

***IEC 61800-7:
Die universelle Schnittstelle zur
Antriebstechnik***

Prof. Max Felser

Berner Fachhochschule
Hochschule für Technik und Informatik

Information zum Referenten:

Prof.

Max Felser



Studium

- 1976-80 Studium als Ingenieur HTL an der ETS Fribourg
- 1980-83 Abschluss als Dipl. El.-Ing. ETH an der ETH in Zürich

Berufliche Karriere

- 1983-87 Softwareentwicklung für Telekomsysteme in der Firma Ascom-Hasler AG in Bern
- 1987-91 Leitung der Steuerungsentwicklung in der Firma SAIA-Burgess AG in Murten
- 1991- Professor für industrielle Netzwerke an der Berner Fachhochschule, Technik und Informatik. Stellvertreter des Fachbereichsleiters Elektro- und Kommunikationstechnik.

Mitarbeit in unterschiedlichen Fachgremien unter anderem Editor in der WG10 des TC22G zur Ausarbeitung der IEC 61800-7.

1 Die universelle Schnittstelle zur Antriebstechnik

Max Felser, Berner Fachhochschule, Technik und Informatik

1.1 Die Norm IEC 61800-7

In der IEC TC22G WG10 wird eine neue Norm für Kommunikationsschnittstellen für Antriebe festgelegt. Diese Norm IEC 61800-7 wird Anfang 2007 in Kraft treten und berücksichtigt die neuen Entwicklungen der Kommunikation mit Ethernet. In der Zukunft werden mechatronische Antriebssysteme nach dieser Norm kommunizieren.

In diesem Beitrag wird zuerst die Struktur der universellen Schnittstelle dargestellt, dann eine kurze Zusammenfassung der einzelnen Antriebsprofile aufgezeigt und am Schluß eine Liste der Abbildung dieser Profile auf die unterschiedlichen Kommunikationssysteme aufgeführt.

1.2 Die Struktur der universellen Schnittstelle

Drehzahlveränderbare Antriebe werden schon seit Jahren mit unterschiedlichen Schnittstellen für die Fernsteuerung und Kontrolle ausgerüstet. Nun hat sich die IEC zum Ziel gesetzt, eine einheitliche Schnittstelle zu definieren. Die erste Frage lautet: *wie sieht ein allgemeines Modell von einem Antrieb aus?*

Dazu wird als Basis ein allgemeines Modell eines Systems der Automatisierungstechnik gemäss Bild 1 genommen. Das System wird von einem Manufacturing Execution System (MES) und Enterprise Execution System (ERP) geführt. Die Visualisierungen der Leitsysteme dienen der prozessführung vor Ort. Die Steuerung - hier als Control device bezeichnet – steuert den Prozeß mit der Hilfe der Feldgeräte und der Antriebe. Für das Engineering werden Bedienoberflächen (Human Machine Interface HMI) oder andere Werkzeuge eingesetzt. Diese Werkzeuge werden zentral, oder auch dezentral auf jeder Hierarchieebene eingesetzt.

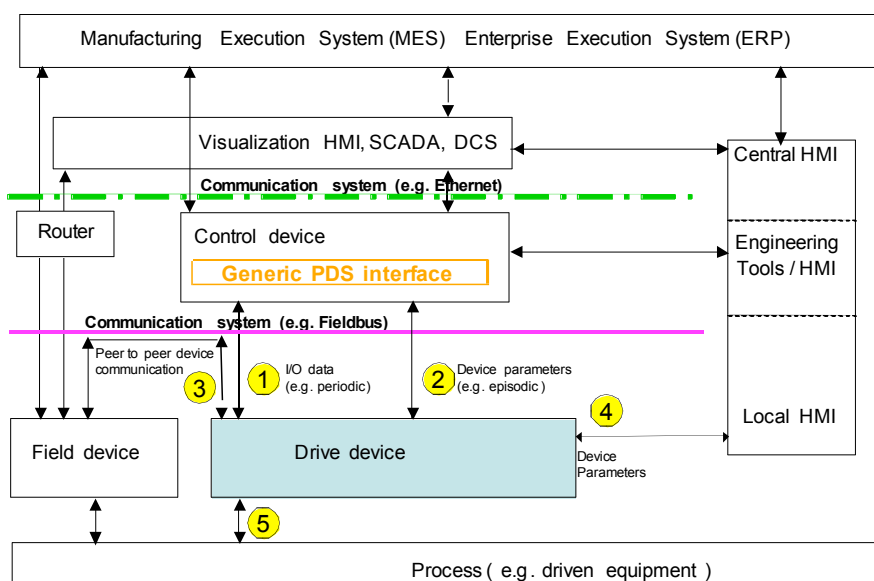


Bild 1: Aufbau eines Systems in der Automatisierung

Die Schnittstellen (Interface) eines drehzahlveränderbaren Antriebes in einem solchen System lassen sich somit in fünf Gruppen mit unterschiedlichen Eigenschaften einteilen:

(1) Ein- und Ausgabedaten

Die Ein- und Ausgabedaten (I/O data) werden zyklisch oder zumindest in geplanten Zeitintervallen von einem Kontrollrechner an den Antrieb übergeben. Über diese Schnittstelle werden Befehle und Sollwerte vom Kontrollrechner an den Antrieb übertragen und der Antrieb meldet Istwerte und Statusinformationen zurück.

(2) Gerätedaten

Über diese Schnittstelle werden ereignisorientiert, in nicht planbaren Zeitintervallen einzelne oder auch mehrere Parameter in dem Antrieb von einem Kontrollrechner oder Leitsystem gelesen oder auch geschrieben. Damit kann das Verhalten des Antriebs beeinflusst oder der Zustand genauer diagnostiziert werden.

(3) Punkt-zu-Punkt Verbindungen

Der Austausch von Information zwischen den einzelnen Antrieben und dem Antrieb und anderen Feldgeräten ist in starkem Masse von dem eingesetzten Netzwerk abhängig und kann somit nicht weiter allgemein festgelegt werden.

(4) Lokale Schnittstellen

Jeder Antrieb hat eine lokale Schnittstelle, wo über eine lokale Bedienoberfläche oder mit einer einfachen Schnittstelle wie z.B. RS232 eine Bedienoberfläche (HMI = Human Maschine Interface) oder Engineering-Werkzeug angeschlossen werden kann.

(5) Schnittstelle zum eigentlichen Prozess

Über diese mechanische Schnittstelle wird der Prozess, in unserem Fall die angetriebene Ausrüstung angeschlossen.

Somit können wir, wie in Bild 2 dargestellt, verschiedene Zugriffsarten zu einem Antrieb unterscheiden.

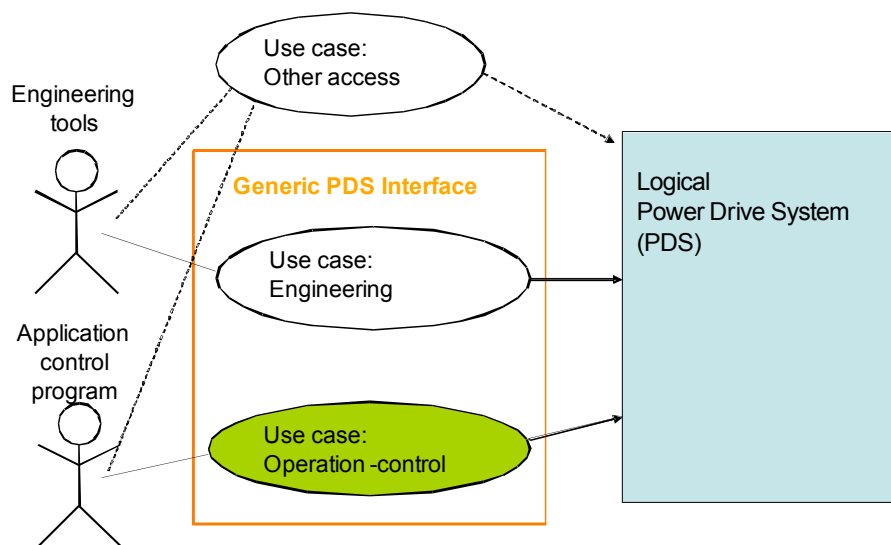


Bild 2: „Use cases“ für eine universelle Antriebsschnittstelle

Eine universelle Schnittstelle zu einem Antrieb muss somit zwei Fälle unterstützen:

- (1) Ein Anwendungs-Programm in einem Kontrollrechner kontrolliert den Betrieb des Antriebs
- (2) Ein Engineering-Werkzeug greift für die Parametrierung und Diagnose auf den Antrieb zu

Weitere Schnittstellen sind möglich, sollen aber durch eine Normierung nicht weiter eingeschränkt werden.

Als Folge dieser Überlegungen liegt nun ein einfaches Gerätemodell wie in Bild 3 gezeigt auf der Hand. In diesem Modell werden vor allem die Datenflüsse für den Betrieb genauer aufgezeigt und mit Namen versehen. Man konnte sich im Normierungsgremium nach mehreren Varianten darauf einigen, dass ein Sollwert vom Kontrollrechner zum Antrieb als „Setpoint“ und der Istwert vom Antrieb zum Kontrollrechner als „Actual Value“ bezeichnet wird. Befehle an den Antrieb sind ein „Command“ und die Zustandsmeldungen „Status“ Informationen.

