

# TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y DE CONOCIMIENTOS EN EL DISEÑO DE SISTEMAS EMBEBIDOS

Carlos Iván Camargo Bareño<sup>1</sup>  
Director: Luis Fernando Niño<sup>2</sup>

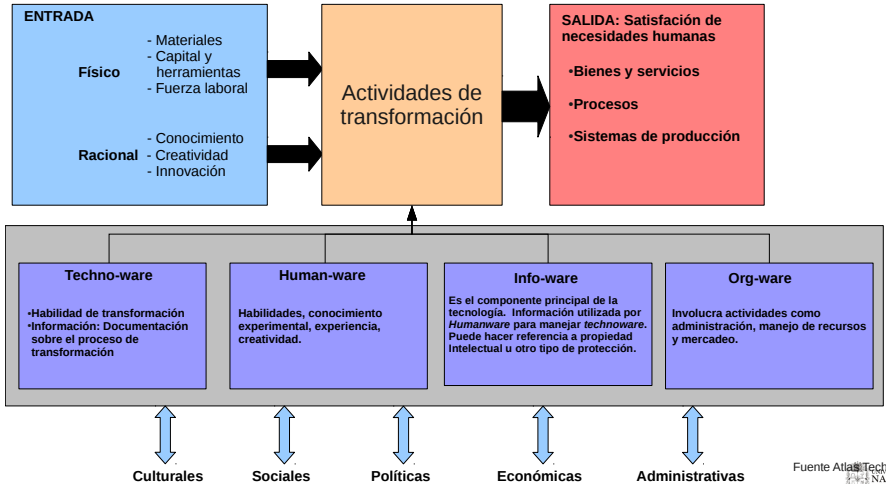
<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial

May 31, 2011

- 1 Introducción
- 2 Situación Colombiana
- 3 ¿Por qué TT en Diseño de Sistemas Embebidos (SE)?
- 4 Objetivos
- 5 Metodología Propuesta
- 6 Resultados

## Tecnología: Definición



Fuente AtlasTech, Pág. 25-39



# Transferencia Tecnológica

- Odedra [1]<sup>a</sup>: **La transferencia tecnológica se considera exitosa cuando los receptores de la tecnología la **asimilan** para **suplir sus necesidades locales**.**

---

<sup>a</sup>The Myths and Illusions of Technology Transfer, IFIP World Congress Proceedings. 1994

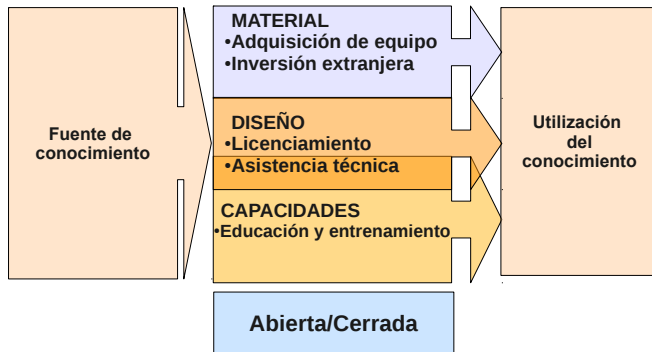
# Transferencia Tecnológica

- Odedra [1] : **La transferencia tecnológica se considera exitosa cuando los receptores de la tecnología la **asimilan** para **suplir sus necesidades locales**.**
- Jolly [2]<sup>a</sup>: **El conocimiento es lo que queda al final de un proceso **documentado y difundido** de forma apropiada.**

---

<sup>a</sup>The Technology Transfer Process: Concepts, Framework and Methodology. The Journal of Technology Transfer. Springer, 1977

# Canales para la TT



# Situación Colombiana [3]

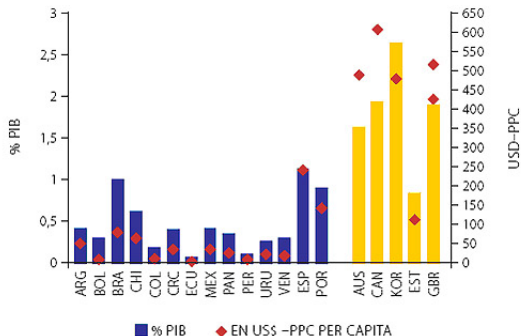
- Según el ministerio de educación en el país existen 297 programas relacionados con la electrónica.
- Según ASESEL en el 2001 existían 154 empresas productoras de componentes y equipos de la cadena electrónica.
  - 76% usa tecnología de los 80 o anterior
  - Las empresas no adquieren el conocimiento necesario para innovar; se limitan a compra de equipo.
- Según el DNP, DDE, basados en información del DANE y la DIAN, las importaciones son 64 veces mayores que las exportaciones.
- **Principal problema: tecnología de producción desactualizada.**

