

Förderung von Innovation durch PLM für Mechatronik-Systeme

www.siemens.com/plm

white paper



- Management der Innovationsprozesse für Produkte, bei denen mechanische, elektronische, elektrische und Software-Technologien zusammen eingesetzt werden.

PLM Software

Answers for industry.

SIEMENS

Inhalt

Management Summary	I
Systems Engineering und Anforderungsmanagement	3
Entwicklungsmanagement	6
Produktionsmanagement	10
Service- und Diagnosemanagement	11
Zusammenfassung	12

Bahnbrechende Innovationen durch Mechatronik

Industrieunternehmen der meisten Branchen müssen zunehmend Elektronik- und Softwarekomponenten in ihre mechanischen Produkte integrieren, um die vom Markt verlangten Produktmerkmale zu einem konkurrenzfähigen Preis anbieten zu können. Aufgrund des wachsenden Wettbewerbs und der immer engeren Marktnischen sind Mechatronik-Technologien der entscheidende Faktor für den Erfolg geworden. Die auf Mechatronik basierenden Innovationen von gestern finden sich in den Standardprodukten von heute.

Obwohl die Mechatronik enorm an Bedeutung gewinnt, fehlt es vielen Fertigungsunternehmen an umfassendem Fachwissen aller einzelnen Disziplinen, beispielsweise bei der Entwicklung von Elektronikkomponenten oder Software. Sie sind deshalb bei der Entwicklung und Fertigung wichtiger Produktkomponenten oft auf Partner angewiesen. Dadurch gestaltet sich die Integration dieser Spezialgebiete in einen aufeinander abgestimmten, synchronisierten Produktlebenszyklusprozess noch schwieriger. Dabei ist diese Integration der unterschiedlichen Disziplinen an sich schon die größte Herausforderung bei der Entwicklung von mechatronischen Systemen und Produkten.

Laut der AberdeenGroup nennen 68 Prozent der Hersteller die Synchronisierung mechanischer und elektrischer Komponenten als eine der wichtigsten Herausforderungen bei der Produktentwicklung. 47 Prozent fehlt es danach an Fachwissen bei der Systementwicklung oder in bestimmten Disziplinen der Mechatronik. Um konkurrenzfähig zu bleiben, müssen die Unternehmen aber kontinuierlich in Mechatronik-Innovationen investieren. [Mechatronics System Design Benchmark Report, August 2006]

In derselben Studie wurde festgestellt, dass Hersteller, die bei der Entwicklung von Mechatronik-Produkten zu den besten der Branche zählen, ihre Ziele in Hinsicht auf Umsatz, Kosten, Markteinführung und Qualität in 84 Prozent der Fälle erreichen. Vier von fünf dieser Unternehmen adressieren das Thema der Integration von mechatronischen Komponenten bereits früh im Entwicklungsprozess.

Weitere wichtige Trends adressieren die Fähigkeit der Hersteller, Prozesse über den ganzen Lebenszyklus der mechatronischen Produkte zu optimieren:

- Die Entwicklung und Fertigung elektronischer Komponenten wird zunehmend an strategische Partner und Zulieferer ausgelagert. Das stellt hohe Anforderungen an die Koordination der Entwicklungsprozesse und sichere Konzepte zum Schutz des geistigen Eigentums.
- Komplexere Produkte können zu umfassenderen Garantieforderungen führen.
- Sicherheit, Konfigurationsmanagement und Änderungsmanagement stellen bedeutende Herausforderungen dar.
- Komplexe Mechatronik-Produkte steigern den Bedarf an Änderungs- und Versionskontrollen sowie die Rückverfolgbarkeit.

Um im Wettbewerb bestehen zu können, müssen Hersteller in der Lage sein, alle Entwurfsbereiche für komplexe Produkte und Prozesse zu synchronisieren. Dabei sollten Probleme mit Blick auf Systems Engineering und Entwicklung/Konstruktion möglichst früh im Entwicklungsprozess gelöst werden. Produkt-Performance, Integration und Qualität der Produkte müssen optimiert werden, indem voneinander abhängige mechanische, elektrische und Software-Subsysteme – von denen möglicherweise viele von Zulieferern gefertigt werden – als ein System betrachtet werden. Laut Dr. M. K. Ramasubramanian, außerordentlicher Professor der Fakultät für Mechanik und Raumfahrt an der Universität North Carolina, erfordert dies „eine kooperative Integration von Mechanik und Elektronik und eines systemübergreifenden Denkens bei der Entwicklung intelligenter Produkte und Prozesse“. [Quelle: www.mae.ncsu.edu/courses/mechatronics, <http://www.mae.ncsu.edu/homepages/ram/pub/journal.html>]

PLM-Lösungen können als idealer Rahmen zur Umsetzung unternehmensweiter Ziele im Bereich der Mechatronik dienen. Strategisch eingesetzt kann PLM-Technologie, die auf XML und offenen System-Standards basiert, eine digitale Umgebung schaffen, die den sicheren Datenzugriff und -austausch zwischen einer großen Zahl von Softwareanwendungen ermöglicht und damit die Optimierung und Analyse der Produkte und Prozesse in allen Disziplinen und allen Schritten des Lebenszyklus fördert.

In diesem Whitepaper wird erläutert, welche Bereiche von Fertigungsunternehmen besonders beachtet werden müssen, um eine hocheffiziente Umgebung für Produktentwicklung und -fertigung zu schaffen, die eine kontinuierliche und messbare Innovation mechatronischer Produkte fördert:

Systems Engineering und Anforderungsmanagement

Schaffen Sie einen Rahmen für die Entwicklung mechatronischer Systeme, definieren Sie die Systemanforderungen und kommunizieren Sie diese an die Entscheidungsträger aller relevanten Geschäftsbereiche.

Entwicklungsmanagement

Entwickeln und synchronisieren Sie alle Entwürfe, Komponenten und Schnittstellen, aus denen ein Mechatronik-Produkt besteht, im Kontext des gesamten Systems.

