一批中獲得完美的原型是很少見的，因此選擇它來表示通過模擬進行校正。在此模擬中，該問題是一個擬合問題，導致 PROTO A 部分的尺寸發生變化。

圖49產品製造後概覽

這使我們有機會將  
用於其實際目的，建立和控制產品項的更改。要執行的更改是在有關產品專案的  
CAD 檔上進行的。和以前一樣，我們可以啟動ECO並填寫描述，然後上傳檔，ECO  
(圖 50) 在生效之前經過必要的驗證。

圖 50 ECO 驗證說明

驗證過程基本上設置為要求驗證具有適當訪問許可權或特定人員的人。在本例中  
，主帳戶用於驗證並生效，從圖像右側的日誌中可以看出。應用更改後，您可以看

到產品項版本已反覆運算到版本 2，並且已將新的 ECO 添加到連結到該項的 ECO 清單中（圖 51）。

Manufacturing

Overview Operations Planning Products Reporting Configuration

Products / PROTO Part A

EDIT CREATE Print Action

UPDATE QUANTITY REPLENISH

0.00 Units On Hand 0.00 Units Forecasted Product Moves 0 Reordering ... 1 Bill of Mater... 1 Used In 2 ECOs More

PROTO Part A

Can be Sold Can be Purchased

General Information Inventory

Product Type: Storable Product Sales Price: \$ 0.00  
Product Category: All Customer Taxes: Tax 15.00%  
Internal Reference TaxCloud Category  
Barcode Cost: \$ 0.00 Compute Price from BoM  
Version: 2

Internal Notes  
Prototype for Part A of the AphaCase product

圖 51 ECO 對產品專案引起的變化的描述

更新之後是另一批原型，該週期將持續到生產的原型滿足設計團隊制定的標準。在這種模擬的情況下，假設一個校正足以代表這個過程。這完成了從想法到原型的開發。

#### 5.4.2. 工藝計劃-生產試運行-生產

現在原型階段已經完成，重點將轉移到流程上。如前所述，決定將原型產品與最終產品分開，以便在開發過程中將產品與生產過程隔離開來。這樣，產品開發的許多方面都可以有序地進行評估。現在該工藝已經開發完成，創建代表最終產品的產品專案似乎是合理的，因為該工藝成功運行的產品將是該工藝的生產就緒樣品（圖 52）。

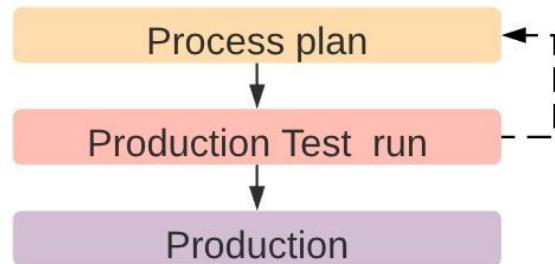


圖 52 工藝開發剖面圖

創造的其他產品專案是注塑成型的原材料（即送入機器進行熔化和注射的塑膠顆粒）。所有這一切都以與我們創建原型產品時相同的方式完成，除了Alpha案例（圖 53）現在被標記為可銷售，其銷售成本現在相關（圖 54）。



圖 53 最終產品外觀的渲染圖

The screenshot shows the Odoo Manufacturing interface. At the top, there's a navigation bar with tabs for Overview, Operations, Planning, Products, Reporting, and Configuration. Below the navigation bar, there's a header with a user profile icon and a progress indicator (2). The main content area is titled "Products / Alpha Case". It includes a toolbar with "EDIT" (highlighted in green), "CREATE", "Print", and "Action" buttons, and a page number "3 / 10" with navigation arrows. Below the toolbar, there are buttons for "UPDATE QUANTITY" and "REPLENISH". A row of status indicators shows: "On Hand" (0.00 Units), "Forecasted" (0.00 Units), "Product Moves" (0.00 Units), "Sold" (0.00 Units), "Reordering Requests" (0), "Bill of Materials" (0), and "ECOs" (0). A "More" button is also present. The main content area displays the product details for "Alpha Case". It includes a thumbnail image of the product, two checkboxes ("Can be Sold" checked, "Can be Purchased" unchecked), and tabs for "General Information", "Sales", and "Inventory". Under "General Information", there are fields for Product Type (Storable Product), Product Category (All), Internal Reference, Barcode, Version (1), Sales Price (\$ 50.00), Customer Taxes (Tax 15.00%), TaxCloud Category, Cost (\$ 0.00), and a note stating "Final product, this is the alpha case product which will be the company first product to market."

圖 54 Alpha 案例的產品項

一旦產品專案得到處理，我們需要回到在這個類比的上下文中使用Odoo跟蹤過程的哪個方面。正如之前在談論注塑成型時所暗示的那樣，工藝變化的關鍵方面是機器用來製造零件的模具。對於此類比，認為模具開發將遵循與產品開發非常相似的程式，這應該從下圖（圖 55）中更清楚。

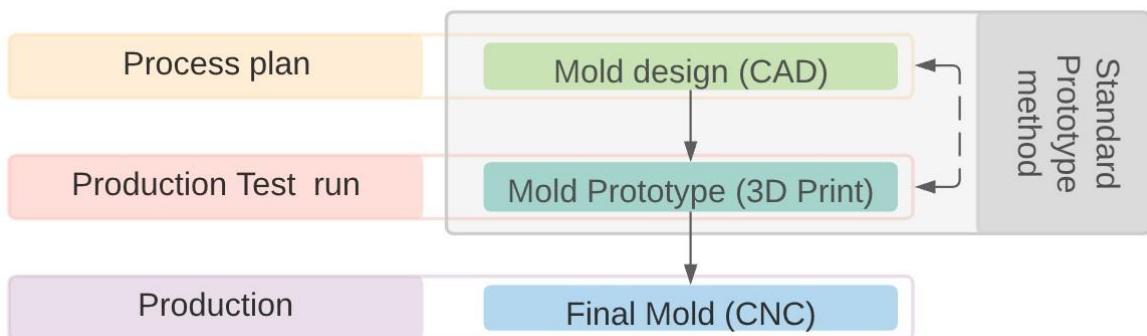


圖55 模具工藝開發示意圖

列印生產原型模具遵循與產品相同的原型製作標準程式。到目前為止，模具被認為是與其他任何產品一樣的產品，這揭示了Odoo代表整個過程能力的另一個小弱點。讀者會注意到，儘管模具被視為產品（因為它是製造的），但實際上它也應該被視為工具或設備。

儘管Odoo確實在設備和產品之間進行了這種區分，但它並沒有在兩者兼而有之的情況下進行整合。此外，如前所述，無法將

CAD

檔上傳到設備專案或將設備連結到一系列工具。即Odoo不考慮使用具有x個鑽頭的垂直鑽頭來製作不同尺寸的孔。從設備/維護的角度來看，最接近的做法是將垂直鑽機視為一個工作站，並且每個鑽機尺寸都是站內具有指定設置時間的單獨設備。如果您忽略鑽頭是產品，則沒關係。

