

PROGRAMACIÓN BASADA EN COMPONENTES PARA LA DOCENCIA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL: APLICACIÓN DE ESTÁNDARES.

A. BLESA¹, C. CATALÁN², F. SERNA²

¹*Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Escuela Universitaria Politécnica de Teruel. Universidad de Zaragoza. España.
ablesa@unizar.es.*

²*Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas Escuela Universitaria Politécnica de Teruel. Universidad de Zaragoza. España.
{ccatalan, fserna}@unizar.es*

Presentamos una aproximación docente a la programación basada en componentes para el diseño de sistema de control industrial. Se identifica el bloque función (FB) como elemento básico a partir del cual se modela un sistema de control utilizando como plataforma de ejecución sistemas basados en microprocesadores, contrastándolo con modelos de programación cíclica. Para ello se presentan las normas IEC 61131-3 y IEC-61499 y se resaltan sus aspectos más interesantes en la práctica docente.

Palabras clave: componentes software, control distribuido, modelado de sistemas, IEC 61499.

1. Introducción

La industria de fabricación o manufactura está obligada cada vez más a responder rápidamente a las demandas cambiantes del mercado, sin renunciar a bajos costes [1-2]. Esto causa la necesidad de pasar de la elaboración de grandes series de productos a series pequeñas adaptadas a estas demandas. Algunas propuestas, en concreto [3] y más recientemente [4-5], hablan de un nuevo paradigma: fabricación ágil.

La mayoría de los sistemas de control en la industria de fabricación emplean Programmable Logic Controllers (PLC). Los PLC siguen un modelo de control centralizado y ejecución cíclica, esto es: adquisición de las variables de entrada, ejecución de los algoritmos de control y actualización de las variables de salida.

Por otra parte, fuera del ámbito de las aplicaciones de control, la ingeniería de software lleva tiempo empleando tecnologías que facilitan el proceso de desarrollo del software. Una de estas tecnologías es la orientación a objetos y componentes, que posibilita la flexibilidad y la reutilización de software. Además, ayudado por el avance en las comunicaciones, actualmente se ha pasado de un paradigma de aplicaciones centralizadas a uno de aplicaciones distribuidas, las aplicaciones de control también deben dar ese paso.

En este contexto, entendemos que es necesario incluir el paradigma de programación orientada a componentes en el currícula del ingeniero de control, en particular en asignaturas cuyos contenidos están relacionados con el control basado en microprocesadores, con el objeto de capacitarlo a las necesidades que demanda esta nueva realidad. Ello nos obliga a reflexionar sobre los contenidos, metodología y objetivos, buscando la actualización de este tipo de asignaturas.

2. Modelos para sistemas de control basados en componentes

Un Bloque Función (FB) consiste en un conjunto de variables de entrada y de salida y así como un conjunto de algoritmos que describen su comportamiento, cuya ejecución está organizada. Podemos incluir en el mismo aspectos tales como persistencia o variables internas. Un FB se puede instanciar tantas veces como sea necesario y, en función del modelo utilizado, existen unas reglas bien definidas para su conexión con otros FB.

Un ejemplo del éxito que ha supuesto el uso de FB en el sector del control industrial es el estándar IEC 61131-3 [6-7], ampliamente aceptado y extendido, que establece un modelo normalizado para los sistemas basados en PLC. En él se definen los tipos de datos, los bloques funcionales y los lenguajes con los que realizar las aplicaciones de control. Este estándar ha representado un gran avance al permitir pasar de distintos modelos de desarrollo propietarios (basados también en componentes) a un único modelo abierto, facilitando fuertemente la portabilidad de las aplicaciones. Alguna de las características que podemos destacar son el uso de un control centralizado, y la ejecución cíclica del bucle de control. En la actualidad, los nuevos retos de la industria están haciendo que este estándar no sea capaz de satisfacer las necesidades que conllevan disponer de sistemas de control fácilmente adaptables, reconfigurables (incluso dinámicamente) y reusables [8].