Produktionsmanagement

Planen und entwickeln Sie Fertigungsprozesse für Kabelbäume, elektronische Leiterplatten und Softwareupdates, um Systemkonfigurationen und Qualität zu verfolgen.

Service- und Diagnosemanagement

Schaffen Sie eine Umgebung mit geschlossenem Informationskreislauf, die eine kontinuierliche Verbesserung gewährleistet.

Um den Herausforderungen bei der Entwicklung und Fertigung von Mechatronik-Produkten zu begegnen, müssen Unternehmen neue interdisziplinäre und flexible Geschäftspraktiken unterstützen, die neue Wege in Produktentwicklung, Fertigung und Support zulassen. Für die komplexen Integrationsprobleme, die im fortgeschrittenen Entwurfszyklus und in allen Phasen des Produktlebenszyklus die Kosten in die Höhe treiben, müssen frühzeitig Lösungen gefunden werden.

Diese Probleme werden verstärkt, wenn Hersteller mit Partnern und Zulieferern zusammenarbeiten, die über das notwendige Fachwissen für Elektronik- oder Software-Entwicklung verfügen. Dadurch wird zwar das kollektive Wissen erweitert, es führt jedoch auch zu einer größeren Komplexität, denn die Unternehmen müssen die einzelnen Phasen des Lebenszyklus nicht nur mit anderen Unternehmen abstimmen, sondern innerhalb der einzelnen Unternehmen auch über mehrere Zuständigkeitsbereiche hinweg koordinieren.

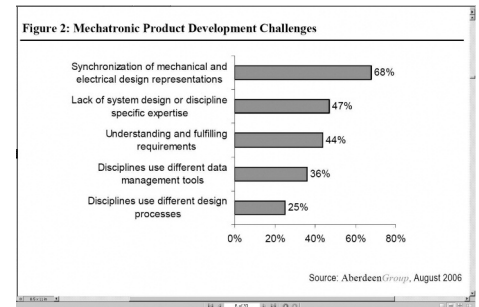
Dazu müssen die Hersteller einen umfangreichen Satz an Prozessen und Methoden implementieren, mit denen Wechselwirkungen zwischen Anforderungen, Subsystemen, Einschränkungen und Komponenten eines Mechatronik-Produkts erarbeitet und analysiert werden können. Dies erfordert einen hohen Grad an Synchronisierung, Optimierung und interdisziplinärem Management. Möglich ist dies nur durch einen Systems-Engineering-Ansatz zur Verwaltung des gesamten Produktlebenszyklus.

Die Prinzipien des Systems Engineering sind bei der Entwicklung von Mechatronik-Produkten entscheidend. Ein Systems-Engineering-Ansatz erleichtert die Zusammenarbeit zwischen mehreren Abteilungen und Disziplinen – nicht nur innerhalb des Unternehmens, sondern zwischen Zulieferern und strategischen Partnern in der gesamten Wertschöpfungskette.

Das Systems Engineering bietet – soweit vom PLM-System des Unternehmens unterstützt – eine „ganzheitliche“ Ansicht des Entwurfs, der Fertigung und des Supports. Dadurch kann die komplexe Koordination mehrerer weltweit verteilter Disziplinen, Entwurfs- und Fertigungsgruppen bewältigt werden. Außerdem ist es möglich, alle Merkmale und Funktionen eines Mechatronik-Produkts zu definieren, verwalten, kontrollieren und synchronisieren, um deren nahtloses Ineinandergreifen zu gewährleisten.

Die verschiedenen mechanischen, elektronischen und Softwarekomponenten, aus denen das Endprodukt besteht, müssen als Ganzes aufeinander abgestimmt und bewertet werden, um die optimale Systemarchitektur zu entwickeln, die die Anforderungen an das Produkt und dessen Performance erfüllt. Alle physischen und funktionalen Subsysteme und Bauteile müssen wie spezifiziert zusammenarbeiten, und Wartungszeitpläne müssen vorab präzise festgelegt werden.

Herausforderungen bei der Entwicklung von Mechatronik-Produkten



[Mechatronics System Design Benchmark Report, AberdeenGroup, August 2006]

Bei Einhaltung dieser Kriterien können Subsysteme entworfen werden, die die Anforderungen des gesamten Produkts erfüllen. Änderungen am Gesamtprodukt können in der Systemarchitektur vorgenommen werden, indem grundlegende Produktparameter geändert werden, z. B. der Tragflächenwinkel eines Flugzeugs oder die Größe, Höhe und Kapazität des Tisches einer Werkzeugmaschine. Diese Änderungen können danach in einem formalen Prozess zur Änderungskontrolle und Benachrichtigung kommuniziert werden. Die digitale Produktentwicklung unterstützt nicht nur die verbesserte Modellierung von großen Baugruppen und einzelner Bauteile, sondern gleichzeitig auch die Konstruktion komplexer, wieder verwendbarer Produktbaugruppen.

Durch den Top-down-Entwurf von Produkten und unabhängig von Geometrie werden die ersten Phasen der Produktplanung beschleunigt, indem Informationen vorheriger Entwürfe hinzugezogen werden. Durch systembasiertes Modellieren wird die Einführung neuer Produkte rationalisiert, indem vereinfachte konzeptionelle Modelle mit der Steuerungsstruktur verknüpft werden. Wenn Produktparameter in der Steuerungsstruktur geändert und die Änderungen anhand des konzeptionellen Entwurfs kommuniziert werden, können Benutzer schnell Entwurfsalternativen prüfen.