# Causas del Atraso

- Deficientes relaciones universidad - empresa.
- Pobre enfoque académico hacia la industria.
- Baja calidad de los productos nacionales.
- Falta de políticas gubernamentales.
- Falta de cultura de investigación y reducida apropiación tecnológica.
- **Atraso tecnológico y limitado recurso humano con formación adecuada.**



# Inversión en I+D



Fuente: Educación Superior en Iberoamérica 2007

# Obstáculos para la Transferencia [4]

- Falta de facilidades en educación y en capacitación.
- La resistencia o el desconocimiento a la tecnología.
- La transferencia es efectiva solo si la economía en la cual es introducida es capaz de utilizarla
- Falta de personal disponible y dispuesto a absorber el *know-how* asociado a la tecnología.
- Competencia de países asiáticos.

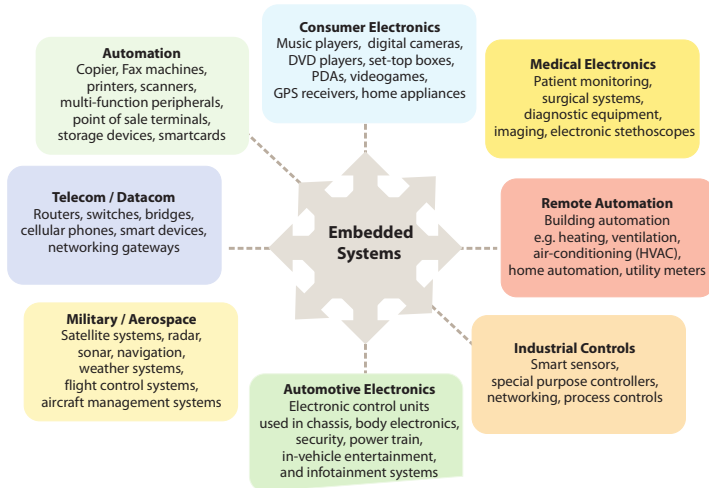
# Recomendaciones para los generadores de políticas

- Fomentar la generación de empresas locales de base tecnológica.
- Promover el mejoramiento de la plataforma tecnológica
- Formular políticas para incentivar actividades de transferencia tecnológica.
- Promover la excelencia académica y la investigación.

# Recomendaciones para la academia

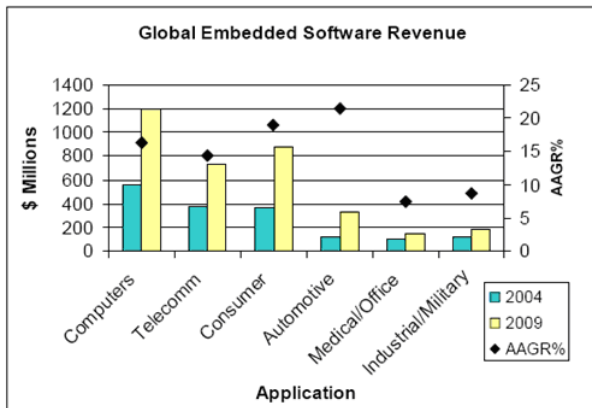
- Actualización curricular.
  - Mejorar las competencias y habilidades generales de los ingenieros.
  - Maestrías y doctorados nacionales conectados con el sector productivo.
  - Difusión de conocimientos entre todos los estratos de la población.
- Alianza con la industria
  - Desarrollar habilidades y competencias que la empresa requiere.
  - Buscar fortalezas en áreas dominadas por las industrias locales.
- Promover y Soportar la Transferencia Tecnológica.
  - Investigación aplicada orientada a mejorar la productividad empresarial.
  - Impulsar la actualización tecnológica desarrollando proyectos con una posible transferencia de tecnología.