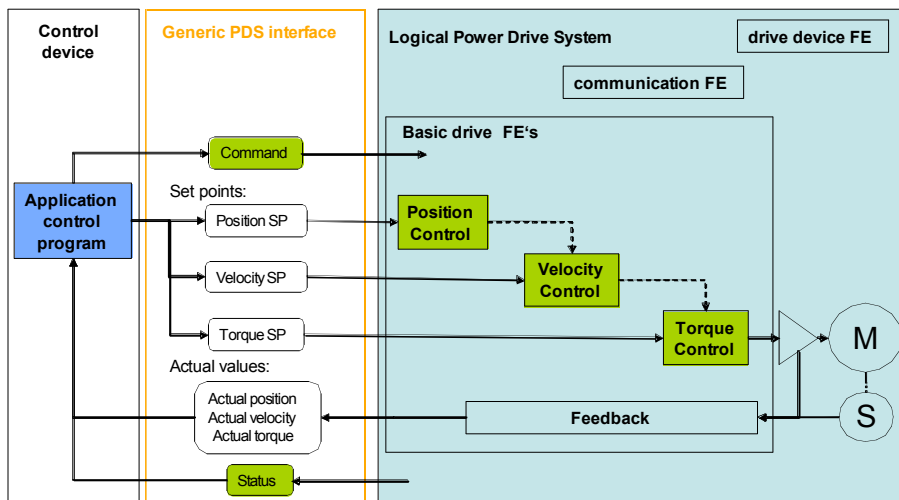


Bild 3: Struktur einer allgemeinen (Prozess-)Schnittstelle

Das Kommunikationsnetzwerk kann nun, je nach Bedarf des Systemaufbaus, an unterschiedliche Stellen im Modell verschoben werden (siehe Bild 4). Wenn z.B. die Positionskontrolle in den Kontrollrechner verschoben ist, wird einfach die Anzahl der übertragenen Sollwerte reduziert.

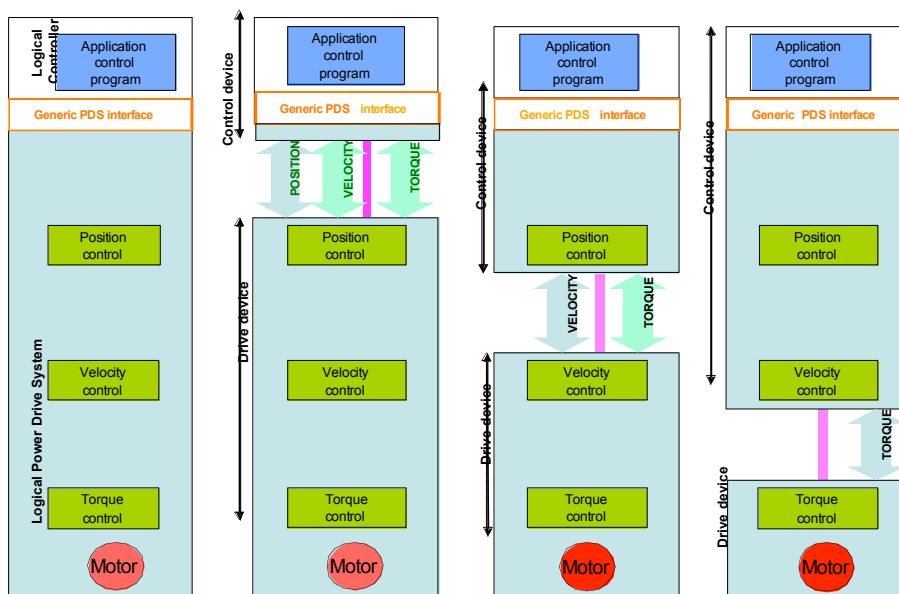


Bild 4: Mögliche Anordnung des Kommunikationsnetzwerkes

Die einzelnen Funktionen eines Antriebes können nun einem Funktionellen Element (FE) zugeordnet werden. Eine Auflistung der möglichen Funktionellen Elemente in einem Antrieb zeigt Bild 5. Diese Funktionellen Elemente werden mit Parametern beschrieben und das Verhalten mit Zustandsmaschinen definiert. Damit eine möglichst grosse Übereinstimmung der verschiedenen Systeme erreicht werden konnte, sind die einzelnen Zustandsmaschinen minimal definiert worden und die obligatorischen Parameter auf eine minimale Anzahl reduziert.