從ERP系統的角度來看，所有這些都是合理的，但從PLM的角度來看並不理想，因為它顯示了應該代表同一事物的專案之間的差距。在生產中，從製造應用開始，設置的是工作中心站，而不是設備（見圖

41）。在維護應用程式中，與工具是消耗品這一事實無關，您可以考慮維護計劃，甚至可以制定使用壽命參數，但由於它是一種設備，因此您不能像消耗品一樣在庫存中儲備鑽頭等工具。

結果是，用原型模具表示測試變得非常困難。如果您按照軟體的設計目的進行操作，則需要創建一個單獨的ECO，以將模具開發的每個不同反覆運算的每個操作應用於必要的

BOM

並進行測試運行（圖

56）。在這一點上，將模具的維護方面視為工具是沒有意義的，因為它需要手動在維護應用程式中為每個原型模具反覆運算提交元數據，而不會從製造角度造成任何差異。隨著模具的改進，PROTO 模具專案最終僅用於跟蹤材料和保存檔。

圖56 BOM更新程式的ECO範例

考慮到這一點，在類比中，將為alpha案例的每個部分生產一個3D列印模具。然後，將創建案例原型零件的 ECO，以應用於零件 BOM，將操作從 3D 列印更新為使用原型模具的注塑成型測試運行。

在這一點上，我們可以通過製作新的原型產品專案來區分產品原型和試運行原型，但是考慮到我們快速增長的產品專案清單（圖 57），得出的結論是，修改以前生產的產品原型（用 3D

列印製成) 並只使用相同的專案會更好。我們可以這樣做，因為這些原型已經達到  
了它們的目的。

Product	Description	Price	On hand
ABS Filament - Raw Material [ABS-FIL]		\$20.00	
ABS Pellets [ABS-PLT]		\$1.00	
Alpha Case		\$50.00	0.00 Units
PROTO Alpha Case		\$0.00	7.00 Units
PROTO Mold Part B/C		\$0.00	1.00 Units
PROTO Mold for Part A		\$0.00	1.00 Units
PROTO Part A		\$0.00	0.00 Units
PROTO Part B and C		\$0.00	0.00 Units
Part A [PRT-A-AC]		\$0.00	0.00 Units
Part B and C [PRT-BC-AC]		\$0.00	0.00 Units
SLA heat resistant resin [SLA-RSN]		\$1.00	
TPU Filament - Raw Material [TPU-FIL]		\$20.00	
TPU Pellets [TPU-PLT]		\$1.00	

圖 57 類比此階段的產品專案概覽

在創建模具並更新原型的  
BOM  
以包括注塑站和正確操作（指定模具的使用）後，下一步是對原型進行生產測試運  
行。同樣，這是通過發射MO完成生成的WO來完成的（參見上一節的圖46和圖47）。

生產結果用於檢查尺寸和擬合，如果需要校正，ECO將再次發射，如圖56所示，  
並將進行新的生產和測試反覆運算。這個過程將重複，直到產品足夠令人滿意，足  
以證明生產將用於大規模生產的CNC加工模具的合理性。

由於在這個類比中，最終的模具（由鋁製成）也將在內部生產，因此這是開發的下一步。程式與以前基本相同，只是需要在製造之前為原材料（鋁塊）和 CNC 模具創建產品專案。創建 BOM 並上傳相關文件。

最後，可以開始新模具的實際生產。表示創建了 100 個 Alpha 案例的製造訂單。這標誌著從構思到生產的主要發展路徑的終結（圖58）。

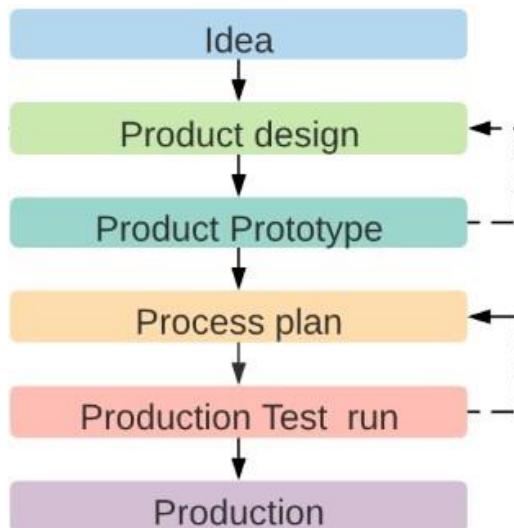


圖58 從構思到生產的主要發展路徑

#### 5.4.3. 進程升級過程

前面的部分是關於在產品的主要開發過程中使用Odoo軟體跟蹤變化所需的程式。因此，所描述的大部分內容都集中在 PLM 的使用以及創建和使用產品、BOM、ECO、MO、WO 和運營等專案的標準程式上。從某種意義上說，本節將有所不同，因為現在我們正在進行生產，其想法是測試Odoo執行升級的能力（圖59和圖60）。換句話說，信息（當然還有MES）的性能和反饋成為主要主題。