# ¿Por qué Sistemas Embebidos?



Fuente: TATA Consultancy Services

# Sistemas Embebidos: Mercado



# Objetivos

## Objetivo Principal

Desarrollar y aplicar una metodología para la transferencia tecnológica y de conocimientos en el diseño de Sistemas Embebidos y de esta forma contribuir a dar solución al problema del atraso tecnológico en Colombia.

# Objetivos

## Objetivos Específicos: Asimilación de conocimientos

- **Formulación/adaptación y aplicación de una metodología para la transferencia tecnológica y de conocimientos** en el área de diseño y fabricación de Sistemas Embebidos en Colombia que permita generar cambios globales a partir de interacciones locales.
- **Formulación o adaptación de una metodología de diseño y producción para sistemas embebidos** aplicable en el entorno local y su respectiva aplicación y validación en un programa académico de un centro de formación superior consolidado y en una empresa de base tecnológica.



# Objetivos

## Objetivos Específicos: Creación de habilidades

- **Identificación de las habilidades requeridas por los profesionales en ingeniería electrónica** para estar acorde con la tendencia de la industria electrónica mundial. **Creación de un programa académico** que ayude al refuerzo de estas habilidades en las asignaturas relacionadas con el diseño digital.
- **Generación de un recurso público** basado en el conocimiento necesario para diseñar implementar y producir sistemas digitales.
- **Creación de herramientas de difusión** que permitan el acceso de este recurso a cualquier sector de la sociedad que esté interesado.

Necesidades, Personal, Conocimientos

Comunidad *linuxenaja*

Monitoreo

Elección

Adquisición

Adaptación

Absorción

Aplicación

Difusión

Investigación Universitaria

**Empresa**

- Transferencia de conocimiento.
  - Procesos de fabricación.
  - Metodologías de diseño.
- Diseños de referencia.

Pasantías.  
Servicios.  
Regalías.  
Necesidades.

Creación.  
Soporte.  
Capacitación.  
Personal.

Necesidades  
de la  
sociedad**Academia**

- Actualización de programas académicos.
- Generación de habilidades.
- Creación de industria.
- Creación/adaptación de metodologías /procesos de diseño.

Necesidades, Personal, Conocimientos

## Monitorio

## Monitorio

- Detectar tecnologías emergentes.
- Dinámica de la tecnología (obsolescencia).
- Soluciones tecnológicas disponibles

Monitoreo

Elección

### Elección

- Evaluación del estado de la plataforma tecnológica existente para identificar facilidades y necesidades.
- Encontrar una tecnología que pueda ser implementada con el estado actual de la plataforma tecnológica.
- Identificar los niveles de complejidad, para determinar una alternativa que pueda implementarse y de resultados a mediano o corto plazo con baja inversión de capital.
- **Utilización de SoC comerciales que puedan utilizar Linux.**

Monitoreo
Elección
Adquisición

## Adquisición

- Compra de dispositivos de consumo masivo que utilicen la tecnología que se desea transferir.
  - Existen aplicaciones en gran parte de las actividades humanas.
  - No es necesario firmar acuerdos con países o con grandes industrias.
- Adquisición de plataformas de desarrollo hardware y software
- Identificación de herramientas de desarrollo.
  - Uso de herramientas abiertas.

Monitoreo
Elección
Adquisición
Adaptación

## Adaptación

- Se presenta cuando la sociedad encuentra posible y deseable realizar cambios para involucrar usos particulares de la tecnología.
- Metodología para el estudio gradual de la tecnología
  - Adquisición de un dispositivo comercial.
  - Aplicar ingeniería inversa para identificar su arquitectura y forma de programación.
  - Generación de aplicaciones similares a la original.
  - Diseño y construcción local.
  - Transmisión de conocimientos a la academia y a la industria.
  - Documentación del proceso a todo sector de la sociedad.

Monitoreo
Elección
Adquisición
Adaptación
Absorción

## Absorción y asimilación

- Capacidad del receptor para absorber tecnología de un sector y la capacidad de asimilarla y utilizarla en otro sector
- Se generaron dos tipos de habilidades para soportar la tecnología:
  - Técnicas: hardware, sistemas operativos, redes, tecnologías de la comunicación, aplicaciones SW.
  - Humanas: Habilidades y conocimientos necesarios para adaptar, desarrollar, mantener, manipular y futuro desarrollo.
- Se crearon mecanismos de aprendizaje para operar y cambiar la nueva tecnología.
  - Banco de proyectos que pueden ser utilizados como base de futuros desarrollos.
  - Cursos para la enseñanza de metodologías de diseño y procesos de fabricación.
- Metodologías de diseño y procesos de fabricación.