PLM-Lösungen bieten Funktionen, mit denen die Wechselwirkungen zwischen Anforderungen, Subsystemen, Einschränkungen und Komponenten komplexer Produkte modelliert und analysiert werden können und die so die Entwicklung von Mechatronik-Produkten erleichtern. PLM ermöglicht es Ingenieuren, alternative Entwürfe schnell zu modellieren und zu bewerten, um sicherzustellen, dass Produkte von Anfang an fehlerfrei sind. Die Entscheidungsfindung in Echtzeit erfolgt im Kontext des anfänglichen Entwurfs sowie der praktischen Erfahrung am Fertigungsort. Die Nachverfolgbarkeit ist während des gesamten Produktlebenszyklus gewährleistet.

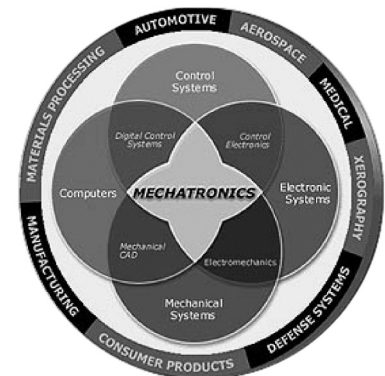
PLM bietet eine robuste Umgebung zur Datenverwaltung, in der Unternehmen mechanische, elektrische, elektronische und Softwarekomponenten einerseits als eigenständige Elemente und andererseits als integrierte Einheit behandeln können. Mit der Einbeziehung von Elektronik und integrierter Software in Versionskontrollen, Konstruktionsabläufe, Änderungsmanagement und Konfigurationsmanagement kann die richtige Datenverwaltungslösung Unternehmen dabei unterstützen, Prozesse über mehrere Entwurfs- und Fertigungsdisziplinen des Produktlebenszyklus hinweg zu optimieren.

Anforderungsmanagement

Unternehmen sollten sich in einer frühen Phase des Entwicklungszyklus von Mechatronik-Produkten auf die Definition von Kundenbedürfnissen sowie die Funktionen konzentrieren, die für die einzelnen Komponenten oder Subsysteme des Produkts erforderlich sind. Die Anforderungen werden dokumentiert, und vorläufige Entwürfe in einem Entwurfssynthese-Prozess kommuniziert. Produkte und Systeme werden anschließend im Kontext des gesamten Produkts validiert und modelliert. Das Systems Engineering vereint alle Disziplinen und Fachgruppen in einem Team und erstellt einen strukturierten Entwicklungsprozess von der Konzeption über die Produktion bis hin zum Betrieb. Dabei müssen sowohl die geschäftlichen als auch die technischen Anforderungen der Kunden berücksichtigt werden, um ein Qualitätsprodukt bereitstellen zu können, das die Erwartungen der Benutzer erfüllt.

Grundlegende Schritte zur Optimierung der Entwicklung von Mechatronik-Produkten

- Lösen Sie Entwurfs- und Integrationsprobleme so früh wie möglich im Produktentwicklungsprozess, durch Abstimmung der Definitions- und Konstruktionssysteme für Mechanik, Elektrik und Software.
- Verbessern Sie die Zusammenarbeit mit strategischen Partnern in unterschiedlichen Bereichen und Disziplinen durch eine straffe Koordination aller Aktivitäten.
- Kommunizieren Sie komplexe Produktanforderungen zwischen den Teams der Zulieferer und OEMs mit möglichst vielen Kontextinformationen bezüglich System und Konstruktion.
- Stellen Sie allen Disziplinen unmittelbaren Zugriff auf synchronisierte Produktdaten zur Verfügung.
- Verbinden Sie separate IT-Umgebungen für die einzelnen Konstruktionsdisziplinen.



[Grafik: Professor K. Craig, Rensselaer Polytechnic Institute, MIT]

Die Marktanforderungen müssen durch quantifizierbare Einschränkungen ergänzt werden, die den Erfolg des Markteinführungsprogramms anhand der Kosten- und Lieferzeitpläne sowie der Erfüllung spezieller Kriterien bestimmen, z. B. Leistung, Ergonomie, Sicherheit, Bedienbarkeit, Zuverlässigkeit, Wartungsfreundlichkeit sowie Recycling und Entsorgung.

Das Systems Engineering muss zur Modellierung und Analyse der Wechselwirkungen zwischen Produktanforderungen, Subsystemen, Einschränkungen und Komponenten eingesetzt werden. So können Unternehmen die optimalen Kompromisse bei wichtigen Entscheidungen während des gesamten Produktlebenszyklus treffen. Das Ergebnis dieses Systementwicklungsprozesses ist ein präziser Satz an Produktanforderungen, der verwaltet und global in die einzelnen Disziplinen integriert werden muss, um die Produktentwicklung und -fertigung effektiv zu versorgen.

In einer optimierten Verwaltungsumgebung für die Anforderungen von Mechatronik-Produkten können Produktteams über mehrere Disziplinen hinweg ihre Entscheidungen im Kontext der Markt-, Regulierungs- und Entwurfsanforderungen des gesamten Systems nachvollziehen und diese Anforderungen mit den kleinsten Elementen des Entwurfs und den Performance-Zielen, die während des Produktlebenszyklus verfolgt und aktualisiert werden können, in Verbindung bringen. Dies sollte die Verwaltung aller relevanten Entwürfe und Varianten, Produktspezifikationen, Modelle (einschließlich 3D-Simulationen) und Testergebnisse einschließen.

Wenn diese Bedingungen erfüllt sind, können Anforderungen direkt in die Prozesse einfließen, die von interdisziplinären Teams bei der Entwicklung verwendet werden. Entwicklungsteams können darüber hinaus gesetzliche Anforderungen im Produktlebenszyklus erfassen, z. B. Recyclingbestimmungen oder Vorschriften für die Entsorgung und Wiederaufbereitung gefährlicher Abfallstoffe. Auf diese Weise kann schon im Entwurf die Einhaltung spezifischer Vorschriften realisiert werden.