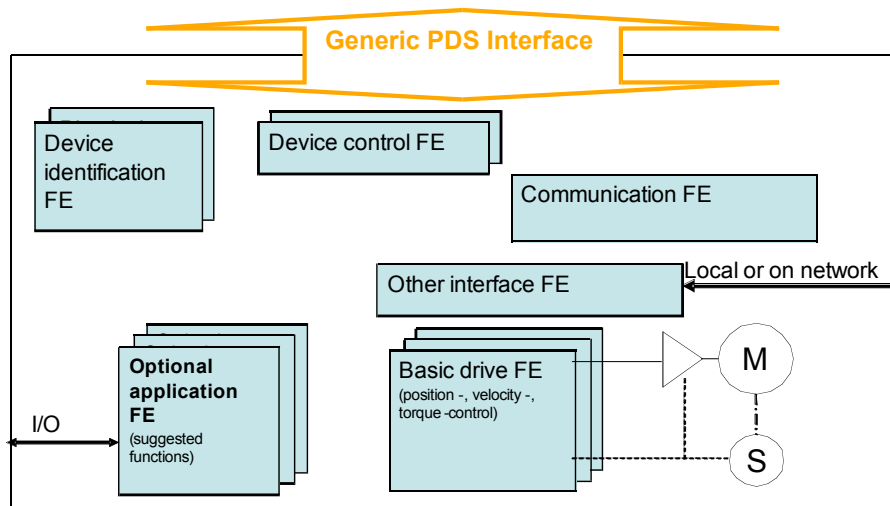


Bild 5: Aufbau eines Antriebes mit Funktionellen Elementen

Mit diesen einfachen Elementen ist ein einfaches Modell von einer universellen Schnittstelle zu einem Antrieb erstellt worden. Dieses Modell dient nun als Referenz für die unterschiedlichen Profile von Antriebsschnittstellen.

1.3 Die aktuellen Antriebsprofile

Die zweite Frage lautet nun: *wie lassen sich die heute am Markt verfügbaren Schnittstellen zur Antriebstechnik auf dieses allgemeine Modell abbilden?*

Auf dem Markt sind unterschiedliche Profile für die Ansteuerung von Antrieben über Netzwerke vorhanden. Bei einem internationalen Aufruf der IEC zur Mitarbeit bei dieser Frage, haben sich vier verschiedene Konsortien und deren Vertreter gemeldet: CAN in Automation (CiA) mit dem Profil Nummer 402, die Open DeviceNet Vendor Association (ODVA) mit dem Common Protocol Interface (CIP) Motion, die PROFIBUS Organisation mit dem PROFIdrive und die SERCOS Interest Group mit dem Serial Controller Interface (SERCOS).

Diese Profile sind in der Tat recht unterschiedlich. Wir wollen dies hier an einem Beispiel etwas verdeutlichen.

In der universellen Schnittstelle werden für die Kommunikation die zwei Zustände „Synchronized“ und „Not Synchronized“ beschrieben (siehe Bild 6). Dabei wird bewusst nicht festgelegt wie diese Synchronisation der Anwendungen in dem Kontrollrechner und im Antrieb erreicht werden kann. Eine Möglichkeit besteht im Senden von zyklischen Meldungen durch den Kontrollrechner an den Antrieb. Als zweite Möglichkeit können in den beiden Geräten lokale Uhren synchronisiert werden, und so eine zeitgleiche oder auch zyklische Abarbeitung erreicht werden. Der Zustand der Synchronität bezieht sich somit entweder auf die zyklischen Telegramme oder die Synchronität der Uhren. In der Tabelle 1 sind die Möglichkeiten der vier Profile aufgelistet.

Profil	CiA 402	CIP Motion	PROFIdrive	SERCOS
Zyklische Meldungen	möglich		vorzugsweise	zwingend
Zeitsynchron	möglich	typisch		

Tabelle 1: Mögliche Realisierungen der synchronen Übertragung

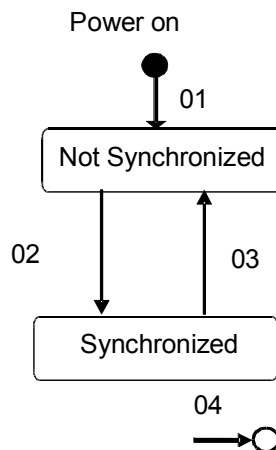


Bild 6: Zustände der Kommunikation

Es würde den Rahmen dieser Präsentation sprengen, wenn hier diese vier Antriebsprofile im Detail vorgestellt werden sollten. Hier darum nur eine kurze Charakterisierung der einzelnen Profile:

SERCOS ist die einzige Schnittstelle, die vor diesem Normierungsprozess als IEC 61491 schon eine eigene IEC Norm war. In diesem Antriebsprofil werden die Funktionen und Parameter für einen Antrieb in einer CNC (= Computerized Numerical Control) klar definiert und beschrieben (siehe Bild 7). Es wird ein umfassendes technologisches Modell für einen Antrieb für Bewegungssteuerung (Motion Control) beschrieben. Die zyklische Kommunikation ist klar vorgeschrieben, die einzelnen Regelkreise sind definiert. Das Verhalten des Antriebs kann mit einem ganzen Satz von Parameter, deren Syntax und auch Semantik definiert ist, in großen Bereichen festgelegt werden.