Monitoreo
Elección
Adquisición
Adaptación
Absorción
Aplicación

## Aplicación

- Incorporación y aplicación del conocimiento adquirido a:
  - La academia (UNAL)
    - Metodologías modernas de diseño y fabricación.
    - Adaptación a la iniciativa CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y operar).
  - La industria (emQbit):
    - Evaluar el impacto del uso de esta tecnología en la industria.
    - Obtener información sobre el estado de la industria electrónica en el país.
    - Detectar los obstáculos que enfrentan nuevas empresas en su ejercicio.



Monitoreo
Elección
Adquisición
Adaptación
Absorción
Aplicación
Difusión

### Difusión (en ejecución)

- Transmitir los conocimientos adquiridos a los sectores de la sociedad interesados en el.
- Concienciar a la sociedad de la importancia del uso de esta tecnología.
- Creación de una comunidad que:
  - Utiliza/administra/depura/aumenta los conocimientos generados.
  - Está formada por personas con diferentes intereses y niveles de formación.
- Creación de un recurso público formado por:
  - Archivos necesarios para estudiar, entender, reproducir y programar plataformas *copyleft hardware*.
  - Herramientas de difusión.

Comunidad *linuxenaja*

Monitoreo

Elección

Adquisición

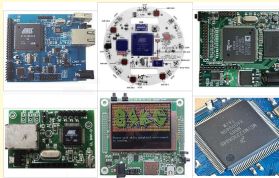
Adaptación

Absorción

Aplicación

Difusión

Investigación Universitaria



Repositorios + Tutoriales + Cursos en línea

Canales de difusión

GIT, WIKI, MAIL

Código fuente (.c,.v,.vhd,.S,.java), archivos de diseño

I+D UNAL

- Telemedicina.
- Veterinaria.
- Mecatrónica.
- Sistemas.

Academia

- UIS, ULA, USTA, UDFJC, ENAP.
- ET-ITC.
- SENA.

Industria

- emQbit.
- MicroEnsamble.
- Proyecto SENA.

*Comunidad linuxenaja*

Monitoreo

Elección

Adquisición

Adaptación

Absorción

Aplicación

Difusión

Investigación Universitaria

**Academia**

- Actualización de programas académicos.
- Generación de habilidades.
- Creación de industria.
- Creación/adaptación de metodologías /procesos de diseño.

**Comunidad *linuxenaja***

Monitoreo

Elección

Adquisición

Adaptación

Absorción

Aplicación

Difusión

**Investigación Universitaria****Empresa**

- Transferencia de conocimiento.
  - Procesos de fabricación.
  - Metodologías de diseño.
- Diseños de referencia.

**Academia**

- Actualización de programas académicos.
- Generación de habilidades.
- Creación de industria.
- Creación/adaptación de metodologías /procesos de diseño.

**Comunidad *linuxenaja***

Monitoreo

Elección

Adquisición

Adaptación

Absorción

Aplicación

Difusión

**Investigación Universitaria****Empresa**

- Transferencia de conocimiento.
  - Procesos de fabricación.
  - Metodologías de diseño.
- Diseños de referencia.

Pasantías.  
Servicios.  
Regalías.  
Necesidades.

**Academia**

- Actualización de programas académicos.
- Generación de habilidades.
- Creación de industria.
- Creación/adaptación de metodologías /procesos de diseño.