Unternehmen benötigen PLM-Systeme, die das Anforderungsmanagement für Mechatronik-Produkte effektiv unterstützen. Diese Systeme müssen die Möglichkeit bieten, Änderungen in Echtzeit über mehrere Disziplinen hinweg zu verwalten. Die besten Systeme dieser Art stellen Funktionen zur interdisziplinären Rückverfolgbarkeit bereit, um eine exakte Dokumentanalyse und Montage sicherzustellen. Mit diesen Funktionen kann die Einhaltung von Richtlinien für das gesamte Produkt während des Lebenszyklus dokumentiert werden.

Mechatronik gewinnt deshalb so stark an Bedeutung, weil die Entwicklung neuer Software meist deutlich kostengünstiger und flexibler ist, als die mechanische Ausführung der gleichen Funktion. Die Entwicklung mechanischer Systeme mit Elektronikkomponenten und komplexen Softwarernetzen wird sich fortsetzen, da diese Systeme zusätzliche Funktionen bereitstellen und Mehrwert generieren. Wenn eine Baugruppe durch eine Softwarekomponente ersetzt werden kann, ohne Änderungen der Funktion, wird sich der Hersteller mit hoher Wahrscheinlichkeit für den Wechsel zu einer Softwarekomponente entscheiden. Außerdem lässt sich Software leichter anpassen und bietet höhere Flexibilität.

Für die Entwicklung von Mechatronik-Produkten reicht nicht nur entsprechendes Know-how in den dafür nötigen Disziplinen. Vielmehr muss die Entwicklung über die verschiedenen Disziplinen und auch über Unternehmensgrenzen hinaus koordiniert werden.

Wenn Herstellern dies gelingt, können sie ihre Innovationskapazität durch die Integration von Software erheblich steigern und Produkte mit Alleinstellungsmerkmalen sowie erweiterte Produktlinien anbieten, um neue Umsatzmöglichkeiten zu eröffnen. Das Ersetzen mechanischer Produkteigenschaften durch Software ermöglicht zudem Kostensenkungen, da die Anzahl der zu unterstützenden mechanischen Konfigurationen reduziert wird.

Produktentwicklung

Ingenieure der Bereiche Mechanik, Elektrik und Software arbeiten mit Entwicklungsprozessen, Organisationen und Technologien, die sich erheblich voneinander unterscheiden. In der Vergangenheit wurden die unterschiedlichen Elemente, die von diesen Gruppen erstellt wurden, mithilfe mehrerer physischer Prototypen in ein Produkt integriert – ein kostenaufwändiger, zeitraubender und fehleranfälliger Prozess. Wenn der Entwicklungsansatz für Mechatronik-Produkte jedoch auf Systemebene verankert wird, erhalten alle Beteiligten innerhalb des Produktlebenszyklus die erforderlichen Kenntnisse über das Gesamtprodukt. Dank dieser umfassenden Produktkenntnisse können Abstimmungsprozesse verbessert und so die Entscheidungen in den Phasen Entwurf, Fertigung, Beschaffung, Vertrieb und Service optimiert werden.

Durch diesen integrierten, iterativen Entwicklungsprozess wird schließlich eine Struktur etabliert, in der die Anforderungen an Systeme und Subsysteme mit denen des Gesamtprodukts verknüpft werden. Diese Zuordnung von Produkt und Technologie ist ein entscheidender Erfolgsfaktor, denn bei richtiger Umsetzung stellt sie die Verbindung zwischen übergeordneter Produktstrategie und konkreter Produktentwicklung dar.

Die Entwicklung von Mechatronik-Produkten erfordert die Koordination von Unternehmensprozessen nicht nur innerhalb bestimmter Disziplinen, sondern auch interdisziplinär. Beispielsweise hat der zunehmende Bedarf an komplexen Steuerungssystemen in Produkten verschiedener Branchen zu einem sprunghaften Anstieg elektronischer Kontrolleinheiten geführt, die für die Produktion innovativer Produkte erforderlich sind. So hat die elektronische Leiterplatte (PCB) das Design von Produkten entscheidend verändert. Zwar wird die Produktion oft an Dritthersteller ausgelagert, dennoch bleibt der Entwurf von Leiterplatten ein wichtiger Teil des Prozesses. Heute benötigen Unternehmen für die Fertigungsphasen von Leiterplatten von der anfänglichen Konzeption über Entwicklung und Analyse bis hin zur Produktion eine umfassende Lösung. Dies umfasst unter anderem Visualisierungstools, die eine schnelle Diagnose und Fehlersuche ermöglichen.

Seiko Epson Corporation verkürzt die Entwicklungszeit für Mikro-Mechatronik um 50 Prozent

Seiko Epson gehört zu den führenden Unternehmen bei technologischen Revolutionen in den Bereichen der Farbwiedergabe, Robotik, Präzisionsmaschinen und Elektronik. Das Unternehmen entwirft moderne, langlebige und genaue Seiko-Uhren mit präzise synchronisierten Mechanik-, Elektronik- und Software-Komponenten. Da der Unternehmensschwerpunkt stets auf Innovation und Präzision liegt, konnte Seiko Epson die führende Position in der Mikro-Mechatronik einnehmen (die synergistische Integration mikroelektromechanischer Systeme, elektronischer Technologien und Präzisionsmechanik mit hohem Mehrwert).

Mit dem Wechsel von einem zeitraubenden, sequenziellen Prozess hin zu einer digitalen Entwicklungs- und Fertigungsumgebung schuf das Unternehmen eine weitgehend automatisierte Umgebung, in der Produkte anhand von virtuellen Prototypen erfolgreich getestet werden. So konnten die Entwicklungszeiten und die Kosten für das Prototyping um die Hälfte reduziert werden. Qualitätsmetriken weisen eine Verbesserung von 100 Prozent nach.