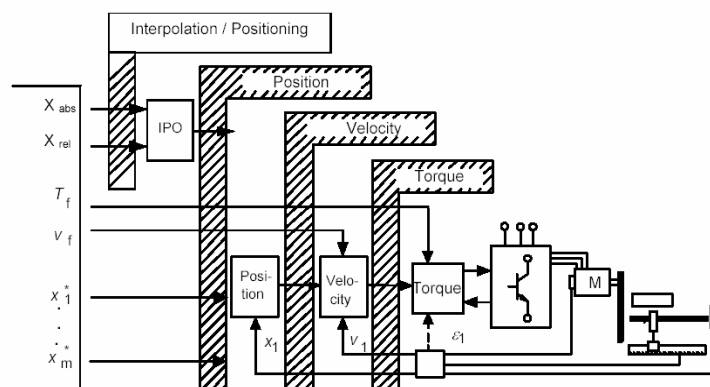


Bild 7: Gerätemodell für den SERCOS Antrieb

Das PROFIdrive Profil spezifiziert die zyklische Kommunikation und Synchronisation der Anwendung in verschiedenen Anwendungsklassen. Das Gerätemodell – in Bild 8 dargestellt – konzentriert sich auf die zyklische Kommunikation. Spezielle Mechanismen für die Zeitsynchronisation (Clock sync.) und Alarmierung sind vorgesehen. Der Zugriff auf die Parameter ist festgelegt. Ganz bewußt ist aber die

Bedeutung dieser technologischen Parameter im PROFIdrive Profil nicht festgelegt, sondern nur den Zugriff und die Art der Beschreibung. Damit besteht ein maximaler Freiraum für die Hersteller, mit gleicher Art der Kommunikation.

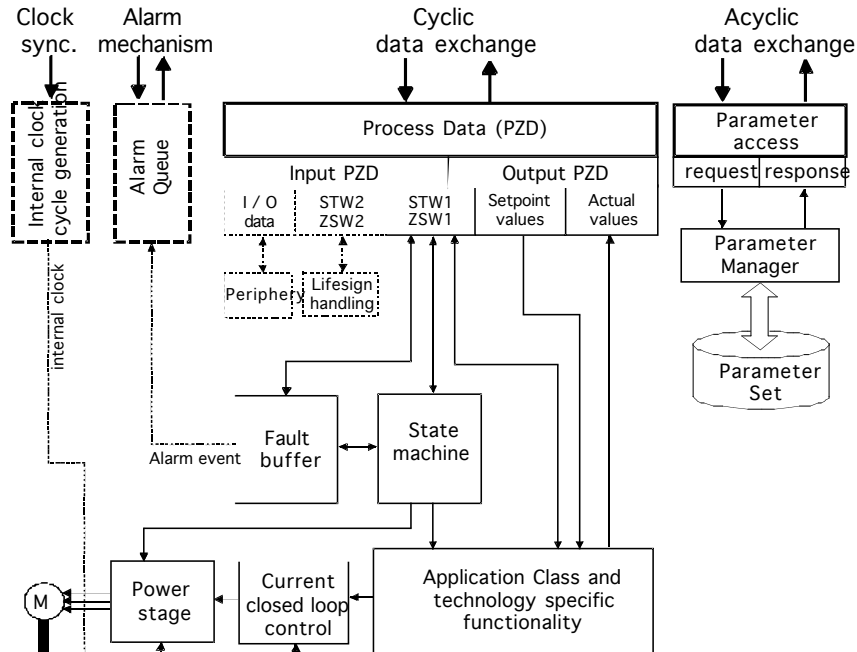


Bild 8: Gerätemodell für einen PROFIdrive Antrieb

Das CiA 402 Profil geht hier einen anderen Weg: Alle Parameter für alle möglichen Kommunikationsarten und Antriebsmöglichkeiten werden umfassend aufgelistet. Wie in Bild 9 aufgeführt, wird für jeden möglichen Betriebsmodus eine Liste der erforderlichen Parameter, hier als Objekte bezeichnet, aufgeführt. Der Anwender wählt die Parameter für seine Anwendung aus. Die vorhandenen und vom Hersteller implementierten Modi und Objekte können aus Verzeichnissen (Object dictionary) ausgelesen werden. Ebenso hat er unterschiedliche Möglichkeiten die Eigenschaften der Kommunikationsschnittstelle an seinem Problem anzupassen.