Otro estándar que se basa en los FB es el IEC 61499 [9], que define una arquitectura y varios modelos que permiten al ingeniero de control realizar las aplicaciones. La arquitectura del estándar está organizada jerárquicamente mediante tres modelos: sistema, dispositivo y recurso. Apoyándose en ellos se establecen los modelos de aplicación y bloque de función (FB).

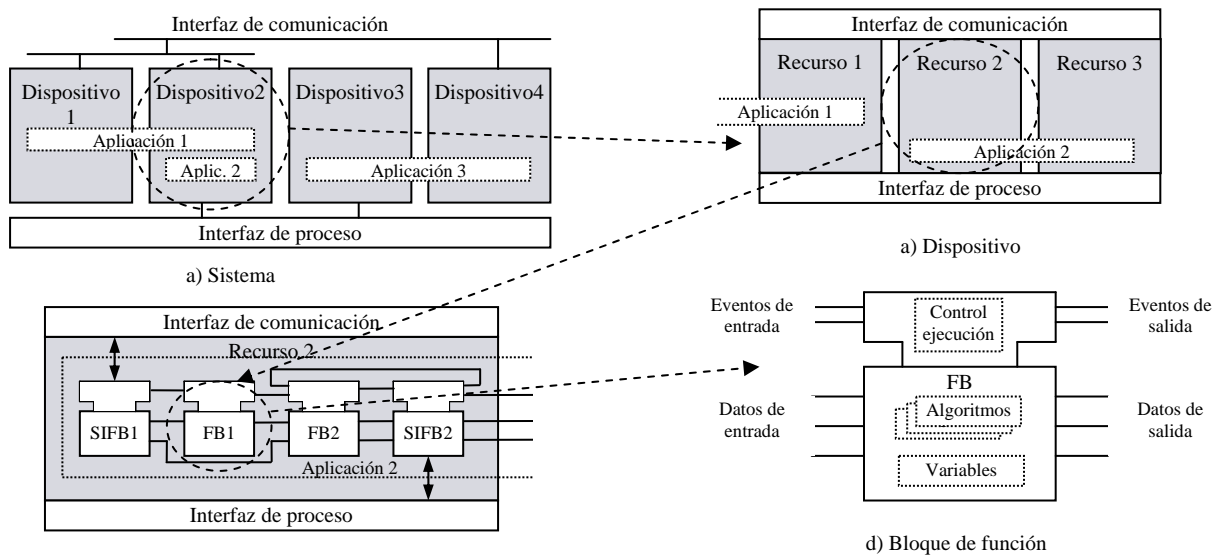


Figura 1. Modelos IEC 61499: sistema, dispositivo, recurso, bloque de función y aplicación.

Un sistema consiste en dispositivos, interconectados mediante alguna red de comunicación, y aplicaciones. Un dispositivo incluye recursos e interfaces con el proceso y las posibles redes de comunicación. El recurso es el elemento sobre el que se ejecutan de forma independiente los FB. Una aplicación consiste en una red de instancias de tipos de FB. Las aplicaciones pueden estar distribuidas en diferentes recursos, los cuales están localizados en los dispositivos.

De nuevo, uno de los elementos fundamentales incluidos en el estándar es el bloque de función (FB), que extiende el modelo FB de IEC 61131-3. Los FB pueden ser vistos como componentes software [10], siendo las aplicaciones IEC 61499 básicamente redes de FB distribuidas. A partir de esta arquitectura se puede presentar al alumno problemas de análisis, diseño, implementación y operación concretos que exploten las características de la misma. En el caso del presente trabajo nos centraremos en los aspectos de análisis y diseño de una sencilla máquina-herramienta.

3. Fase de análisis y diseño

En la actualidad no existe una metodología en el IEC 61499 que guíe la definición de estas redes, ni tampoco una guía para identificar los tipos de FB requeridos para construir las aplicaciones. El estándar no define la forma de capturar los requerimientos ni la manera de transformarlos en especificaciones de diseño, es decir, lo que en ingeniería de software constituye la fase de análisis. Tampoco se proveen metodologías para la fase de diseño. En realidad, el propósito de estándar no es presentar metodologías sino una arquitectura y unos modelos para el diseño de aplicaciones de control. Diversos trabajos hacen propuestas metodológicas concretas [11-14].