Agilent Technologies senkt Zeit und Kosten durch virtuelle Prototypen

Agilent Technologies gehört zu den weltweit führenden Herstellern opto-elektronischer Geräte, z. B. optischer Kodierer für die Geschwindigkeitsmessung und Standortbestimmung in Motion-Control-Systemen. In einer integrierten digitalen Entwicklungsumgebung, die mechatronische Anwendungen unterstützt, können virtuelle Prototypen effektiv verwendet werden. Ein Beispiel: Da es nicht möglich war, einen Temperatursensor an der Geräteschnittstelle anzubringen, konnte der Entwurf nur anhand einer Simulation getestet werden. Der erste simulierte Prototyp bestand auf Anhieb die Zuverlässigkeitstests. Auch aufgrund der möglichen Reduzierung von Zeit und Kosten für das Prototyping ist die Simulation in so einem Fall oft die einzig praktikable Option.

Jegliche Produktänderung kann sich auf die Anforderungen an die PCBs auswirken, z. B. auf Energieanforderungen, ausgewählte Komponenten oder den Binärcode, der von einem zweiten Subsystemzulieferer spezifiziert wird. Die Software mehrerer Steuerungseinheiten des Systems muss kompatibel sein. Die Fertigungsabteilung muss informiert werden, welche Konfigurationen wie geplant funktionieren und ob Probleme in der praktischen Anwendung auftreten. Das Wartungsteam muss die tatsächliche Konfiguration der ausgelieferten Produkte kennen, um optimalen Support bieten zu können.

In gleicher Weise müssen Unternehmen den gesamten Produktentwicklungsprozess mit den Software-Sourcecodes synchronisieren, die für die Steuerung eingebetteter Systeme zuständig sind. Durch ein verbessertes Lifecycle Management der Software und des Sourcecodes sind Unternehmen in der Lage, die Performance vorab präziser einzuschätzen und alternative Produktentwürfe effizienter zu bewerten. Dabei gewinnen Unternehmen wichtige Erkenntnisse über den Entwurf und können in einer frühen Entwicklungsphase fundierte Konstruktionsentscheidungen treffen. Dies führt zu verbesserter Leistung, qualitativ hochwertigen und innovativeren Produkten und zu einer Reduzierung der Gesamtproduktkosten.

In vielen Branchen, wie z. B. der Luftfahrt und Verteidigung sowie dem Automobil- und Maschinenbau, ist das Lifecycle Management von Verkabelungen (Kabelbäume) weiterhin ein kritischer Prozess. Durch zunehmende Sicherheitsanforderungen steigt der Bedarf an redundanten Systemen, für die eine frühzeitige Validierung und Analyse erforderlich sind. Dazu zählt eine Analyse der Raumzuteilung, des Stromverbrauchs sowie der Netzwerkbandbreite und -latenz.

Für ein effektives Lifecycle Management für Kabelbäume ist es erforderlich, die Integration zwischen ECAD-, MCAD- und Softwareanwendungen zu verbessern, um die Synchronisierung der Produktentwicklungsmaßnahmen zu gewährleisten und die Effizienz und Produktivität der Entwicklung zu erhöhen.

Da Entwürfe zunehmend komplexer werden, wächst die benötigte Kabelmenge ebenso schnell wie der Umfang an Software. Ständig werden neue Kommunikationsbusse hinzugefügt, und der Stromverbrauch bewegt sich an der Höchstgrenze. Damit diese Probleme in Angriff genommen werden können, muss eine vollständige Ansicht des Kabelbaumentwurfs zur Verfügung stehen, damit die Raumzuteilung in einer frühen Prozessphase vorgenommen werden kann. Durch die frühzeitige Raumzuweisung können Unternehmen vorhandene Komponenten bewährter Entwürfe erneut verwenden. Sie stellt außerdem die Verbindung zwischen den 2D- und 3D-Entwurfsansichten her. Dieser iterative Prozess wird um eine Stromkreisanalyse ergänzt.

PLM-Lösungen mit eingebetteten Software-Managementfunktionen bieten eine synchronisierte Ansicht von Software und elektromechanischen Bauteilen des gesamten Lebenszyklus. Diese Ansicht basiert auf denselben Konfektionierungskriterien, mit denen Unternehmen Neukonstruktionen, verursacht durch Versionierungsfehler, maßgeblich reduzieren können. Sie können so bereits vor der Fertigungs- und Auslieferungsphase eines Produkts sämtliche Aspekte validieren. Dank verbesserter Steuerung des Entwicklungsprozesses für Mechatronik-Produkte können Unternehmen die Kosten im Zusammenhang mit der Einhaltung geltender Bestimmungen reduzieren und kostenaufwändige, komplexe Aktualisierungen der Produktsoftware nach dem Verkauf senken. Durch verbesserte Produktqualität und Kostensenkungen können höhere Umsätze und Gewinne erzielt werden.

Ford erzielt erhebliche Kosteneinsparungen durch eingebettete Software

Die Ford Motor Company setzt in 57 Fahrzeugprogrammen weltweit eine Software-Lösung zur Datenverwaltung in Fahrzeugen ein. Dies betrifft unter anderem die beliebten Modelle Ford Explorer, Mustang und Escape Hybrid. Das System unterstützt einen synchronisierten Mechatronik-Entwurf, mit dem Ford eingebettete Software einer elektronischen Kontrolleinheit (ECU) zurückverfolgen kann. So profitiert das Unternehmen von seinem globalen Innovationsnetzwerk, indem alle Bestandteile während des Lebenszyklus eines Fahrzeugs aufgezeichnet werden und ihre Verwendung und Funktionsweise als Teil des gesamten Systems koordiniert wird. Durch Managementfunktionen für Fahrzeugsoftware wird die unternehmensweite Zusammenarbeit verbessert und die Verwaltung von Produktdaten standardisiert, die mit dem wachsenden Umfang an eingebetteter Software in den zunehmend „intelligenteren“ Fahrzeugen weiter zunehmen.

