

## 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。

Odoo 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设计過程、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，這隻是在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 **MRP** 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。

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。

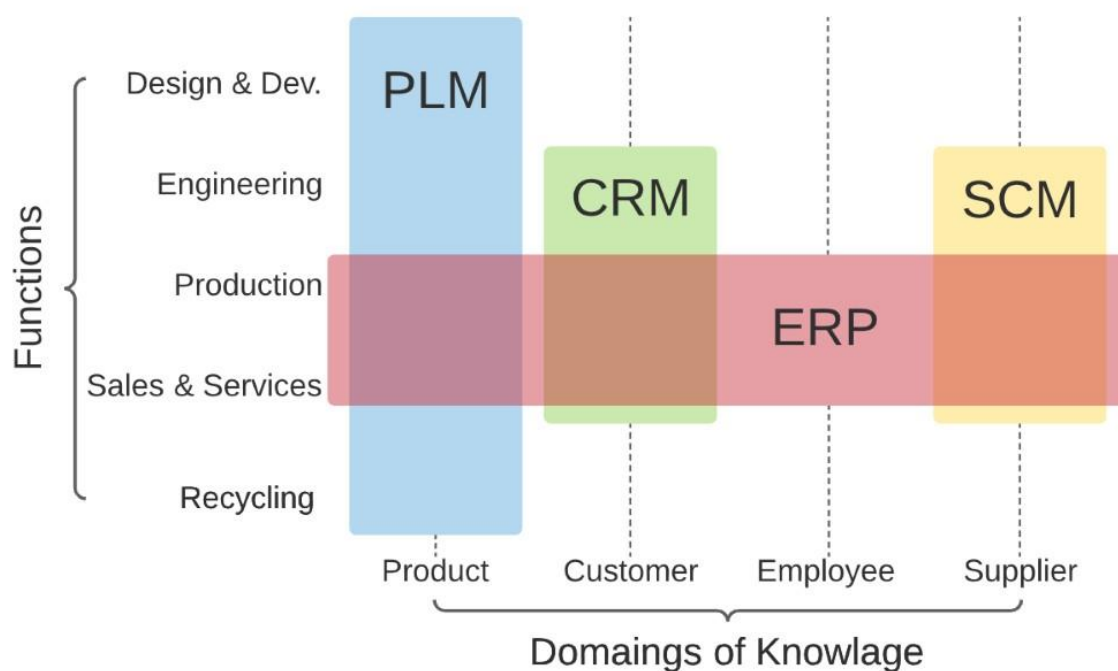


圖 2 不同資訊系統範圍的視覺化表示（改編自 Stark 2015）

這種跨域的廣泛覆蓋是有道理的，因為 **ERP** 操作與 **MRP** 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。

