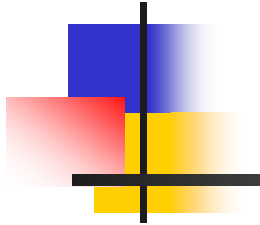


Aplicación de las FPGAs a la gestión de energía eléctrica: Aspectos introductorios



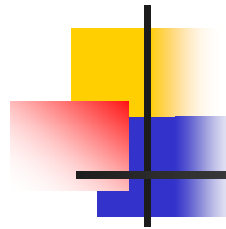
Juan José Rodríguez Andina

*Departamento de Tecnología Electrónica, Universidad de Vigo, España
ADAC Lab, Dept. Electrical and Computer Engineering, NC State Univ., USA*



NC STATE UNIVERSITY





Smart Grid

- “Using communications and modern computing to upgrade the current electric power grid so that it can operate more efficiently and reliably and support additional services to consumers. Such an upgrade is equivalent to bringing the power of the Internet to the transmission, distribution and use of electricity”

Prof. Xinghuo Yu, RMIT, Australia

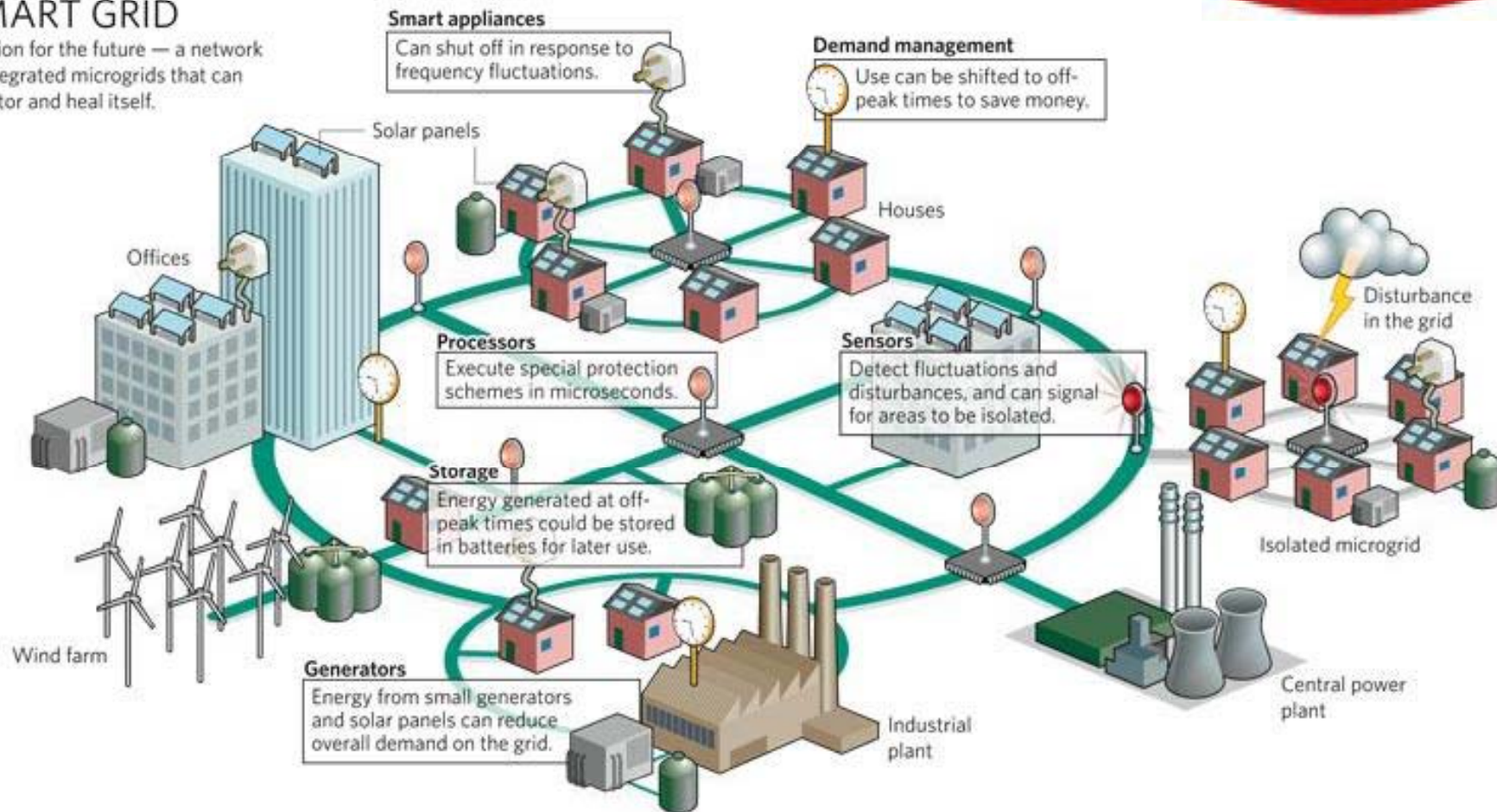
Chair, IEEE IES Technical Committee on “Smart Grids”