El estándar sí establece dos fases en el proceso de diseño: diseño no distribuido y despliegue. En la primera fase la aplicación se diseña de manera independiente de los dispositivos y recursos sobre los que se ejecutará. La fase de despliegue se realiza dividiendo en varias partes la aplicación y asignándolas a cada uno de los recursos.

En esta fase, se debe tener especial cuidado en trasladar al alumno una metodología coherente con el paradigma de programación orientada a componentes. De esta forma, se analiza el sistema a modelar (por ejemplo, una máquina-herramienta sencilla) identificando sus funcionalidades y asignado recursos a las mismas.

2.1. Propuesta metodológica

En la fase de análisis se definen las funcionalidades de la máquina, a partir de las cuales se obtiene tanto el diseño electromecánico como el diseño del sistema de información. De este diseño se derivan las necesidades de dispositivos físicos (sensores, actuadores,...).

Este será el punto de arranque del proceso de diseño. A partir de aquí, y utilizando un proceso de agregación de funciones, se van construyendo cada capa, hasta llegar a la máquina completa. Cada dispositivo físico (motor, variador, sensor...) se puede modelar con uno o varios FB y los flujos de información entre ellos vienen definidos por las conexiones de datos. Agrupaciones de dispositivos dan lugar a elementos de la máquina (eje, cargador, ...) que, a su vez, también están relacionados por las conexiones de datos entre ellos. Por último, asociando elementos de máquina podemos sintetizar las funciones identificadas en el proceso de análisis previo. Debemos observar la posibilidad de distribuir el control en varios host.

Con todo ello conseguimos que el alumno se aproxime desde un punto de vista diferente al diseño de sistemas de control, introduciendo conceptos como el de fabricación ágil, control distribuido o reconfigurabilidad de sistemas en tiempo de ejecución.