Comunidad *linuxenaja*

Monitoreo

Elección

Adquisición

Adaptación

Absorción

Aplicación

Difusión

Investigación Universitaria

**Empresa**

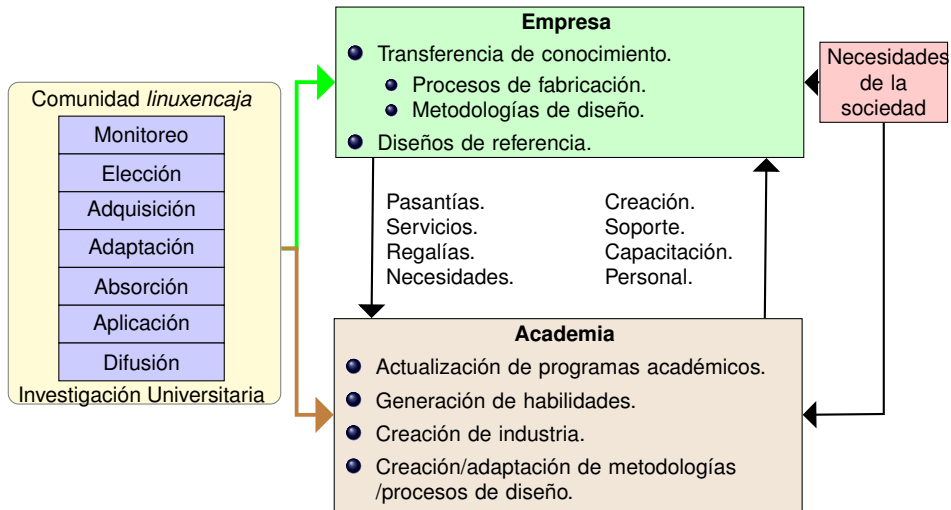
- Transferencia de conocimiento.
  - Procesos de fabricación.
  - Metodologías de diseño.
- Diseños de referencia.

Pasantías.  
Servicios.  
Regalías.  
Necesidades.

Creación.  
Soporte.  
Capacitación.  
Personal.

**Academia**

- Actualización de programas académicos.
- Generación de habilidades.
- Creación de industria.
- Creación/adaptación de metodologías /procesos de diseño.



Necesidades, Personal, Conocimientos

Comunidad *linuxenaja*

Monitoreo

Elección

Adquisición

Adaptación

Absorción

Aplicación

Difusión

Investigación Universitaria

**Empresa**

- Transferencia de conocimiento.
  - Procesos de fabricación.
  - Metodologías de diseño.
- Diseños de referencia.

Pasantías.  
Servicios.  
Regalías.  
Necesidades.

Creación.  
Soporte.  
Capacitación.  
Personal.

Necesidades  
de la  
sociedad**Academia**

- Actualización de programas académicos.
- Generación de habilidades.
- Creación de industria.
- Creación/adaptación de metodologías /procesos de diseño.

Necesidades, Personal, Conocimientos



# Artículos

- Hardware copyleft como Herramienta para la Enseñanza de Sistemas Embebidos. Congreso Argentino de Sistemas Embebidos CASE 2011, Buenos Aires Argentina, March 2011.
- Low Cost Platform for Evolvable-Based Boolean Synthesis. IEEE Latin American Symposium on Circuits and Systems (LASCAS 2011), Bogotá Colombia, February 2011.
- Intrinsic Evolvable Hardware for Combinatorial Synthesis Based on SoC+FPGA and GPU Platforms. ACM, Genetic Evolutionary Computation Conference, 2011.
- Metodología Para la Transferencia Tecnológica en la Industria Electrónica Basada en Software Libre y Hardware Copyleft. VI Congreso Internacional de la Red de Investigación Y Docencia en Innovación Tecnológica RIDIT “Innovación, Empresa Y Región” 2011 Manizales, Colombia
- Transferencia Tecnológica en la Industria Electrónica. XVII Workshop de Iberchip, Bogotá Colombia, February 2011.
- Plataforma Hardware copyleft para la Enseñanza de Sistemas Digitales. XVII Workshop de Iberchip, Bogotá Colombia, February 2011.

# Artículos

- ECBOT y ECB AT91 Plataformas Abiertas para el Diseño de Sistemas Embebidos y Co-Diseño HW/SW. **VIII Jornadas de Computación Reconfigurable y Aplicaciones, Madrid España, September 2008.**
- Linux como herramienta de Desarrollo de Sistemas Embebidos. **XII Workshop de Iberchip, San Jose Costa Rica, 2006.**
- Linux embebido como herramienta para realizar reconfiguración parcial. **XII Workshop Iberchip, Costa Rica 2006.**
- Implementación de Sistemas Digitales Complejos Utilizando Sistemas Embebidos. **XI Workshop de Iberchip, Brasil 2005.**