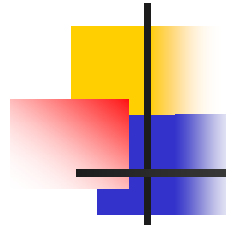
Smart Grid



SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.

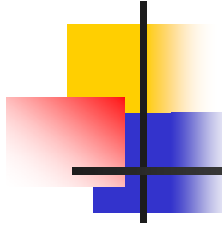


The logo consists of three overlapping squares: a yellow one at the top, a red one on the left, and a blue one at the bottom. A black crosshair is superimposed over the squares, with the vertical line passing through the center of the yellow square and the horizontal line passing through the center of the red square.

Smart Grid

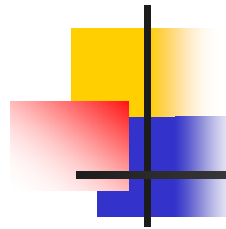
■ Motivaciones y frenos

- Reducción consumo energía ↔ Demanda creciente
- Reducción picos consumo ↔ Carga variable, impredecible
- Reducción combustibles fósiles ↔ Fiables y accesibles
- Incrementar uso renovables ↔ Intermitentes, incontrolables, integración con la red
- Fomentar vehículos eléctricos ↔ Infraestructura
- Mejorar fiabilidad red eléctrica ↔ Coste de reemplazo de infraestructuras obsoletas de transmisión / distribución
- Aspectos económicos, sociales y políticos



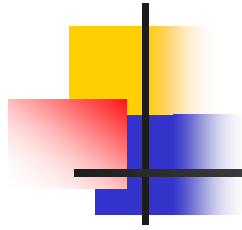
Smart Grid

- Flujo de electricidad y de información
 - Fusión y agregación de datos (precisión, latencia, volumen)
- Sistema ciber-físico
 - Interacción
 - Internet: privacidad y seguridad
 - Resistencia a ataques, perturbaciones y desastres naturales
- Múltiples requisitos temporales
 - Protecciones, estabilidad de tensión, *demand response*
- Retos complejos de control distribuido / no lineal
 - Cuándo y cómo utilizar los sistemas de potencia
 - Incrementar eficiencia no es suficiente

The logo consists of a yellow square, a red square, and a blue square, each with a black crosshair-like pattern. The text "Smart Grid" is written in a blue, sans-serif font to the right of the logo.

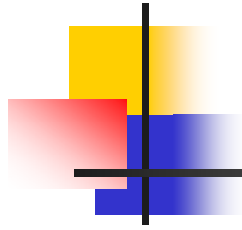
Smart Grid

- Medida “inteligente”, control y optimización
 - Generación, transmisión y distribución, consumidores
 - Respuesta rápida
 - Medida → Procesado de datos, comunicaciones
- Generación local → reducción de pérdidas
- Almacenamiento de energía
- *Energy router*
 - Múltiples salidas de potencia a partir de una fuente común (la red)
 - Nuevos dispositivos de potencia
 - Medida y protección integradas
 - Control digital



Smart Grid

- Combinación de muchas tecnologías diferentes a distintos niveles
 - Electrónica de Potencia
 - Sistemas de Control
 - Instrumentación y Sensores
 - Confiabilidad
 - Electrónica Digital
 - Microelectrónica
 - Inteligencia Computacional
 - Tecnologías de la Información