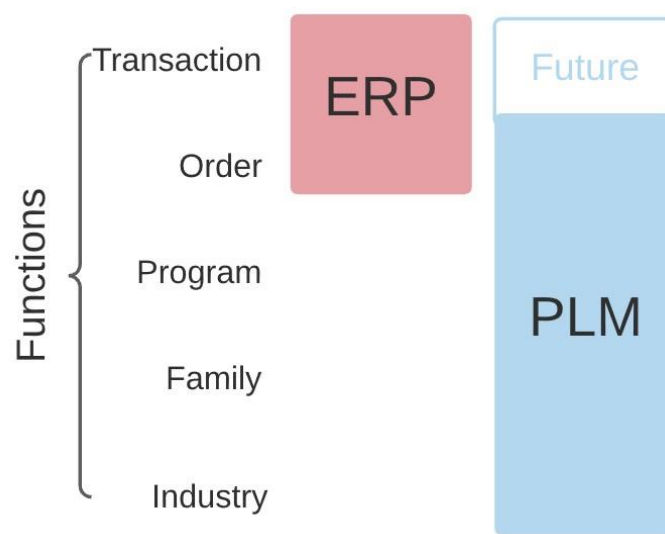


圖 3 ERP 和 PLM 在粒度方面的可視化比較（改編自 Stark，2015）

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。

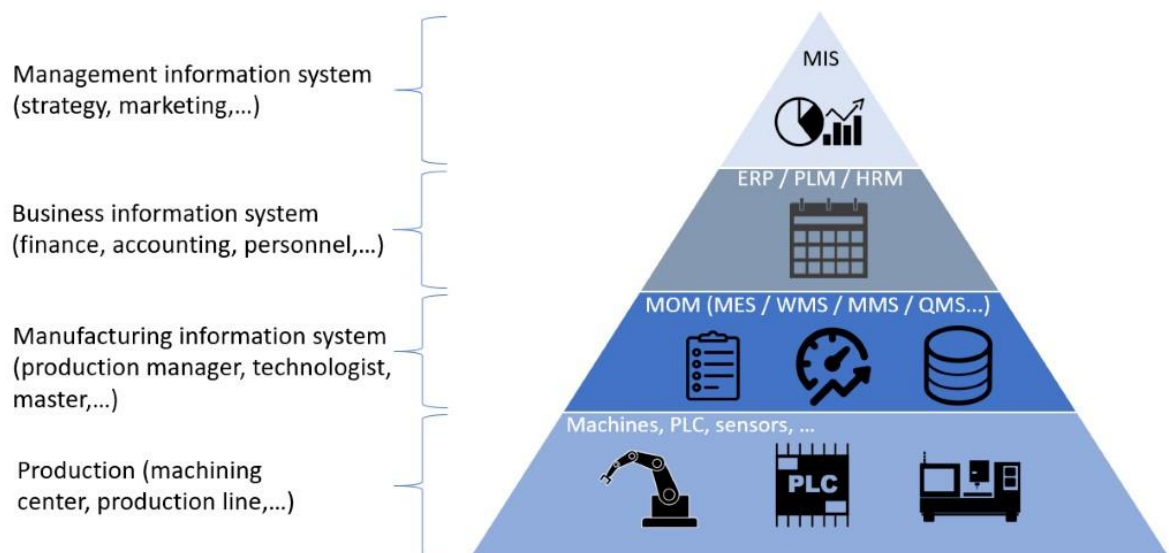


圖 4 包括 MES 在內的不同系統的軋輥的可視化表示（改編自 mescenter.org）

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。

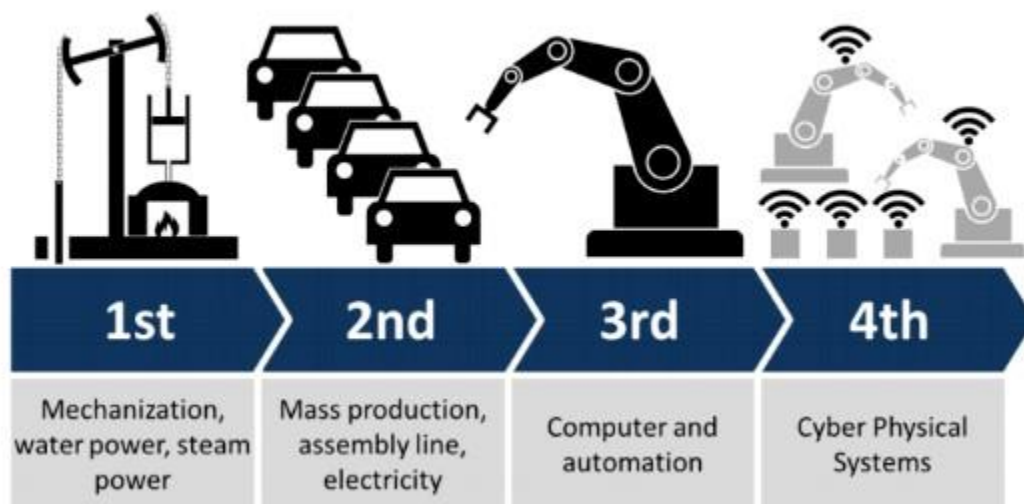


圖 5 行業演變（改編自 STANCIOIU Alin，2017）

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）是該學生在一周內設計並由 JLCPCB 製造的電子電路示例。