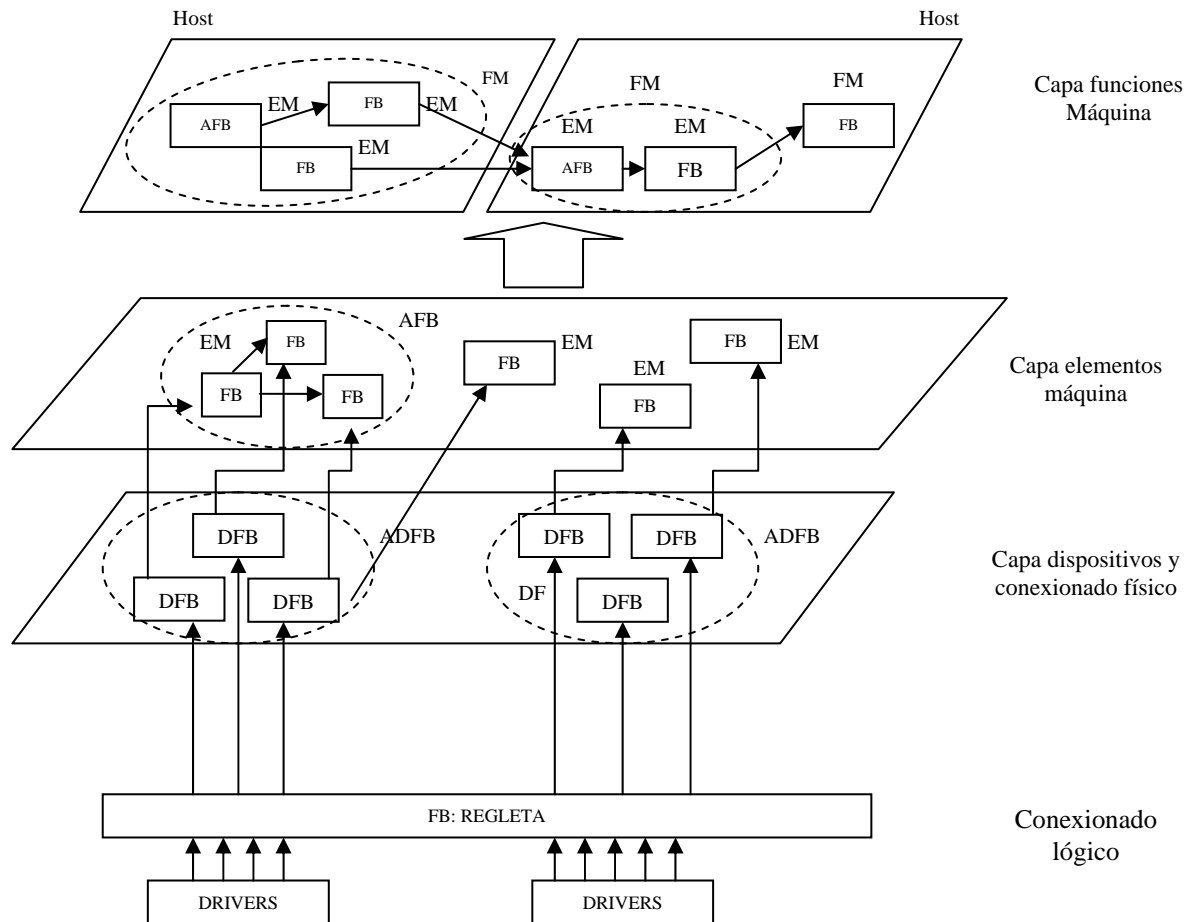


Figura 2. Procedimiento de diseño propuesto para el modelado de sistemas de control distribuido. FB: Funcional Bloc, DF: Dispositivo Físico, AFB: FB agregado, EM: Elemento de la máquina, FM: Función de la máquina.

4. Conclusiones.

Se valora la oportunidad de introducir en el currículo del ingeniero de control el paradigma de programación orientada a componentes, en particular para sistemas basados en microprocesadores. Se estudian aquellos aspectos más relevantes del mismo, identificando los estándares que asumen este paradigma. Se presenta un procedimiento concreto de diseño de este tipo de sistemas a partir de unas especificaciones electromecánicas concretas.

5.- Líneas de trabajo.

En la actualidad se está probando un entorno propio de desarrollo de aplicaciones basadas en componentes software utilizando como plataforma microcontroladores de la familia PIC32 [15] y su correspondiente tarjeta de evaluación [16] con el objeto de preparar la asignatura de sistemas electrónicos digitales de la titulación de ingeniería de electrónica y automática industrial a implantar en la Universidad de Zaragoza a partir del curso 2010-11. Ya se han ensayado con éxito el modelado e implementación de sistemas.