# Artículos Nacionales

- Metodología para la transferencia de conocimientos en el diseño de sistemas digitales. **Reunión Nacional ACOFI 2011, “Acciones y cambios en las facultades de ingeniería”.**
- PLATAFORMAS ABIERTAS HARDWARE/SOFTWARE PARA APLICACIONES EN ROBOTICA. **V Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y III de Ingeniería Mecatrónica (Aceptado para publicación), 2011.**
- Sistema Integrado de Medición de Energía, Calidad del Servicio y Operación Remota. **MEMORIAS : VI Jornada de Distribución de Energía Eléctrica - ASOCODIS, 2009.**
- Control de Sistemas Paralelos Inspirado en la Naturaleza. **IEEE Colombian Workshop on Circuits and Systems, 2009.**
- ECBOT: Arquitectura Abierta para Robots Móviles. **IEEE Colombian Workshop on Circuits and Systems, 2007.**

# Artículos: Co-Autor

- Automatización de un puente grúa a escala, mediante una plataforma embebida la cual soporta multiprogramación. [XII Workshop Iberchip, Costa Rica 2006.](#)
- Linux embebido como herramienta para realizar reconfiguración parcial. [XII Workshop Iberchip, Costa Rica 2006.](#)
- Control Adaptativo Embebido. [XI workshop de Iberchip, Brasil 2005.](#)
- Evolución de un arreglo de Células Utilizando Algoritmos Genéticos. [XI workshop de Iberchip, Brasil 2005](#)

# Tesis de maestría


- Diseño e Implementación de un Sistema Embebido para la Adquisición y Transmisión de Señales Médicas a Través de la Red Celular. Universidad Nacional 2011.
- Desarrollo de una plataforma flexible para el prototipaje de aplicaciones WSN (Wireless Network Sensors). Universidad de Los Andes 2007.

# Preguntas





# Gracias



 [Oedra 1994] M. odedra-straub  
The Myths and Illusions of Technology Transfer  
*IFIP World Congress Proceedings*, 1994.

 [Jolly 1977] Jolly, James A.  
The Technology Transfer Process: Concepts, Framework and Methodology.  
*The Journal of Technology Transfer*. Springer, 1977

 [Vaccarezza 1998] L. Vaccarezza  
Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina.  
*Revista Iberoamericana de Educación*, No 18, 1998

 [Odedra 1990] M. Odedra  
Information Technology Transfer to Developing Countries: Case studies from  
Kenya, Zambia and Zimbabwe  
*PhD thesis London School of Economics*, 1990

- D Zuluaga, S Campos, M Tovar, R Rodríguez, J Sánchez, A Aguilera, L Londóñez, and J Medina. Informe de Vigilancia Tecnológica: Aplicaciones de la Electrónica en el Sector Agrícola. Technical report, COLCIENCIAS, 2007.
- M. Tovar and R. Rodríguez. PROSPECTIVA Y VIGILANCIA TECNOLÓGICA DE LA ELECTRÓNICA EN COLOMBIA. Master's thesis, Universidad Nacional de Colombia, 2007.



- Héctor Martínez. Apropiación de conocimiento en Colombia. El caso de los contratos de importación de tecnología. Revista Cuadernos de Economía, 2004.
- C. Forero and H. Jaramillo. The access of researchers from developing countries to international science and technology. International Social Science Journal, Volume 54, Issue 171, 2002.
- M. Duque and A. Gauthier. Formación de Ingenieros para la Innovación y el Desarrollo Tecnológico en Colombia. Revista de la Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia, December 1999.
- G. Cohen. Technology transfer: strategic management in developing countries, Sage Publications inc, 2004.
- R. Janssen. Exploring the impact of culture technology transfer to five African countries. Master's thesis, University of Twente, the Netherlands, 2010.
- K. Al-Mabrouk and J. Soar. Identification of key issues for successful technology transfer in the Arab countries: a Delphi study. International Journal of Technology Transfer and Commercialisation, 2009.
- D. Wood and A. Weigel. International Collaboration on Satellite-Enabled Projects in Developing Countries. CP1103, Space, Propulsion & Energy Sciences International Forum - SPESIF, 2009.
- K. Al-Mabrouk and J. Soar. Building a Framework for Understanding and Improving Information Technology Transfer Process in the Arab Countries. 9th

# IBIMA Conference: Information Management in Modern Organisations - Trends & Challenges, 2008.