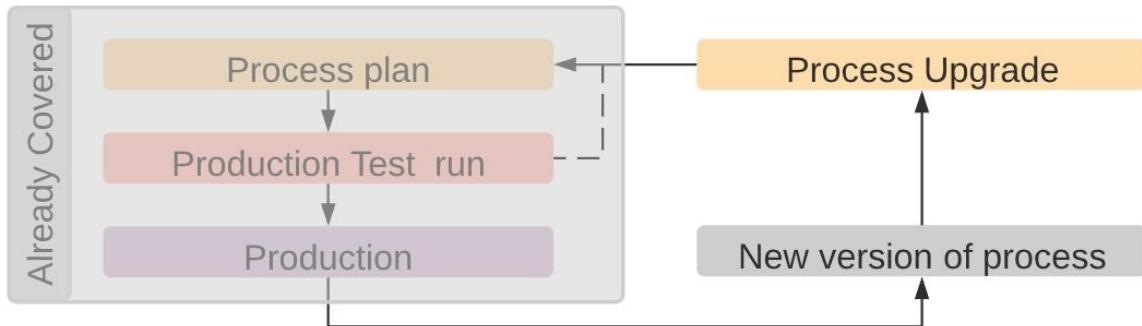


圖 59 進程升級過程剖面圖

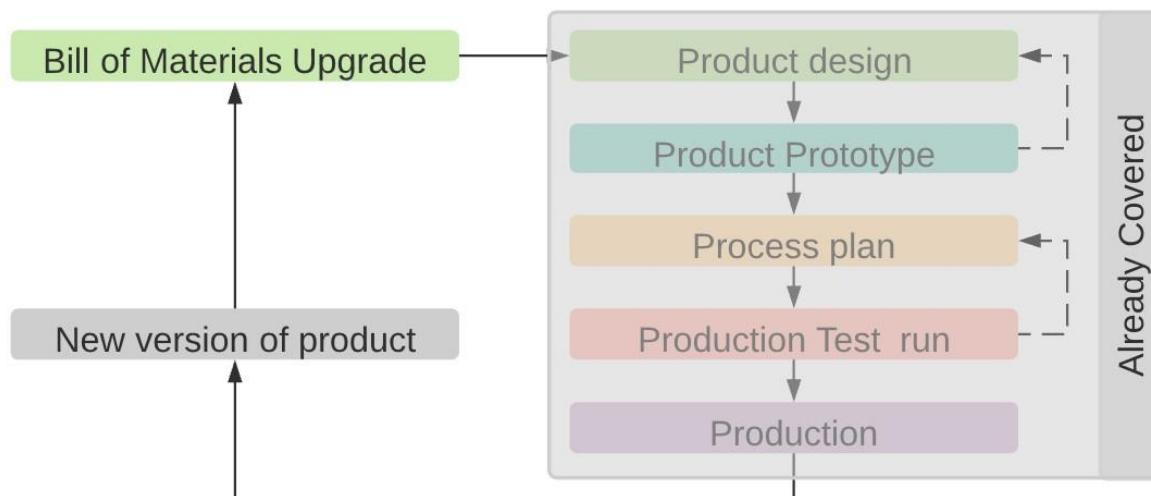


圖 60 工藝開發剖面圖

即使在這種情況下，也始終使用ECO功能進行更改。為了提醒讀者應用此更改的情況（圖

61），是相關產品專案的產品概述。該清單中的每個產品專案（不是原材料）都至少包含一個 BOM 和兩個已應用於它們的 ECO，以表示每個產品專案的初始狀態（圖 62）。每個專案的第一個 ECO 會影響產品並保存初始相關文件，第二個 ECO 應用於產品的 BOM，以便保存與流程初始狀態相關的檔並記錄 BOM 的初始狀態。如果沒有這些 ECO（圖 62），當我們應用改進時，產品檔或 BOM 的初始狀態將丢失。

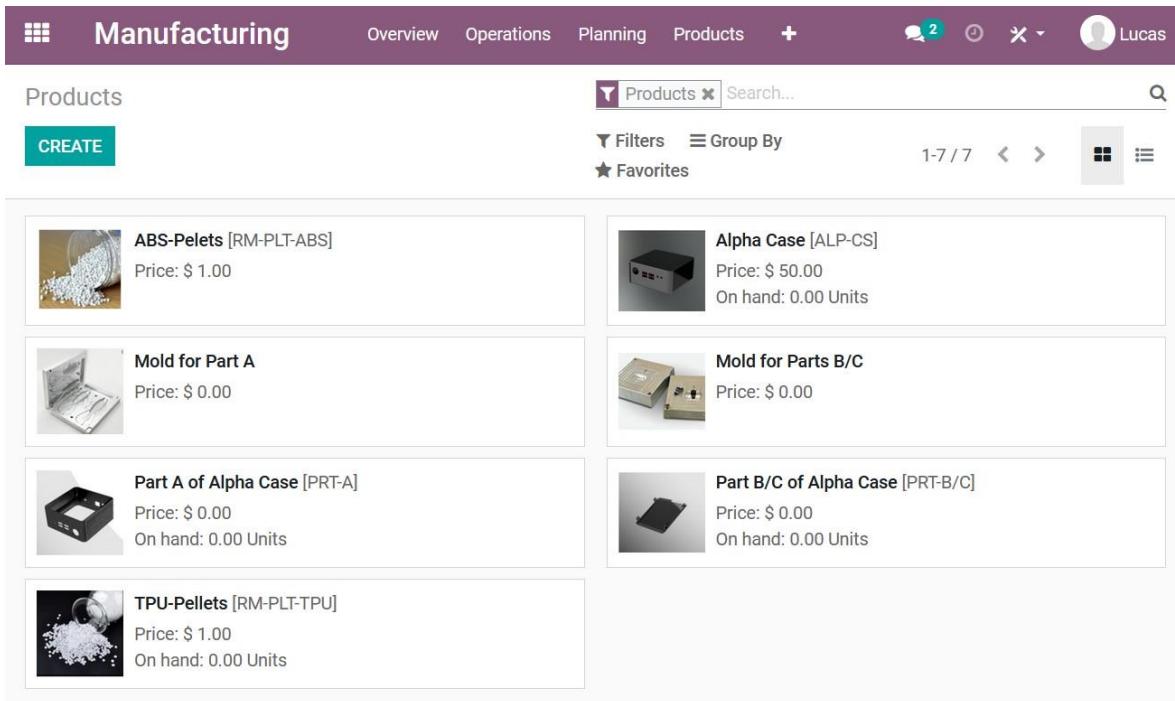


圖61相關產品項概覽

Products / [ALP-CS] Alpha Case				
/ Engineering Change Orders				
<input type="checkbox"/> Reference	Bill of Materials	Responsible	Effectivity Date	Stage
<input type="checkbox"/> ECO0001: Files Upload		Lucas		Effective
<input type="checkbox"/> ECO0006: Initial BOM	[ALP-CS] Alpha Case	Lucas		Effective

圖62 某產品項的ECO示例

這一次，生產持續時間和過程的估計持續時間是需要考慮的，這樣我們才能瞭解對過程施加的變化如何影響生產。為此，將創建一個 50 倖單位的 Alpha Case 的 MO，每個操作估計需要 30 秒 (B) / C 部件為 15 秒，因為需要其中的 2 個)。這意味著在理想情況下，總長度為 50 分鐘 (25 分鐘並行進行注塑生產，25 分鐘用於最終組裝)。

在這種模擬製造運行中，選擇注射操作需要稍長的時間才能完成，以代表次優性能。這樣做是為了查看Odoo如何反應並即時通知手頭的情況。

注射過程中生產的第一階段，在注射站 1 和 2 上並行進行 A 和 B/C 部分。下圖（圖

64）顯示了在流程開始時，生產站的概覽如何用綠色圓圈表示。這些迴圈信號被稱為 Andon，雖然它並不總是被認為是 MES 的一部分，但它通常是許多 MES 系統中的整合功能。在生產過程稍有延遲後，圓圈變為灰色，整體效率在工位標籤上標記為紅色（圖 64）。

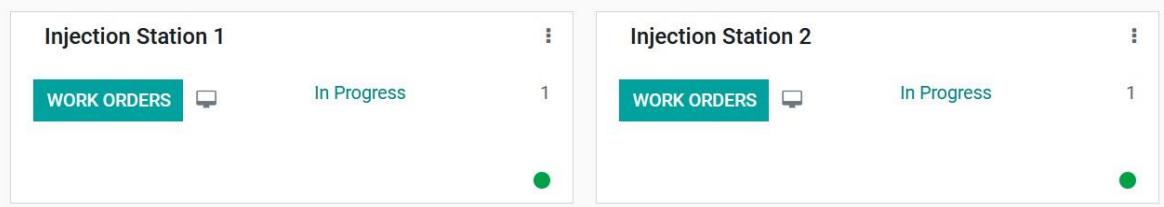


圖63 工作中心概覽1

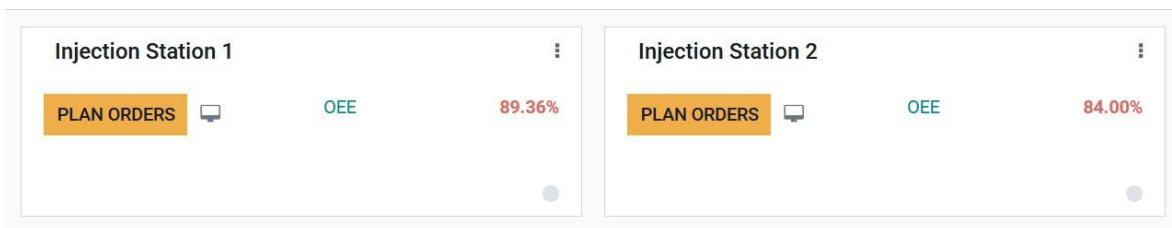


圖64 Workcenter概覽2

在進行任何改進之前，生產進行了兩次。首先要進行的改進是生產過程、操作和使用的原材料。更具體地說，代表了注塑機設備升級和注塑過程中使用的塑膠顆粒品牌的更換（圖 65）。