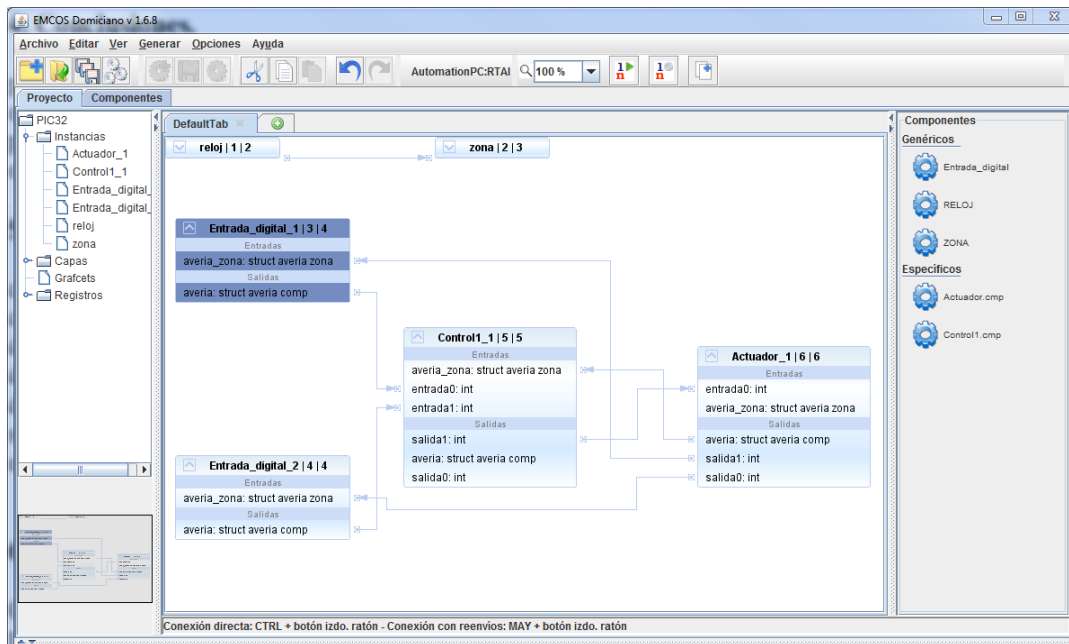


Figura 3. Aspecto del IDE con el que se modelan sistemas de control digitales utilizando como plataforma microcontroladores de la familia PIC32.

6.- Agradecimientos.

Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo del Departamento de Industria de la Diputación General de Aragón, (OTRI-2009/0168), de la Diputación de Teruel (OTRI-2009/0642) y de la Fundación Universitaria “Antonio Gargallo” proy. 2009/B004.

Referencias.

- [1] Y. Koren, U. Heisel, F. Jovane, T. Moriwak, G. Pritsshow, G. Ulsoy, H. van Brussel, "Reconfigurable Manufacturing Systems", *Annals of the International Institution for Production Engineering Research (CIRP)*, Vol 48/2, 1999, pp. 527-539.
- [2] A. Gunasekaran, Y. Yusuf, "Agile manufacturing: A taxonomy of strategic and technological imperatives", *International Journal of Production Research*, Vol 40, No 6, 2002, pp. 1357-1385.
- [3] Iacocca Institute, *21st Century Manufacturing Enterprise Strategy: An Industry-Led View*, Lehigh University Press, 1991, ISBN 0-9624866-39
- [4] European Commission, "MANUfuture: Strategic Research Agenda, Assuring the future of Manufacturing in Europe", *Report of the High-Level-Group*, 2006, ISBN 92-79-01026-3
- [5] International Electrotechnical Commission, "IEC 61131-3". Edition 2.0 (2003-01) TC/SC 65B IEC publications.
- [6] <http://www.plcopen.org/>
- [7] International Electrotechnical Commission, "IEC 61131-3". Edition 2.0 (2003-01) TC/SC 65B IEC publications.
- [8] K. Thramboulidis, "IEC 61499 in Factory Automation", *International Conference on Industrial Electronics, Technology & Automation, (CISSE-IETA)*, diciembre 2005
- [9] International Electrotechnical Commission, "IEC 61499-1", Edition 1.0 (2005-01) TC/SC 65B, IEC publications
- [10] C. Sünder, A. Zoitl, J. H. Chistensen, H. Steininger y J. Fritsche, "Considering IEC 611313 and IEC 61499 in the context of Component Frameworks", *IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, Daejeon, Corea, julio 2008.
- [11] K. Thramboulidis, "Model-Integrated Mechatronics-Toward a New Paradigm in the Development of Manufacturing Systems", Perth, Australia, agosto 2005.

- [12] K. Thramboulidis, " Using UML in Control Automation: A Model Driven Approach", IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN), Berlin, Alemania, junio 2004.
- [13] [12] J.H. Christensen, "Design patterns for Systems engineering in IEC 61499", Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Germany, 22, marzo 2000, 63-71
- [14] [K. Thramboulidis, C. Tranoris, "Developing a CASE Tool for Distributed Control Applications", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 24, Number 1-2, julio 2004, páginas 24.31, Springer-Verlag.
- [15] http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=2591&redirects=32bit. Última visita en enero de 2010.
- [16] http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en532453 . Última visita en enero de 2010.