Prozessentwicklung

Die Integration von Elektronik und Software in traditionelle mechanische Produkte ist mit Risiken verbunden. Änderungen in einer einzelnen Komponente können Auswirkungen auf alle anderen Produktkomponenten und -systeme haben. Die Koordination einer Längenänderung an einer Leitung in einem Kabelbaum, der von einem Subsystemzulieferer entworfen wird, erfordert einen erheblichen Kommunikationsaufwand. Die Änderung kann sich auf die Energieanforderungen einer Leiterplatte oder den Binärcode eines zweiten Subsystemzulieferers auswirken. Die Software verschiedener Steuerungseinheiten des Systems muss kompatibel sein. Die Produktionsabteilung muss Kenntnisse darüber haben, welche Konfigurationen wie geplant funktionieren und ob Probleme in der praktischen Anwendung auftreten. Auch das Wartungsteam muss die tatsächlich gefertigte Konfiguration kennen, um optimalen Support bieten zu können.

Eine der größten Herausforderungen zunehmender Komplexität liegt in der Entscheidung, ob für jedes ausgelieferte Produkt ein spezieller Kabelbaum angefertigt werden soll oder ob der Schwerpunkt auf eine effizientere Produktion gelegt wird. Die Produzierbarkeit muss so früh wie möglich validiert werden. Mit Tools für die Erstellung von Formboards kann die Fertigungsansicht des Produkts bereitgestellt werden, sodass Unternehmen zeitnah Werkzeuge und Schablonen für den Kabelbaum herstellen können.

Wenn Auswirkungen von Änderungen nicht ausführlich kommuniziert werden, kann dies ernsthafte Folgen haben. Wenn ein Mitarbeiter aus der mechanischen Abteilung die entsprechenden Ingenieure für Elektronik und Software nicht über die neuesten Änderungen informiert, arbeiten die Ingenieure möglicherweise mit widersprüchlichen Anforderungen. In diesem Fall sind die Stücklisten der einzelnen Disziplinen möglicherweise nicht synchronisiert. Im schlimmsten Fall gehen die beteiligten Ingenieure davon aus, dass sie nicht für dieses Problem zuständig sind, und unterlassen korrigierende Maßnahmen.

Simulation und Validierung

Trotz ständiger Verbesserungen der Fertigungsautomatisierung verfügen heute nur wenige Fertigungsunternehmen über angemessene Tools, um die Tests und Validierungen durchzuführen, die für die Fertigung von Mechatronik-Produkten erforderlich sind. Die meisten Business-Systeme bieten nicht viel mehr als grundlegende Meilensteinlisten. Wenige Test- und Validierungstools sind in den übergeordneten Arbeitsablauf oder gar in detaillierte Entwicklungs- und Fertigungssysteme integriert.

Zwar werden Simulationen und Validierungen innerhalb einzelner Entwicklungs- und Prozessbereiche möglicherweise optimiert. Heutige Mechatronik-Produkte erfordern jedoch ein integriertes Simulationsmodell, mit dem das gesamte Produkt in Hinblick auf die Anforderungen validiert werden kann. Simulationsmodelle müssen mit Produktfunktionen und -merkmalen verknüpft werden, sodass Hersteller sicher sein können, dass das gesamte Produkt funktioniert.

Idealerweise sollte jede Phase des Produktlebenszyklus – von der Konzeption bis zur laufenden Wartung – getestet und im Vorfeld validiert werden. Der Prozess sollte nach Möglichkeit stets einem übergeordneten Produktentwicklungsprozess zugeordnet werden und Teil dieses Prozesses sein. Die Auswirkung von Konstruktionsänderungen müssen erkannt werden, bestehende Prozesse und Bearbeitungsverfahren sollten gegebenenfalls wieder verwendet und auf neue Produkte angewendet werden. Durch die Zusammenfassung aller Fertigungsprozesse in einer einzigen Systems-Engineering-Umgebung wird der Rahmen – eine integrierte „Produktplattform“ – für eine kontinuierliche Verbesserung geschaffen.

Mithilfe von PLM-Technologien können Unternehmen eine integrierte Simulationsumgebung für Mechatronik-Produkte schaffen. Durch die Bereitstellung einer digitalen Produktionsgrundlage können virtuelle Prototypen erstellt werden, auch für Schnittstellen zwischen mechanischen, elektronischen und Software-Komponenten. Dadurch kann die Qualität eines Produkts ab der ersten Produktionsreihe sichergestellt werden. Mit PLM können Unternehmen Produktkonfigurationen im Vorfeld validieren und physische Prototypen durch zuverlässige virtuelle Prototypen ersetzen.

Eine integrierte Simulationsumgebung kann für Hardware- und Software-Tests im Entwicklungsstadium eingesetzt werden. Diese hybride Testumgebung unterstützt die Validierung neuer Konzepte und Innovationen innerhalb vorhandener Architekturen.

Durch PLM haben Unternehmen außerdem die Möglichkeit, die Anforderungen bezüglich des Systementwurfs und der physischen Komponenten zu verfolgen. Dadurch können einerseits die Auswirkung von Änderungen in einzelnen Gebieten anderer Fachbereiche virtuell getestet werden und andererseits wird sichergestellt, dass Änderungen über die Fachbereiche hinweg umgesetzt werden. Dadurch können Probleme bei bestimmten Produktkonfigurationen früh erkannt werden, der elektrische Entwurf und die Architektur können validiert werden, und Teams können Probleme leichter isolieren und Risiken besser abschätzen.

Außerdem können Unternehmen mittels PLM eine vollständige Historie von Produkten in den Prozess einbringen. In einem logischen Schaltbild oder im 3D-Modus kann dabei von Ansicht zu Ansicht gewechselt werden. Funktionen können in speziell für bestimmte Benutzer erstellten Ansichten realistisch dargestellt werden.