圖 65 應用於 BOM 的 ECO

這些升級應用於 Alpha 外殼 A 和 B 部件的 BOM，並重新開始生產。在另外兩個MO生產了50個產品後，每個MO都類比了工藝的改進，Odoo自動提供了以下類型的數據（表3）：

表3數據輸出類型

關於 WOs :	關於 MO :	整體 有效性： 設備
<ul style="list-style-type: none"> <li>-持續時間偏差</li> <li>-每單位的持續時間</li> <li>-預期持續時間</li> <li>-數量</li> <li>-實際持續時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-延期交貨順序</li> <li>-額外費用</li> <li>-生產數量</li> <li>-總量</li> </ul>	

應該注意的是，不幸的是，有關MO的數據是按月捕獲的，而不是其他兩個類別，即處理每個執行的訂單的數據。這意味著，由於該類比使用的是僅持續 14 天的軟體試用版，因此該數據的圖形表示提供了單個點或單個列的不起眼的視圖。

從長遠來看，這是顯示性能隨時間變化的好方法，但在此模擬的情況下，並非如此（圖 66）。

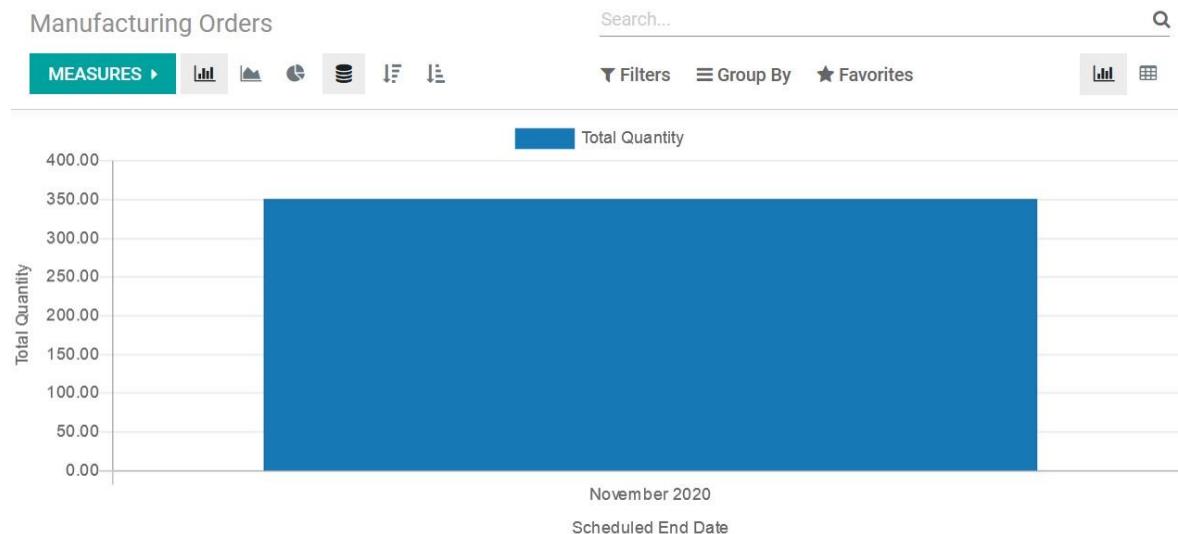
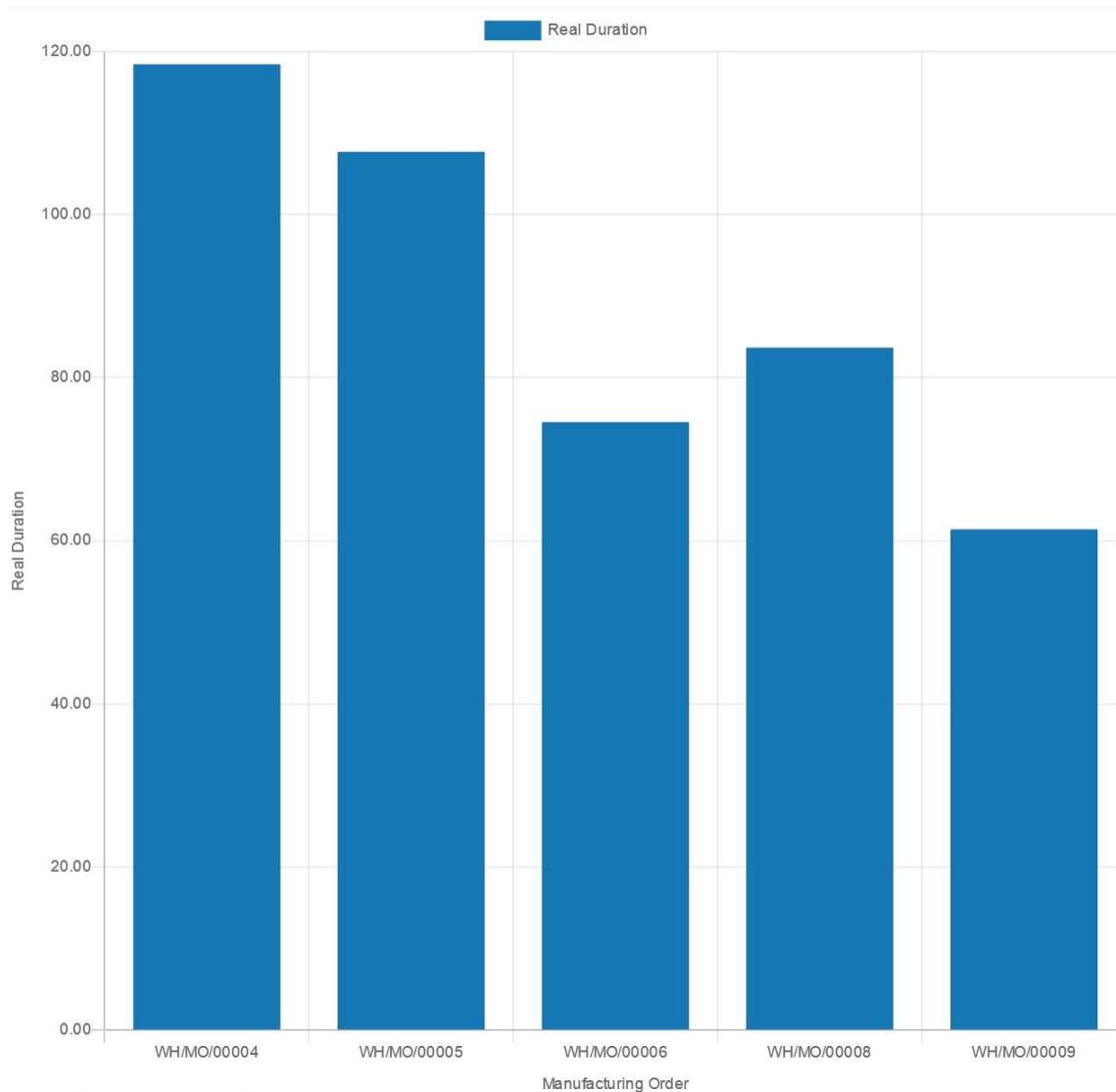


