



*Cámara Argentina de
Industrias Electrónicas,
Eléctromecánicas y Luminotécnicas*

*Asociación Civil para la Investigación,
Promoción y Desarrollo de los
Sistemas Electrónicos Embebidos*



Propuesta para el Desarrollo de una Computadora Industrial Abierta

**CADIEEL, Buenos Aires
21 de octubre de 2013**

**Dr. Ing. Ariel Lutenberg
FI-UBA, UTN-FRBA, CONICET, ACSE**

Resumen ejecutivo

- **La Computadora Industrial Abierta Argentina:**
 - **Consiste en una plaqueta electrónica:**
 - > **Con un microcontrolador, entradas y salidas.**
 - **Su diseño estará disponible gratuitamente en internet:**
 - > **Será soportado por la comunidad de la ACSE.**
 - **Por su diseño será apta para su uso en procesos productivos.**
 - **Se pretende desarrollar esta plataforma con recursos propios, procurando no solicitar aportes al Estado.**

Resumen ejecutivo

- **La CIAA será beneficiosa para:**
 - **Pequeñas y medianas empresas:**
 - > **Plataforma base para el desarrollo de sus productos.**
 - **Universidades, terciarios y secundarios:**
 - > **Soporte para la realización de clases prácticas.**
- **Es una plataforma industrial, no un producto:**
 - **Las empresas la usarán para desarrollar sus productos.**
 - **No busca competir con plataformas para aficionados, sino ser una plataforma confiable para ambientes industriales.**

Resumen ejecutivo

- **Se ha elaborado un documento (v2.3) con:**
 - Los objetivos de la propuesta,
 - Los lineamientos de trabajo,
 - El rol de los diferentes actores,
 - Las etapas del proyecto y los resultados esperados,
 - Los requerimientos técnicos,
 - La estimación de recursos necesarios,
 - Los criterios de factibilidad económica,
 - El plan para la fabricación de los primeros prototipos

Los mecanismos para lograr una apropiación colectiva de este desarrollo tecnológico nacional

Resumen ejecutivo

- **Son autores de la versión más reciente:**
- **Ing. Gustavo Alessandrini (INTI, ORT, ACSE)**
- **Lic. Ezequiel Angelillo-Mackinlay (CADIEEL, Optilux)**
- **Ing. Ezequiel Espósito (DEBTECH S.R.L., FIUBA)**
- **Dr. Ing. Ariel Lutenberg (FIUBA, UTN-FRBA, CONICET, ACSE)**
- **Lic. Julieta Pando (CADIEEL)**
- **Ing. Pablo Ridolfi (FIUBA, UTN-FRBA, UTN-FRH, Unitec Blue)**
- **Lic. Javier Viqueira (CADIEEL, Adox S.A.)**
- **Ing. Ignacio Zaradnik (UNLaM, Electrocomponentes, ACSE)**

Breve historia

- **Plan Estratégico Industrial 2020:**
 - **Ministerio de Industria y MinCyT**
 - **Mesa de Informática → “Software Embebido”**
 - **Se convocó a SPU, CADIEEL, CESSI, etc.**
 - **La SPU convocó a CONFEDI, y CONFEDI a la ACSE**
- **Reunión del 17 de julio de 2013 en Industria:**
 - **Presentación en sociedad de la ACSE.**
 - **“Sistemas embebidos” en lugar de sólo software.**
 - **Reuniones posteriores con CADIEEL y Ministerios.**

Breve historia

- **Reunión del 15 de agosto de 2013 en SASE.**
 - Participación de CADIEEL, Ministerios y Empresas.
- **Se discutieron problemas de las empresas:**
 - (1) Herramientas de financiamiento estatal.
 - (2) Régimen de importación de componentes y piezas.
 - (3) Capacitación y recursos humanos.
- **Hay diversas situaciones a revisar, pero la mayor preocupación es encontrar “Mercados y Negocios”.**

Análisis de la situación

- **Virtual desconocimiento de la electrónica.**
 - En muchas ramas industriales no se sabe que ayuda a mejorar la competitividad y la rentabilidad.
 - La desconexión de oferta y demanda dificulta generar valor agregado entre empresas complementarias.
- **Las empresas que utilizan electrónica:**
 - Muchas veces usan módulos que tienen un fuerte componente de sistemas importados.
 - O directamente usan sistemas diseñados y fabricados completamente en el exterior, como por ej. los PLC.