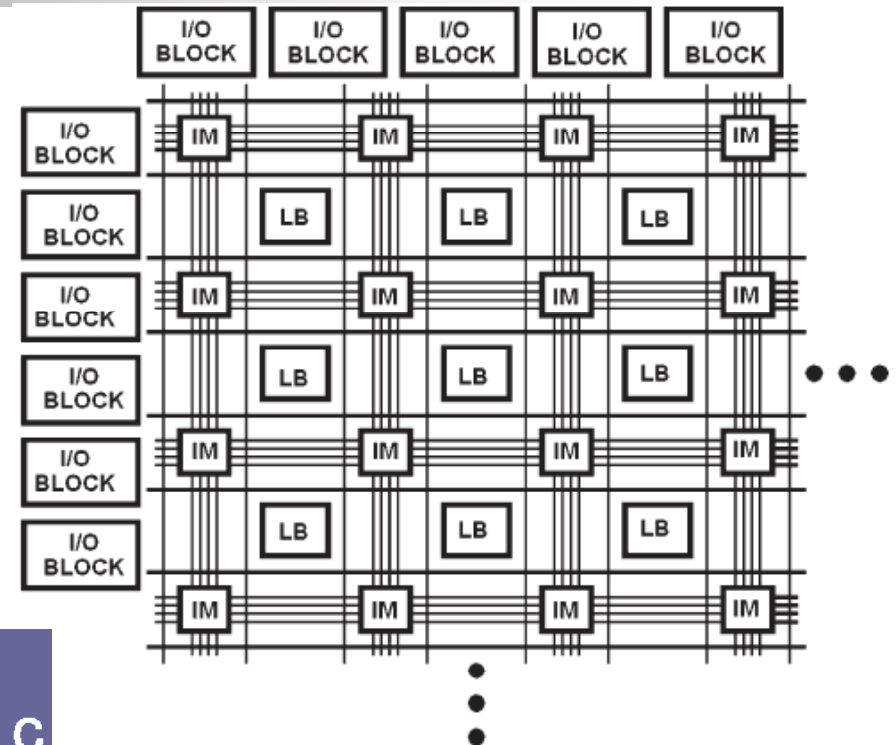
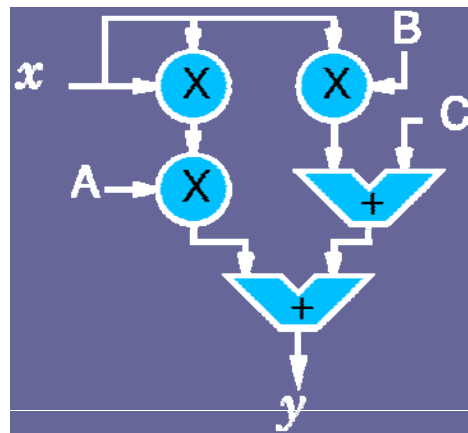
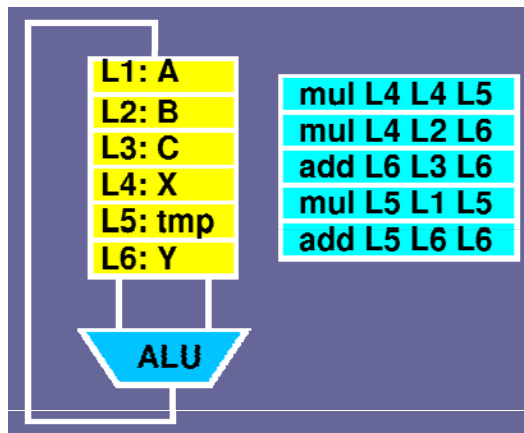


Procesadores Digitales

- ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*)
 - Máxima eficiencia: prestaciones, consumo
 - Tiempo de desarrollo largo
 - Costes fijos elevados
 - Funcionalidad fija
- Microprocesador / DSP
 - Funcionalidad programable
 - Mínimo coste (habitualmente)
 - Tecnología madura y ampliamente conocida
 - Prestaciones y recursos limitados
 - Eficiente para tareas a alto nivel