圖66 MO總量

所有可用的數據都可以以條形圖、折線圖或餅圖的形式查看，這些條形圖、折線圖或餅圖是在記錄績效后自動生成的（在工作訂單中執行操作的任何時刻都會發生）。圖 67、圖 68 和圖 69 是 5 次生產運行的結果示例：



**圖 67 工單實際工期**

這裡值得一提的是，每當Odoo提到數量或持續時間時，它指的是每個工單的總和金額（系統不關心操作是否並行進行）。因此，在我們的類比中，使用 3 個操作製作 50 個單元，每個操作需要 30 秒，理想情況下，這裡要記錄的估計“持續時間”是每個MO 75 分鐘。

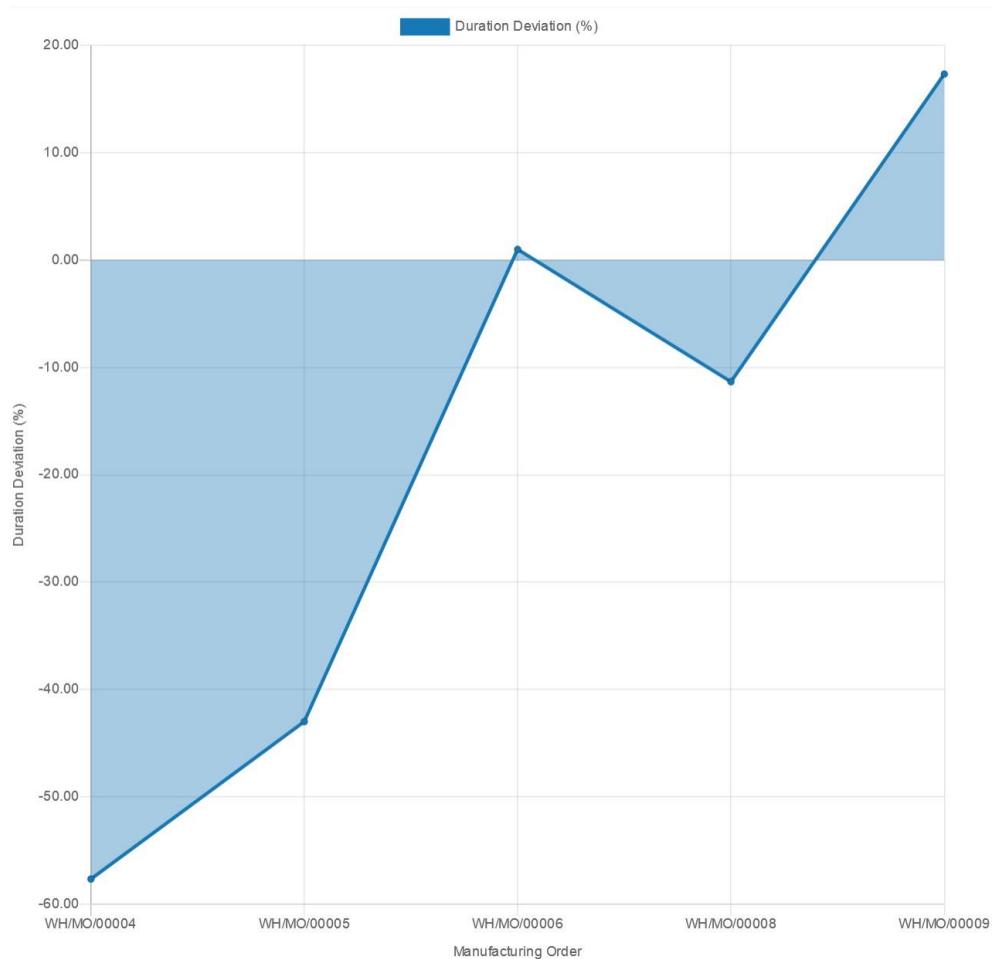


圖 68 關於工單的工期變化

■ Injection Station 1 ■ Injection Station 2 ■ Assembly Station

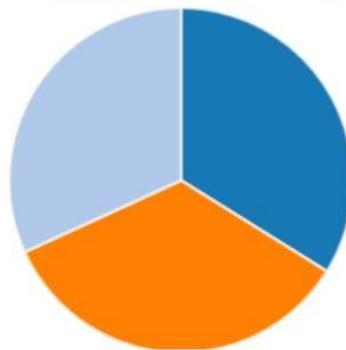


圖69設備整體效能

精明的讀者會注意到，到目前為止提到的所有數據都是從所執行操作到完成的時間、MO

和所使用的工作中心的相關金額得出的。即便如此，可以提取多少信息還是令人印象深刻的，特別是考慮到這些資訊都是自動生成的。

## 6. 章節

### ODOOS關於PLM和MES的補充

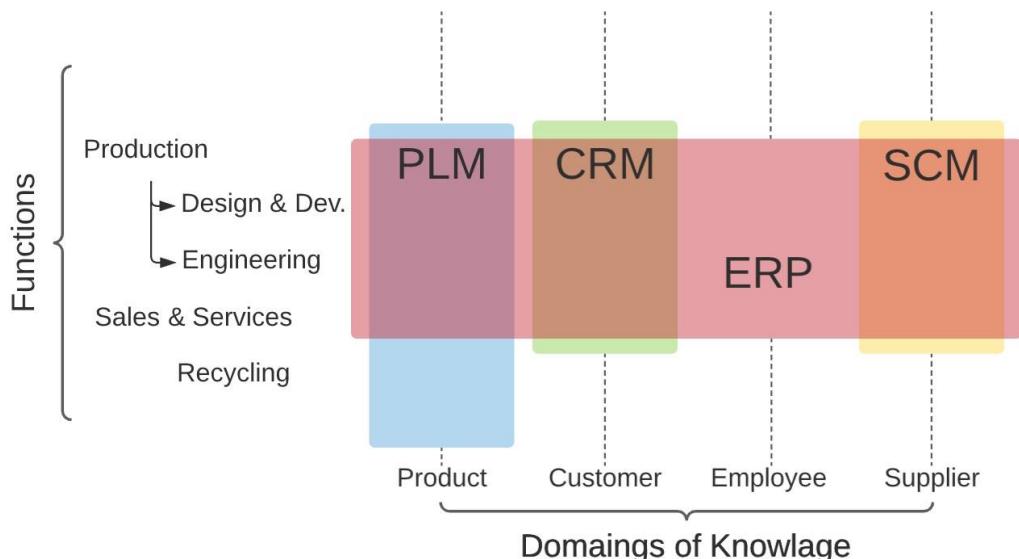
本章旨在總結Odoo軟體的優缺點，重點關注第4.2節中提出的問題。它還將在整個模擬過程中註釋Odoo功能或缺乏功能，並考慮問題。