Bei der Produktion komplexer Produkte mit mehreren Subsystemen müssen Unternehmen in der Lage sein, die Machbarkeit der Fertigung zu Beginn des Prozesses zu validieren. Nur so kann sichergestellt werden, dass jedes „System“ im zeitlichen Rahmen und mit der richtigen Spezifikation hergestellt und ausgeliefert werden kann. Fehlerfreie Produkteinführungen und Auslieferungen können nur gewährleistet werden, wenn Produktfertigung und Beschaffungsprozesse mit der übrigen Produktentwicklung synchronisiert werden. Zur Umsetzung ist eine Umgebung für das Systems Engineering erforderlich, in der Produkte nach Plan gefertigt und ausgeliefert werden können.

Durch die visuelle Analyse der voneinander abhängigen mechanischen, elektronischen und Software-Subsysteme, der Einschränkungen und der Komponenten können Unternehmen die Leistung, Integration, Qualität und Zuverlässigkeit der Produkte optimieren.

Separate Entwicklungsaktivitäten müssen zur richtigen Zeit zusammengeführt werden, um Verzögerungen am Fertigungsstandort zu vermeiden. Der richtige Zeitpunkt zur Einführung der einzelnen Komponenten in den Produktionsprozess muss exakt geplant sein, da Änderungen an vorhandenen Prozessen nötig werden können.

Schon vor der Fertigung und Beschaffung muss sichergestellt sein, dass später keine Schwierigkeiten auftreten. Vor der Planung des Fertigungs- und Lieferprozesses müssen Unternehmen bereits evaluieren, ob die geeigneten Mittel und Ressourcen für die gesamte Wertschöpfungskette bereitstehen. Bevor mit der Fertigung begonnen wird, müssen Bauteil- oder Komponentenfertigung, Montageplanung, Anlagendesign und Produktionsmanagement gründlich bewertet und im Detail geplant werden. Entwurfs- und Produktionsalternativen mit genauen Kostenprognosen sollten ebenfalls im Plan enthalten sein.

Unternehmen müssen in der Lage sein, Fertigungs- und Produktionsprozesse zu simulieren, um einwandfreie Qualität und einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. Die Prozessvalidierung ist auch bei Produktvarianten von Bedeutung. In diesem Bereich können vorhandene Bearbeitungsverfahren, Prozesse und Werke für abgeleitete Produkte erneut genutzt werden. Um sicherzustellen, dass bestehende Prozesse für neue Entwürfe geeignet sind, ist ein hohes Maß an dynamischer Validierung erforderlich. Der Grad der Automatisierung sollte hierbei so hoch wie möglich sein.

PLM bietet eine digitale Produktionsumgebung, mit der eine frühe Validierung der Produktionsfähigkeit und des Einflusses von Änderungen auf Arbeitsabläufe möglich wird. Außerdem können Unternehmen verschiedene Produktionsszenarios vor der praktischen Umsetzung bewerten. Moderne PLM-Lösungen mit Unterstützung für Mechatronik bieten Unternehmen die Tools, die zum Verwalten und Synchronisieren der Fertigung unterschiedlicher Komponenten und für deren Zusammenführung notwendig sind. Dazu zählen Montage und Test von Leiterplatten, Gehäusebau sowie die Verwaltung von eingebetteter Software.

Von noch größerer Bedeutung ist, dass eine PLM-Umgebung, die auf einer skalierbaren, offenen Architektur basiert, es Herstellern ermöglicht, mit den Datenbanken und Prozessmanagementsystemen ihrer Zulieferer zu interagieren und Aktualisierungen in den Produktionszeitplänen, Qualitätsergebnissen und im Auftragsstatus zu erfassen. Dadurch können Hersteller ihre eigenen Produktionszeitpläne besser planen.

PLM erfasst darüber hinaus auch Bestandsdaten des Fertigungsstandorts, anhand derer Entscheidungen über zukünftige Systemarchitekturen, Entwicklungen und Fertigungsplanungen getroffen werden können. Dadurch können Unternehmen die Ursachen für nicht konforme oder fehlerhafte Komponenten ermitteln. Ein Feedback-Prozess ist elementar für verbesserte Service- und Wartungsleistungen, geringere Garantie- und Reparaturkosten sowie für eine vereinfachte Validierung der gesetzlichen Anforderungen.

Im heutigen weltweiten Wettbewerb ist der Service ein wichtiges Element der Kundenbindung. Wenn bei einem Kunden ein Problem auftritt, ist es wichtig, dass es beim ersten Serviceanruf behoben werden kann. Da die Produkte jedoch zunehmend komplexer werden, ist dies schwieriger als je zuvor. Reparatur- und Garantiekosten können das Unternehmensergebnis deutlich negativ beeinflussen.

Beispielsweise muss ein Kabelbaum so ausgelegt sein, dass Serviceaufgaben berücksichtigt sind. Die Diagnose von Problemen ist aber bei den heutigen Kabelbäumen sehr schwierig, da die Kabel fest in einer Ummantelung eingeschlossen sind. Demzufolge ist der tatsächliche Weg einer Leitung schwer nachzuvollziehen. Mit speziellen Visualisierungstools kann der Kabelbaum Leitung für Leitung angezeigt werden, sodass potenzielle Fehler schnell gefunden und analysiert werden können.

Bei einer umfassenden Servicestrategie unter Einsatz von Mechatronik werden Software-Diagnosen dazu verwendet, pro-aktiv mögliche Fehler zu identifizieren und das Unternehmen und die Kunden zu benachrichtigen. Wenn dieser Ansatz nicht durchführbar ist, kann eine Entwicklungs- und Produktionsumgebung, die auf PLM basiert, vollständige Informationen über das Produkt, dessen aktuellen Status sowie die Konfiguration von Hardware und Software liefern. Durch das Feedback der Kunden oder Servicetechniker kann die Ursache des Problems untersucht werden, und die eventuell zu ändernden Elemente können genau ermittelt werden.