FPGAs

- Estructura básica
 - Funcionalidad programable
 - Tiempo de desarrollo corto
 - Coste moderado
 - Prestaciones (conurrencia)



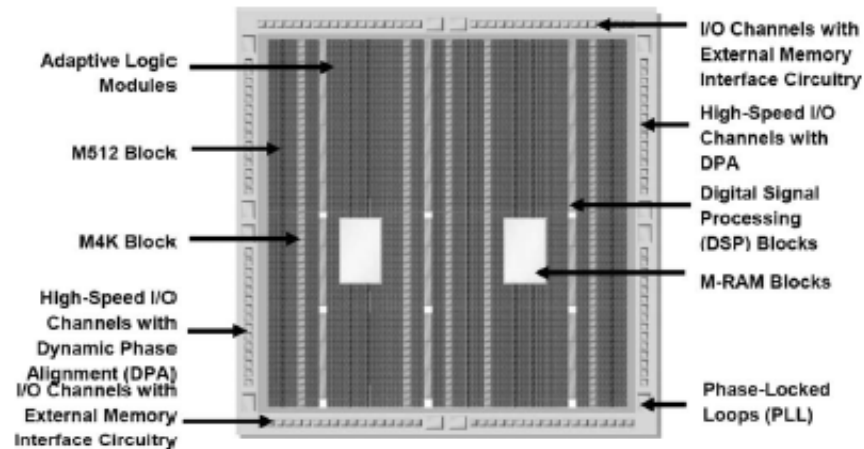


- Implementación eficiente de algoritmos complejos de control (en tiempo real)
- Procesado de datos medidos
 - Protecciones (alta velocidad)
 - Reducción del volumen de datos a transmitir
 - Información con más significado para el nivel superior de jerarquía

FPGAs

- Recursos avanzados

- Transceivers de alta velocidad (gigabit Ethernet)
- Procesadores integrados
 - RTOS disponibles