#### 6.1. 軟體如何處理物品？

總體而言，Odoo軟體為使用者提供了各種各樣的數字專案，可用於表示製造業的多個方面以及業務的其他方面。這主要是由於OdooERP功能在整個使用過程中使用專案來跟蹤拉動和推送操作的方式，這也是軟體實現自動化的方式。

##### 6.1.1. 是否代表了產品生命週期的所有方面？

從ERP系統派生出來的缺點之一是它專注於ERP的主要範圍（圖2），即生產和銷售。Odoo中的物品反映了這一點。例如，在模擬過程中，生命周期的開發部分，雖然表示是可能的，但肯定感覺像是為生產階段而不是開發階段製作的功能延伸，這是自我的（圖 70）。例如，在開發原型時，許多步驟（例如創建ECO）只是為了在開始時攜帶檔，以及每次對原型進行調整時都要經歷許多步驟，感覺過於官僚或太多的解決方法。



## 圖70 ERP的Odoo範圍圖

### 6.1.2. 這些專案中每個專案的表示情況如何？

專案的表示級別因專案的使用方式而異。一個很好的例子是產品專案的材料重點。從某種意義上說，一切都是被認為是一種產品，原型或原材料之間幾乎沒有區別。產品項或物料清單項的表示形式非常高，具有大量元數據和與其他項的有用連接。然而，即使在製造應用中，也有一些專案缺乏關注。例如，操作可以從更多的上傳功能（如3D列印或CNC檔）中受益匪淺。隨著自動化在生產中變得越來越普遍，僅擁有 PDF 或幻燈片說明已經不夠了。此外，即使使用 ECO，其他專案也無法保存檔

## 6.2. 創建一個全新的產品有多容易？

產品創建是Odoo中最直接的過程之一，它實際上歸結為使用庫存應用程式或製造應用程式來創建新產品，然後填寫其元數據。

### 6.2.1. 如何描述產品？

產品描述清晰簡潔，產品專案允許將圖像上傳到專案並用作圖示。Odoo中產品專案的ERP性質意味著元數據合理地偏向於用於管理存儲和庫存的資訊（重量，體積，數量等），但該專案還允許書面描述以及提供與產品相關的BOM和ECO的連結。

### 6.2.2. 產品如何集成和引用相關文件？

當然，允許最有價值的專案（產品和 BOM）能夠管理和引用相關文件是合理的嘗試。但是，就檔管理而言，Odoo並沒有實現比最低限度更多的內容。它最多能做的就是允許手動上傳和下載檔。這意味著每當有人對檔進行更改時，都需要在 ECO 中手動上傳。除了操作項外，大多數檔都不存在集成，因為指令檔可以在生產過程中在Odoo中打開和交互。

### 6.2.3. 更改一個會影響另一個嗎？

事實並非如此，檔主要由Odoo作為文書工作處理，以備日後參考。任何可能涉及產品或 BOM 元數據更改的檔案都要求有人瞭解更改並手動更新資訊。

### **6.3. 創建一個全新的生產過程有多容易？**

如前所述，最能代表流程的專案是物料清單。此物料類需要與現有產品關聯，但物料清單的創建並不比產品物料難。

#### **6.3.1. 如何描述該過程？**

該過程在 BOM 中被描述為元件（其他產品項）和操作的清單，這些元件和操作以生產許多最終產品以執行。這種表示似乎與生產過程相得益彰。元數據保持在最低限度，但仍能夠提供文本描述。

#### **6.3.2. 該過程如何集成和引用其生產的產品？**

BOM和產品專案之間的集成是迄今為止Odoo中做得最好的。在物料清單中所做的更改會影響生產，並直接與產品相關聯。每當元數據更改是可能的，並且所述方面也在產品項中表示時，一個方面的更改就會被另一個方面繼承。

#### **6.3.3. 更改一個會影響另一個嗎？**

就庫存和製造而言，集成和參考得到了很好的實施。由此產生的庫存變化使生產結果完美無缺，GUI的導航路徑得到了很好的優化。

從一個產品到另一個產品或導航到其他相關專案不需要超過 3 或 4 次點擊。

### **6.4. 改進現有產品/生產流程有多容易？**

如前所述，Odoo中的所有改進都是使用工程變更單執行的。這些應用於產品物料或物料清單。創建 ECO 非常容易且有條理，ECO 本身就是一個專案，象徵著創造變革的信號，一旦生效，它就象徵著產品或過程的增量。

#### **6.4.1. 更新其元數據的難易程度**

很容易更新有關Odoo中任何專案的任何元數據；但是，明智的做法是指出，由於ECO是單獨的專案，只是逐個產品或

BOM，因此許多更改不是自動的，需要手動干預。例如，ECO不會更改產品的文本描述。如果新的更新需要更改該描述，則需要使用者在產品項中進行手動干預。這樣做很容易，但這是一項額外的任務，ECO不會跟蹤。

#### 6.4.2. 確定更改效果的難易程度如何？

Odoo的信息反饋主要是在製造訂單的基礎上完成的。現有資訊很清楚，ECO不會影響已經在進行的工作MO，因此不難注意到應用ECO的影響。但是，需要指出的是，在性能信息的顯示方式中，沒有產品修訂或應用的ECO的跡象。這意味著使用者需要首先計算何時應用 ECO，然後導航到數據中的等效 MO 以得出結論。雖然對於最近的更改不是問題，但如果有人想分析舊更改的影響，這確實會成為問題。

#### 6.4.3. 軟體如何處理不同的產品修訂版？

版本控制是產品/BOM 和連結 ECO 之間的 1 對 N 關係所涵蓋的內容。每個產品都會有一個選項卡，其中包含按時間順序應用於它的所有ECO，有效地充當代表專案演變的時間線。