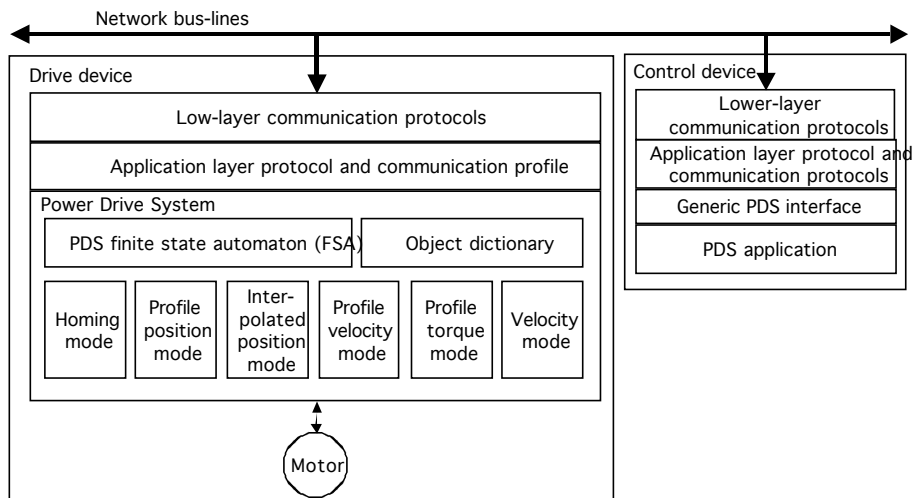


Bild 9: Gerätemodell für CiA 402 Antriebe

Die Lösung von CIP Motion ist in diesem Profil erstmals von ODVA veröffentlicht worden. Das CIP Protokoll kann über die Netzwerke DeviceNet, ControlNet und auch Ethernet/IP übertragen werden. Mit der Hilfe vom CIPsync Protokoll werden die Uhren in den beteiligten Geräten genauestens synchronisiert. Jedem übertragenen Setpoint und auch actual value wird nun ein Zeitstempel mitgegeben. Durch spezielle Mechanismen und Interpolationen können die zeitlichen Ungenauigkeiten (Jitter) der unterliegenden Kommunikationssysteme kompensiert werden. Damit kann man auch ohne hohe Synchron-Anforderungen an das Kommunikationssystem verteilte Regelungen über ein Kommunikationsnetzwerk realisieren. Diese Algorithmen und die dazugehörigen Parameter werden in diesem Profil beschrieben.

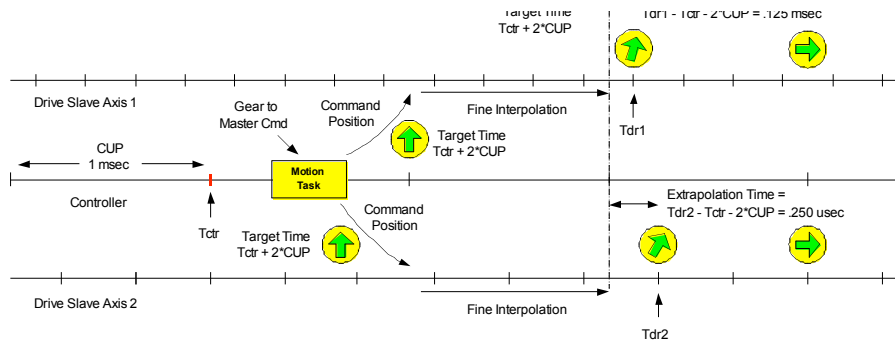


Bild 10: Kommunikationsstruktur bei CIP Motion

Die Lösung für die Norm ist nun recht einfach: Nachdem im ersten Teil die universelle Schnittstelle beschrieben worden ist, stellt jedes der Profile in einem Anhand die Abbildung von seinem Profil auf diese universelle Schnittstelle dar. Damit dies auch einigermaßen vergleichbar wird, werden dazu klare Vorgaben gemacht. Erste Vergleiche zeigen, dass die Unterschiede für CANopen und PROFIdrive sehr marginal und für SERCOS schon grösser sind. CIP Motion fällt völlig aus dem Rahmen und ist mit seinem Modell mit den anderen Profilen nur beschränkt vergleichbar.