- Concepto SoPC

- Co-diseño HW/SW
- Reducción de complejidad y coste

FPGAs

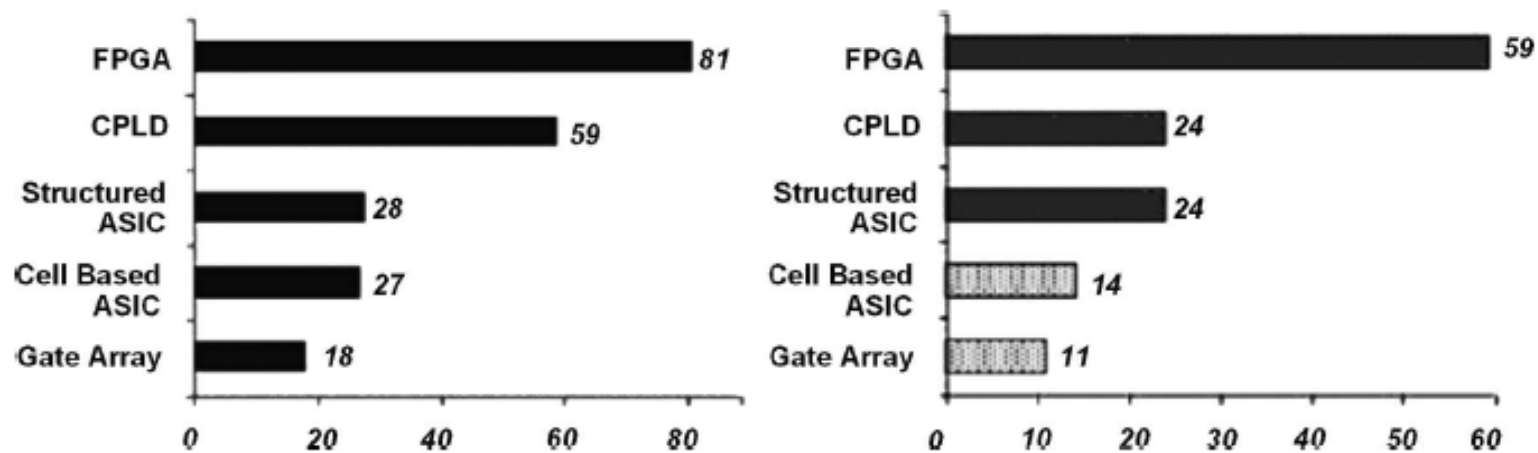
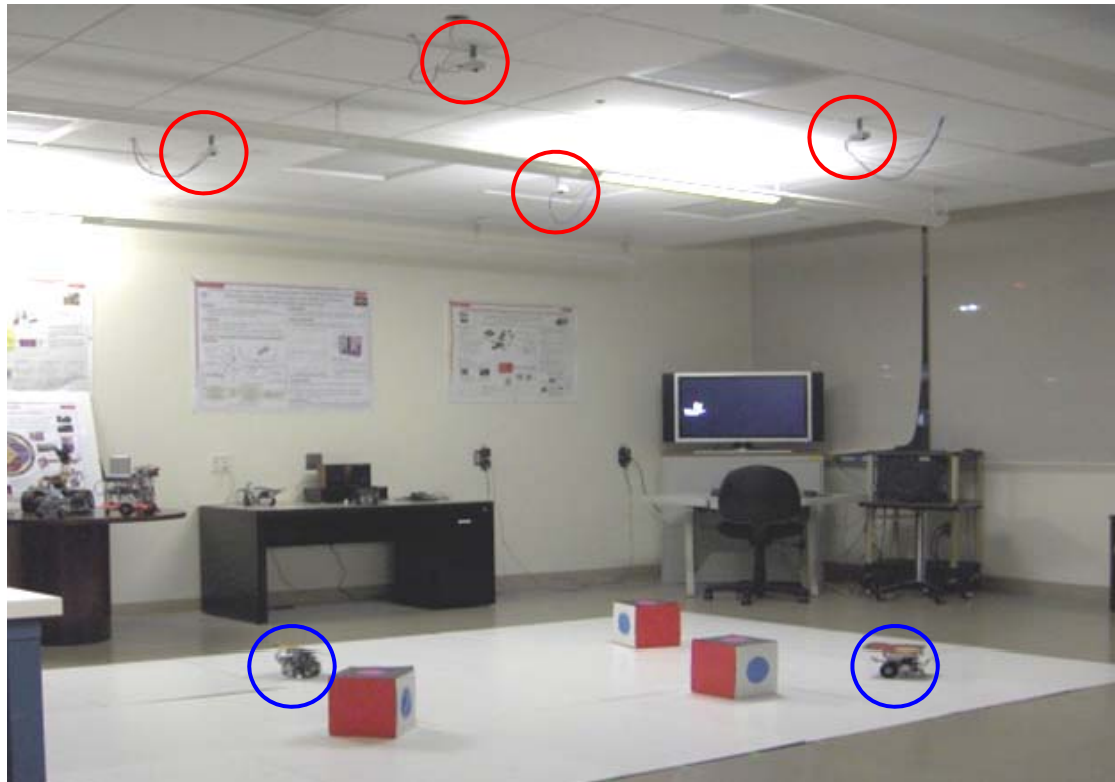


Fig. 2. (Left) Percentage of design projects used in the period 2005–2006 and (right) expected increasing use in the period 2007–2008 of the different types of logic ICs (source: “Programmable Logic Market Study,” A. G. Edwards, EE Times and Beacon Technology Partners, May 2006).

FPGAs

- Solución óptima para distintas áreas de Smart Grid
- Ventajas validadas en aplicaciones con requisitos similares





“Features, design tools, and application domains of FPGAs”, J.J.Rodríguez Andina, M^a J. Moure, M^a D. Valdés, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Agosto de 2007, pp. 1810-1823

“FPGA design methodology for industrial control systems—A Review”, E.Monmasson, M.N. Cirstea, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Agosto de 2007, pp. 1824-1842

“FPGAs and reconfigurable systems”, J.J.Rodríguez Andina, E. de la Torre, *The Industrial Electronics Handbook*, 2^a edición, (Vol. 1, *Fundamentals of Industrial Electronics*), B.M.Wilamowski, J.D.Irwin (eds.), CRC Press, 2011.