### 6.5. 查找與產品或過程相關的數據有多容易？

如上一章所述，與生產績效相關的大多數數據都集中在報告選項卡下（圖 71）。

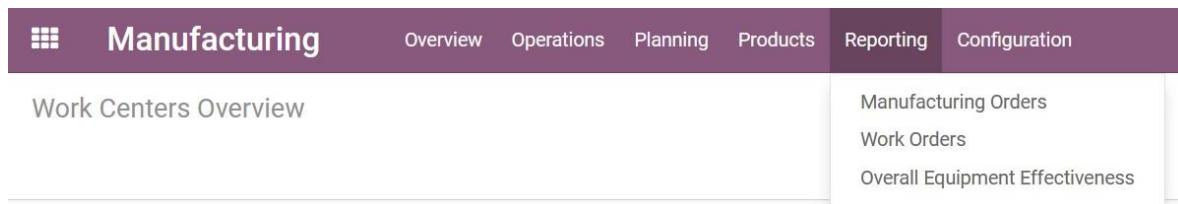


圖71數據上報介面選項

這意味著就性能而言，很容易找到數據。上一章將展示這些選項卡中可用的可能資訊的示例。

除了使用此路徑之外，產品項的UI還有一個選項卡，指向與該產品相關的每月產量比較（圖72）。如果 Odoo 的試用版有一個多月的時間，那會更令人印象深刻。

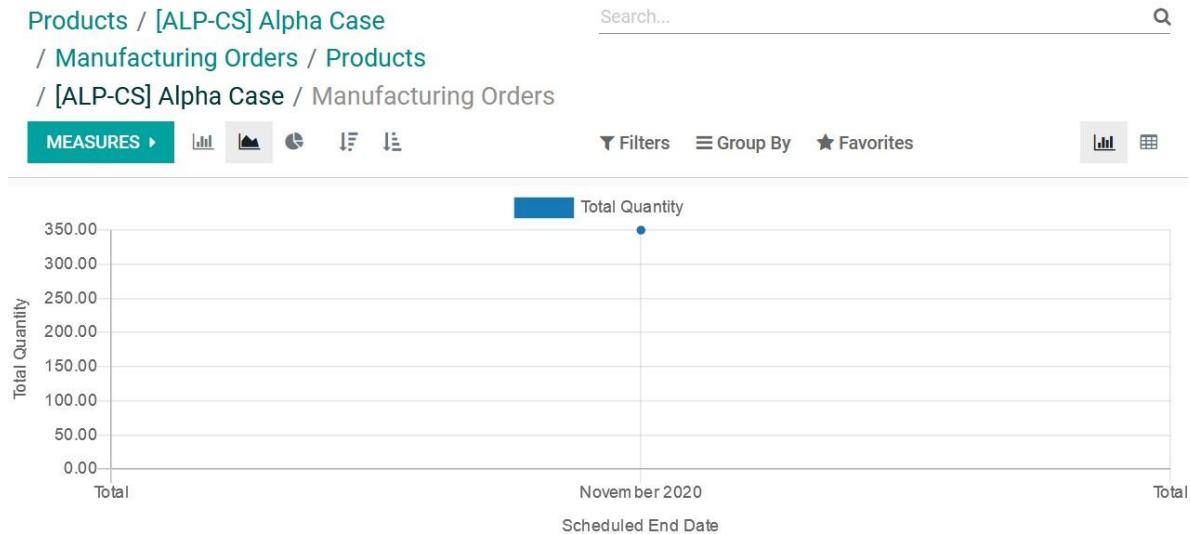


圖 72 產品項中 MO 的總數量

### 6.5.1. 查找生產編號有多容易？

除了前面提到的方法外，Odoo還提供單位預測圖，記錄庫存的來龍去脈。這對於估算銷售和平衡存儲與需求特別有用（圖73）。在這項工作中，這個功能沒有被提及太多，因為供需與其說是MES的功能，不如說是對生產的概述。

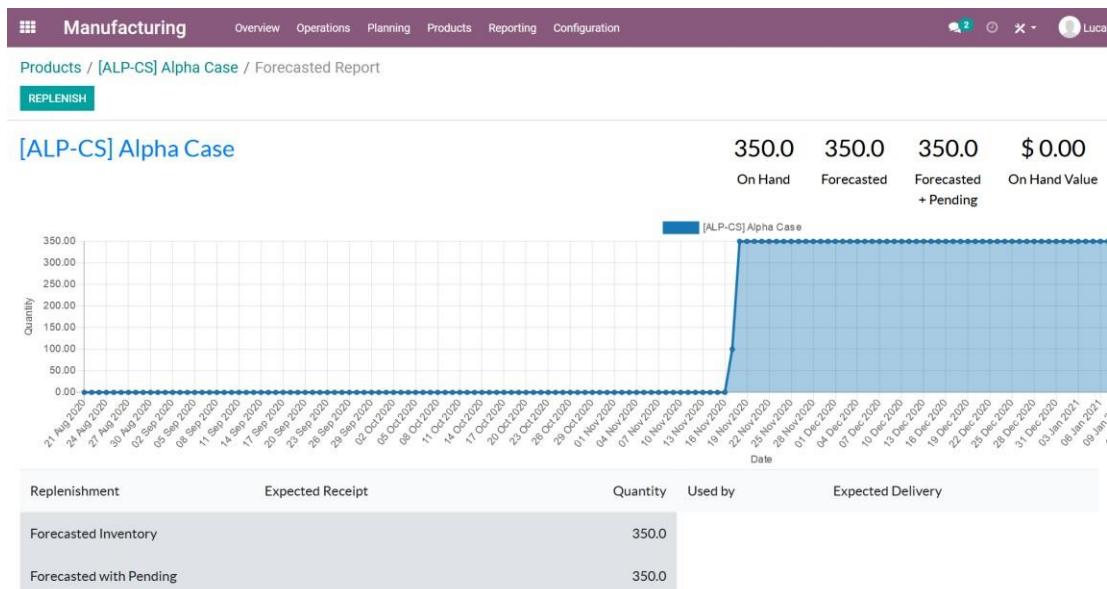


圖73 單位預測概覽

### 6.5.2. Odoo如何生成性能數據？

精明的讀者會注意到，到目前為止提到的所有數據都是從所執行操作到完成的時間、MO

和所使用的工作中心的相關金額得出的。即便如此，可以提取多少信息還是令人印象深刻的，特別是考慮到這些資訊都是自動生成的。

### 6.5.3. 升級後，軟體呈現的性能如何變化？

為了識別更改，用戶必須識別更改后的MO，並在此基礎上查看差異。理想情況下，如果圖形信息顯示產品的修訂版會很好，但從 Odoo V13 開始就不存在了。

## 結論

在第 2 章中，我引用了一張圖表，該圖表代表了 PLM 與其他系統集成的理論理想（圖 74）。在該圖中，讀者可以注意到，理想情況下，PLM 將是系統的中心，並附加了其他系統（包括 ERP）。與上述圖表不同的是，Odoo軟體以ERP為中心，並附有其他系統。這項工作表明，將Odoo用於PLM和MES當然是可能的，但它也表明PLM和MES的實施存在一些弱點。