In einem zweiten Teil der Norm wird dann für jedes Profil ein Anhang reserviert. Ganz bewusst wird dabei jedem Profil ein Buchstabe des Anhanges zugewiesen, damit ein Leser sich einfacher orientieren kann: Anhang A beinhaltet in allen Teilen CiA 402, Anhang B das CIP Motion, C für PROFIdrive und D für SERCOS (vergleiche Bild 11).

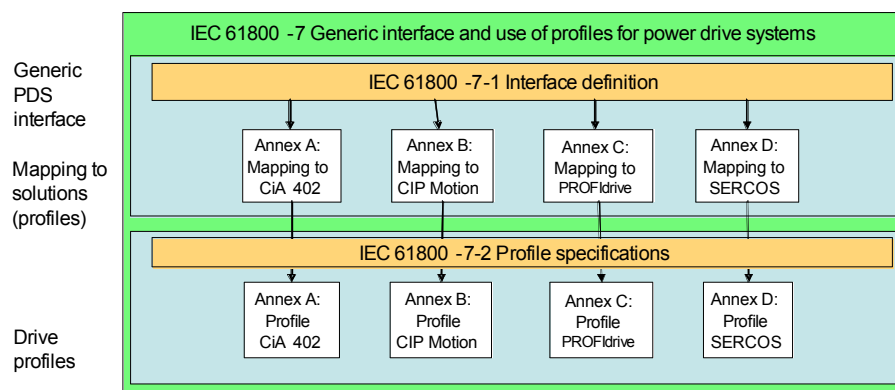


Bild 11: Struktur der Norm für die Antriebsprofile

1.4 Die Abbildung auf die Kommunikation

Diese Antriebsprofile sind in der Regel für ein bestimmtes Kommunikationsnetzwerk definiert worden. Heute sind diese industriellen Netzwerke alle in der Norm IEC 61158 zusammenfassend normiert. Dabei wird die IEC 61784-1 als Handbuch verwendet, um aus dieser umfassenden Norm wieder funktionierende Feldbusse zusammenzusetzen.

Für die Kommunikation soll nur auf diese bestehenden Normen verwiesen werden. Beim Zusammentragen dieser Informationen sind ein paar Probleme aufgetaucht:

Gleichzeitig mit der Definition von diesem Antriebsprofil werden von verschiedenen Gremien neue Echtzeit-Ethernet Lösungen in die Normierung eingebracht. Diese Lösungen sollen speziell für die Antriebstechnik geeignet sein!

SERCOS ist als einziges Antriebsprofil schon heute eine IEC Norm. In dieser Norm IEC 61491 werden nicht nur die Festlegungen des Antriebsprofils, sondern auch die ganze Kommunikationsspezifikation festgelegt. Mit diesen Festlegungen ist nun diese Norm auseinander genommen worden: der Kommunikationsteil wird in den Sammeltopf der Feldbusnormen, die IEC 61158 eingebracht und der Anwendungsteil wird ein Profil in dieser Antriebsnorm. Neben der ursprünglichen Kommunikation des SERCOS I und II wird auch die neue Ethernet basierte Version SERCOS III und die Abbildung auf EtherCAT definiert.

Auch der PROFdrive ist für diese Norm auseinander genommen worden: Die PROFIBUS spezifischen Teile werden vom eigentlichen Antriebsprofil getrennt, so dass nun auch eine Version für PROFINET definiert werden kann.

Die Objekte des CiA 402 können nun nicht nur über CAN Netzwerke übertragen werden, sondern auch die Abbildung auf EtherCAT oder Powerlink Ethernet ist in dieser Norm definiert.

Wir bekommen also wie in Bild 12 dargestellt zu einer komplexen Struktur mit Referenzen auf 10 verschiedene Kommunikationsnetzwerke, womit diese vier Profile realisiert werden können.