Auch Probleme beim Änderungsmanagement haben Auswirkungen, die weit über die Produktauslieferung hinausgehen. Änderungen an der Software können nach Auslieferung des Produkts vorgenommen werden – gewiss einer der Vorteile von Mechatronik-Produkten. Diese Änderungen müssen für zukünftige Aktualisierungen und für Feedback an die Produktentwickler verfolgt werden. Mechatronik-Lösungen müssen die Möglichkeit bieten, Änderungen zu verwalten, die aufgrund von Konfigurations- und Verwendungsmustern an den einzelnen Objekten vorgenommen wurden.

Um auf den dynamischen globalen Märkten von heute bestehen zu können, setzen Hersteller unterschiedlichster Branchen – Automobilbau, Luftfahrtindustrie, Wehrtechnik, Maschinenbau, Medizintechnik, High-Tech und Konsumgüter – zunehmend Mechatronik-Elemente in ihren Produkten ein. Laut einer Untersuchung der AberdeenGroup verwenden 40 Prozent der führenden Hersteller in allen ihren Produkten Elektronik und Software. *[Mechatronics System Design Benchmark Report, August 2006]*

Um vor der Konkurrenz zu bestehen, müssen Hersteller kontinuierlich in Mechatronik-Innovationen investieren. Dies erfordert von den Unternehmen völlig neue Wege bei Systementwurf, Entwicklung, Fertigung und Support. Alle Aspekte des Produktlebenszyklus müssen synchronisiert werden, und eine digitale Umgebung muss bereitgestellt werden, damit die Mitarbeiter der unterschiedlichen Disziplinen, die bei der Entwicklung und Fertigung von Mechatronik-Produkten beteiligt sind, in Echtzeit zusammenarbeiten und miteinander kommunizieren können.

Mechatronik hat maßgeblich zur Komplexität der Entwicklung, der Produktion, der Auslieferung und des Supports innovativer Produkte beigetragen. In vielen Fällen übertrifft der Entwicklungsaufwand für Elektronik und die eingebettete Software den Aufwand für mechanische Komponenten. Um die durch Mechatronik-Produkte entstehenden Herausforderungen zu bewältigen, müssen Unternehmen Datenverwaltungslösungen implementieren, mit denen die elektrischen, mechanischen und Software-Komponenten von Produkten sowie die zugehörigen Produktionsparameter synchron verwaltet werden können.

Eine skalierbare, auf das Unternehmen abgestimmte PLM-Lösung, die auf einer offenen Architektur beruht, bietet die Funktionen, die zur Integration von disziplinspezifischen Anwendungen, Daten und Prozessen notwendig sind. Dadurch sind Unternehmen in der Lage, einen umfangreichen Satz an Prozessen und Methoden zu verwalten, der zum Modellieren und Analysieren von Wechselwirkungen zwischen Anforderungen, Subsystemen, Einschränkungen und Vorgaben sowie Komponenten erforderlich ist. Daraus folgend erweitern Unternehmen die Kenntnisse der Beteiligten über das Produkt als Ganzes. Diese fundierten Kenntnisse des Produkts können dann genutzt werden, um die Kompromisse bei Entscheidungen zu Entwurf, Fertigung, Beschaffung, Vertrieb und Service zu optimieren.

Um den Prozess zu beschleunigen und eine an der Nachfrage orientierte Innovation zu gewährleisten, müssen führende Unternehmen eine globale Umgebung für die Zusammenarbeit schaffen, die über Unternehmensgrenzen hinaus geht. Durch PLM können Unternehmen Kosten sparen, die durch zu spät erkannte Integrationsprobleme entstehen und zu Verzögerungen bei der Produktion und Markteinführung führen. Mithilfe von PLM sind Hersteller in der Lage, durch verbesserte Produktqualität und Kostenreduktion höhere Umsätze und Gewinne zu erzielen. Durch einen integrierten Ansatz können Unternehmen die in diesem Dokument erläuterten Kernbereiche effektiv angehen:

- Systems Engineering und Anforderungsmanagement
- Entwicklungsmanagement
- Produktionsmanagement
- Service- und Diagnosemanagement

Über Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, ein Geschäftsgebiet von Siemens Industry Automation, ist ein weltweit führender Anbieter von Software und Services für das Product Lifecycle Management (PLM) mit 6,7 Millionen Softwarelizenzen und über 63.000 Kunden auf der ganzen Welt. Siemens PLM Software, ein Unternehmen mit Sitz in Plano, Texas, arbeitet mit Unternehmen zusammen, um offene Lösungen anbieten zu können, die ihnen dabei helfen, mehr Ideen in erfolgreiche Produkte umzuwandeln. Weitere Informationen zu den Produkten und Services von Siemens PLM Software erhalten Sie unter www.siemens.com/plm.

Siemens PLM Software

Deutschland

Siemens Product Lifecycle
Management Software (DE)
GmbH
Hohenstaufenring 48-54
D - 50674 Köln
49 221 20802-0
Fax 49 221 248928

www.siemens.com/plm

Österreich

Siemens Product Lifecycle
Management Software (AT)
GmbH
Franzosenhausweg 53
A - 4030 Linz
43 732 37755-0
Fax 43 732 377550-50

Schweiz

Siemens Product Lifecycle
Management Software (CH)
AG
Grossmattstrasse 9
CH - 8902 Urdorf
41 44 75572-72
Fax 41 44 7557270

© 2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Alle Rechte vorbehalten. Siemens und das Siemens-Logo sind eingetragene Marken der Siemens AG. D-Cubed, Femap, Geolus, GO PLM, I-deas, Insight, Jack, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Teamcenter, Tecnomatix und Velocity Series sind Marken oder eingetragene Marken der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. oder ihrer Niederlassungen in den USA und in anderen Ländern. Alle anderen Logos, Marken, eingetragenen Marken oder Dienstleistungsmarken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

W11-GE 9051 2/10 C