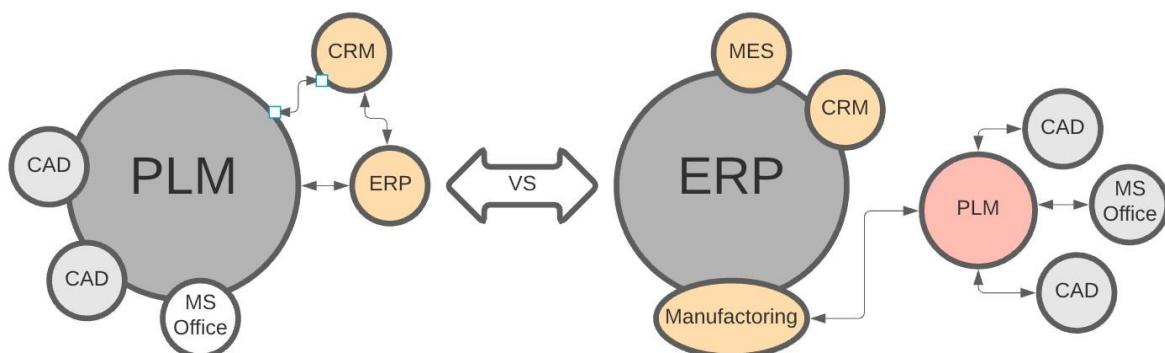


圖 74 左邊的比較是 Saaksvuori , A. 提出的理論改編圖。

和 Immonen , A. (2008) , 右邊的 Odoo 探討了系統如何交互。

缺乏對操作專案、工作中心或設備等檔上傳的支援是一些令人擔憂的問題，尤其是考慮到 3D 列印或 CNC，因為訪問 CAD 檔將對操作員有所說明。此外，當公司自行開發和生產所述工具時，產品和工具的方面之間存在差距（在類比中開發模具時會遇到類似的情況）。

此外，儘管MES提供了有關其所擁有的數據集的詳細圖形表示，但它僅限於從所執行操作完成到完成的時間派生的數據。例如，如果有關品質控制的圖形表示也很容易獲得，那將是非常有價值的。

綜上所述，在Odoo中將ECO應用於BOM是一個值得稱讚的過程。ECO 會保留資訊，直到它準備好應用，然後在 ECO 由負責人員驗證後自動更新 BOM。它現在看起來可能不那麼重要，因為這個模擬處理的是非常簡單的產品，但隨著複雜性的增加，它變得越來越重要。例如，如果沒有這樣的系統，一輛擁有數千個零件和數百個嵌套 BOM 的汽車將被視為控制和跟蹤變化的噩夢。

該軟體對於PLM或MES實施來說並不完美，但它在可用性和與其他系統的集成方面確實具有價值。該功能專門針對產品和流程，並且該軟體與其自然的ERP功能進行了非常有趣的集成。所有這些都彌補了一個更適合的系統：

- ◆ 可以在較小規模內使用 PLM 和 MES 的小型企業。
- ◆ 利用軟體的多合一特性處理更少製造和更多組裝或分銷的公司。

值得一提的是，Odoo的局限性不在於產品本身的複雜性，而在於圍繞其開發的操作的複雜性。考慮到所有因素，如果一個大型和複雜的裝配體只包括簡單的製造操作，或者如果更複雜的工程任務是由供應商完成的，你可以跟蹤它。也就是說，您可以在Odoo中輕鬆跟蹤摩托車的組裝，但PLM功能還不夠完善，無法跟蹤其動力總成的完整演變/發展。這當然是可能的，但僅僅為了擁有具有ERP功能的多合一解決方案，工程團隊將花費太多的時間和精力來考慮是值得的。

## 書目

Ben Khedher, A., Henry, S., Bouras, A. (2011), “MES與產品生命週期管理之間的集成”。IEEE新興技術與工廠自動化國際會議（ETFA 2011），法國圖盧茲。

布朗內爾斯。可用在 <<https://www.brownells.com/rifle-parts/receiverparts/receivers/lower-receivers/ak-47-fixed-stock-receiver-w-trigger-guard-rear-trunnionprod97339.aspx>>。最後一次訪問時間為 2020 年 8 月 29 日。

德安東尼奧, G.;馬切達, L.;索扎·貝多拉 (Sauza Bedolla) , J.;Chiabert, P. (2017), “PLM-MES集成支持工業4.0”。PLM 2017, IFIP AICT 517, 第 129–137 頁，2017 年。

德安東尼奧, G.;索扎·貝多拉 (Sauza Bedolla) , J.;基亞伯特, P.;Lombardi, F. (2015), “PLM-MES集成支持協作設計”。國際工程設計會議 (ICED 2015)，義大利米蘭。

Hanson, K (2019) “當它對 3D 列印模具有意義和沒有意義時”。適用於：<https://www.thefabricator.com/additivereport/article/additive/plastic-injection-moldscan-be-3d-printed-quickly>。最後一次訪問時間為 2020 年 11 月 17 日。

MEScenter“MES-製造執行系統”。其他文種：<http://mescenter.org/en/articles/108-mes-manufacturing-execution-system>。最後一次訪問時間為 2020 年 10 月 25 日。

邁耶, H.;福克斯, F.;Thiel, K. (2009), 「製造執行系統 (MES)：優化設計、規劃和部署」。。麥格勞-希爾。

Odoo論壇。提供 <[https://www.odoo.com/fr\\_FR/forum/aide-1/problems-withv14-manufacturing-and-inventory-177511](https://www.odoo.com/fr_FR/forum/aide-1/problems-withv14-manufacturing-and-inventory-177511)>。最後一次訪問時間為 2020 年 10 月 31 日。

Redwood, B (2020) “3D 打印低運行注塑模具”。其他：<https://www.3dhubs.com/knowledge-base/3d-printing-low-run-injectionmolds/#design>。最後一次訪問時間為 2020 年 10 月 16 日。

Saaksvuori, A. 和 Immonen, A. (2008), “產品生命週期管理”，第 3 版，施普林格，柏林。

夏普斯兄弟。槍械設計（2020 年）。提供 <<https://sharpsbros.com/mb74-5-45-x39mm/>> 版本。最後一次訪問時間為 2020 年 8 月 29 日。

Stancioiu, A (2017) “第四次工業革命工業 4.0” s.l. : Academica Brancusi.

Star Rapid (2020) “10 種最佳塑膠注射成型材料”。可用語言：<https://www.starrapid.com/blog/the-ten-most-popular-plastic-injection-moldingmaterials/>。最後一次訪問時間為 2020 年 9 月 20 日。

Stark, J. (2015) ,“產品生命週期管理”，第 3 版，Springer，柏林。

蘇達桑，R.;芬維斯，SJ;斯裡拉姆，RD;Wang , F. (2005) ，“產品的產品資訊建模框架”。《計算機輔助設計》，第 37 卷第 13 期，第 1399-1411 頁。

Tripaldi, M (2019) “評估中型企業的 PLM 實施 - Cubogas 案例研究”，都靈理工大學 Tesi di laurea。適用於：<https://webthesis.biblio.polito.it/13994/>。最後一次訪問時間為 2020 年 9 月 23 日。

翁布爾，EJ;哈夫特，R.R.;Umble , M. M. (2003年) ，“企業資源規劃：實施程序和關鍵成功因素”。《歐洲運籌學雜誌》, 第 146 卷第 2 期，第 241-257 頁。

巴斯克斯，V.K.R.;Escribano , J. F (2017) “ERP 實行政機構作為公司前端和電子商務智慧手機應用程式”，加泰羅尼亞理工大學理學碩士論文。

沃馬克，J.P.;鐘斯，D.T.;Ross , D. (1990) ,“改變世界的機器”，第 1 版，Rawson Associates，紐約。