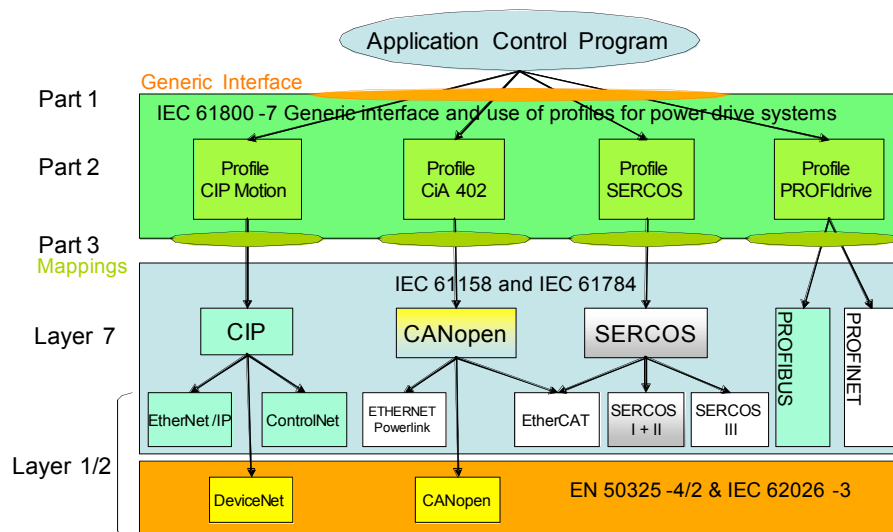


Bild 12: Referenzen auf Kommunikationsnormen

Die Referenzen und Abbildung der Profile werden in einem dritten Teil der Norm zusammengestellt. Dabei wird ganz bewusst die Zuordnung der einzelnen Profile zu den Anhängen bei belassen, um die Lesbarkeit der Norm zu erhalten.

Diese neue Norm IEC 61800-7 kann nun nicht in Kraft gesetzt werden, bevor die neuen Version der IEC 61158 und IEC 61784 mit dem Echtzeit-Ethernet festgelegt sind. Da insbesondere die IEC 61158 erst im 2007 aufgrund der vorgeschriebenen Unterhaltszyklen für IEC Normen wieder geändert werden kann, kann diese neue IEC 61800-7 auch erst zu diesem Zeitpunkt in Kraft gesetzt werden.

1.5 Zusammenfassung

Die Struktur der Norm IEC 61800-7 ist in drei Teile aufgeteilt: In einem ersten Teil wird ein generalistisches Modell dargestellt und die Abbildung der einzelnen Profile auf dieses Modell. In einem zweiten Teil werden die Funktionen und Parameter der einzelnen Profile ausführlich dargestellt. Im dritten Teil werden die einzelnen Profile auf die 10 Kommunikationsprofile abgebildet. Dabei werden die vorhandenen und zukünftigen Normen referenziert.

Der ursprüngliche Gedanke war ein einziges, universelles Antriebsprofil zu definieren. Dieses Ziel wurde hiermit nicht erreicht. Wir sind aber dieser Lösung einen grossen Schritt näher gekommen: die möglichen Lösungen für Antriebsprofile sind auf vier Profile mit klar unterschiedlichen Merkmalen reduziert. Zum ersten Male haben wir mit der Einführung von neuen Kommunikationsnetzwerke keine neuen Anwendungsprofile eingeführt zdie auf nicht weniger als 11 Kommunikationsprofile abgebildet wurden. Wie haben hier somit zum ersten Male eine klare Einschränkung der Vielfalt und trotzdem eine minimale Auswahl an Möglichkeiten. Ein alles in allem sinnvoller Kompromiss.

1.6 Literatur

Felser, M.: **Is a Generic Interface for Power Drive Systems possible?** 10th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), Facolta' di Ingegneria, Catania, Italy, 19-22 September 2005

Benzi, F., Guja, G.S., Felser, M.: **Communication Architectures for Electrical Drives**, IEEE Transactions on Industrial Informatics, a publication of the IEEE Industrial Electronics Society, February 2005, Volume 1, Number 1 page 47 ff (ISSN 1551-3203)

Felser, M.: **Real-Time Ethernet - Industry Prospective**, PROCEEDINGS OF THE IEEE, VOL 93. NO.6, JUNE 2005, Pages 1118 ff

IEC CD 61800-7, **Adjustable speed electrical power drive systems**, Part 7: Generic interface and use of profiles for power drive systems, International Electrotechnical Commission, CD available in June 2004

IEC 61158, **Digital data communications for measurement and control** - Fieldbus for use in industrial control systems, 2003

IEC 61784-1, Digital data communications for measurement and control - Part 1: **Profile sets for continuous and discrete manufacturing relative to fieldbus use in industrial control systems**, 2003

IEC 61784-2, Digital data communications for measurement and control - Part 2: **Additional profiles for ISO/IEC 8802-3 based communication networks in real-time applications**, 65C/350/CD circulated for comments 2004-10-22 until 2005-01-28

CANopen Device Profile Drives and Motion Control, Draft Standard Proposal DSP 402 Version 2.0, July 2002, Published by CAN in Automation e.V. CiA, Erlangen

IEC 61491, Electrical equipment of industrial machines – **Serial data link for real time communication between controls and drives SERCOS**, 2002-10

PROFIBUS Profile: **PROFIdrive** – Profile Drive Technology, Version 4.1, November 2002, Published by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. Karlsruhe, Order No.: 3.172

Chaffee M., Hirschinger B.: **Ethernet/IP Motion receives top priority**, The industrial Ethernet Book, GGH Marketing Communications, Issue May 2006 pages 10ff