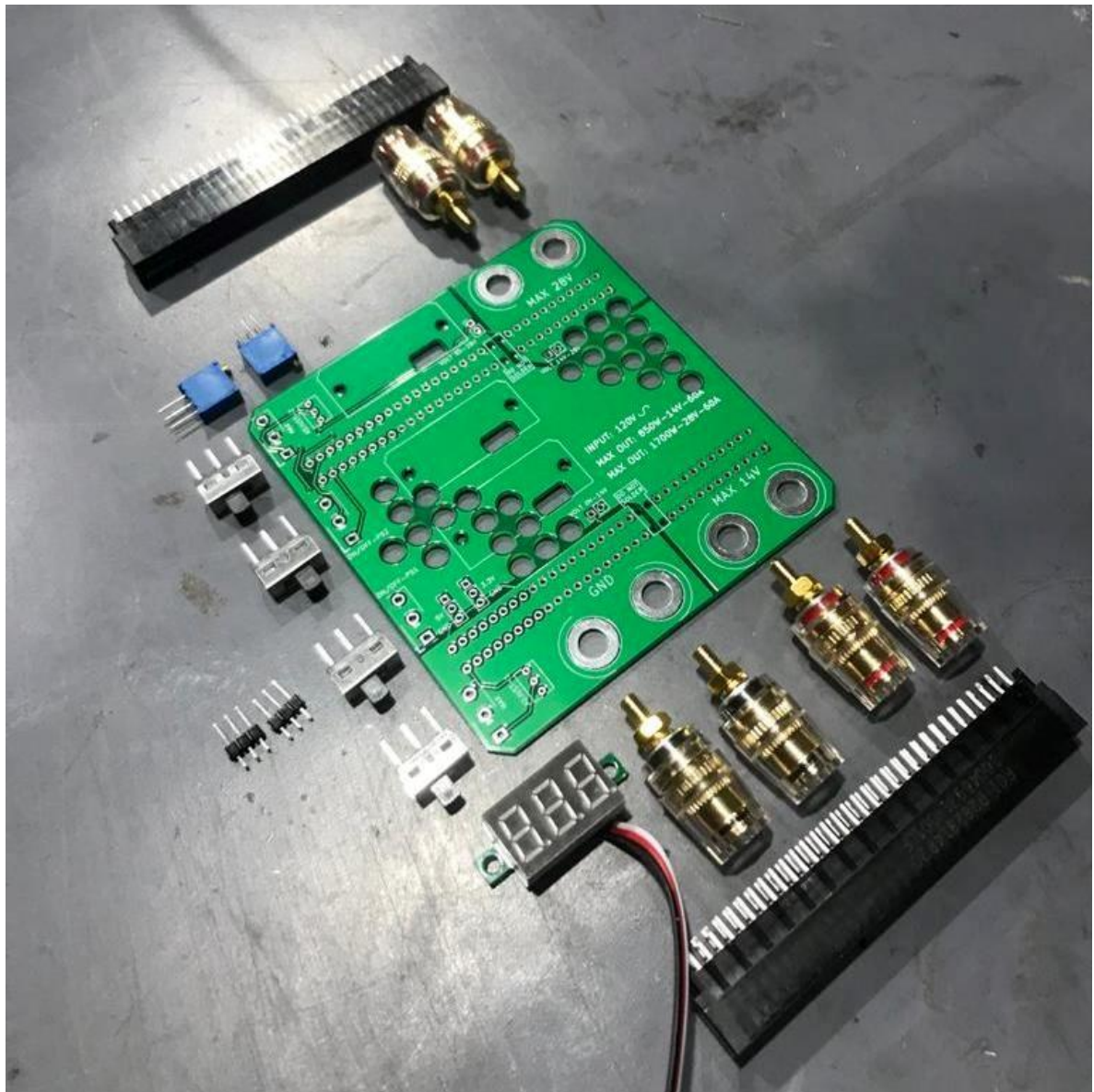


圖 6 電源配接器電路示例專案

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。