Análisis de la situación

- **Muchas PyMEs están en una situación difícil:**
 - **Fabrican productos basados en tecnologías antiguas, que están en el final de su ciclo de vida.**
 - **Para actualizarse sólo cuentan con poco personal, que tiene conocimientos muy básicos de electrónica.**
 - **Modernizarse les implica un gran riesgo económico y un desafío tecnológico inabarcable.**
 - **Su supervivencia queda ligada a nichos de mercado o a la fidelidad de sus clientes.**
- **Se planteó el desarrollo de un PLC nacional, pero esto se descartó por dos razones.**

Propuesta de la CIAA

- **Computadora Industrial Abierta Argentina:**
 - En usos y aplicaciones es similar a un PLC.
 - Lo diferente y atractivo es que es una solución abierta.
 - Cualquier empresa puede usarla para elaborar sus propios productos y servicios.
 - Las instituciones educativas pueden formar recursos humanos con rápida inserción y brindar soporte.
 - Soporte de una comunidad de +2000 personas articuladas alrededor de la ACSE (embeb32@).
- **Las PyMEs tendrán bajos costos de desarrollo y desafíos tecnológicos accesibles.**

Propuesta de la CIAA

- **Para que la propuesta sea exitosa:**
 - **Es clave el desempeño y el costo de la primera versión.**
 - **Se deben establecer reglas claras para su uso en productos y servicios por parte de las empresas.**
 - **Se debe organizar la oferta de soluciones, mediante la creación de un sistema que vincule oferta y demanda.**
- **Esta propuesta fue presentada en reuniones posteriores con CADIEEL y Ministerios,**
 - **Recibió amplio apoyo y consenso.**
 - **Se hicieron ajustes y mejoras.**

Síntesis de los objetivos

- **Desarrollar una CIAA que permita a las PyMEs:**
 - Modernizar y mejorar sus productos y servicios.
 - Fomentar el desarrollo tecnológico de la industria electrónica nacional y de cadenas de valor asociadas.
- **Procurar la apropiación colectiva de la CIAA:**
 - Para que se desarrollen nuevos productos y servicios.
 - Vincular oferta y demanda, sustituir importaciones.
- **Fomentar su uso en instituciones educativas:**
 - Facilitar la inserción laboral de jóvenes profesionales.
 - Lograr más articulación de Universidades y Empresas.

Impacto esperado

- **La CIAA tendrá un carácter asociativo y federal, y por lo tanto se espera:**
 - **Que las PyMEs modernicen sus productos y servicios, creciendo en valor agregado y competitividad.**
 - **Que la plataforma sea fabricada en el país, contribuyendo a la sustitución de importaciones.**
 - **Que las instituciones educativas la puedan utilizar para sus tareas de investigación y enseñanza.**

Casos de éxito similares

- **Existen plataformas abiertas exitosas:**

- Arduino: <http://www.arduino.cc/>

- BeagleBoard: <http://beagleboard.org/>

- Raspberry Pi: <http://www.raspberrypi.org/>

- Embedded Artists: <http://www.embeddedartists.com/>

Son esquemas de negocio mixto entre una comunidad abierta y empresas que desarrollan módulos pagos.

- **Pero no se encontró ninguna plataforma abierta orientada netamente a la industria.**

Financiamiento

- Para cubrir los insumos y recursos humanos necesarios para el desarrollo se recurrirá a:

(1) Aportes de empresas interesadas en participar desde el comienzo, para que al salir esta plataforma al mercado el público las identifique como participantes activos, aumentando así su ventana de oportunidad para establecerse como líderes en la provisión de productos y servicios derivados de la CIAA.

(2) Aportes de Cámaras Empresarias, Asociaciones Civiles, Fundaciones, Organismos Estatales e Instituciones de Investigación y Enseñanza, que tengan como misión el fomento de la investigación, la promoción y el desarrollo de la industria y el comercio.

Entidad responsable

- **Se propone que la ACSE sea la entidad responsable:**
 - **Deberá garantizar la participación federal directa a partir de las casi 50 facultades de todo el país.**
 - **Deberá articular con Ministerios, Cámaras y Empresas.**
 - **Deberá velar por la transparencia, el orden y la ecuanimidad en el desarrollo de esta iniciativa.**
 - **Deberá encontrar mecanismos para resolver situaciones imprevistas que se generen en el tiempo.**
 - **Deberá ser la entidad administradora de los fondos relacionados con este proyecto.**

Comité Técnico y Ejecutivo

- **Su conformación será la siguiente:**
 - **Coordinación General:** Dr. Ing. Ariel Lutenberg
 - **Área de Hardware:** Ing. Pablo Ridolfi (responsable)
Ing. Ignacio Zaradnik (subrespon.)
 - **Área de Firmware:** Ing. Gustavo Alessandrini (resp.)
Ing. Pablo Ridolfi (subresponsable)
 - **Área de Software:** Ing. Ezequiel Espósito (responsable)
Ing. Gustavo Alessandrini (sub.)
 - **Vinculación:** Lic. Javier Viqueira (responsable)
Abg. Ezequiel Angelillo (subresp.)
 - **Difusión:** Lic. Julieta Pando (responsable)
Lic. Leonardo Abraham (subresp.)

Etapas del proyecto

Etapas	Fechas	Principales tareas
Elaboración	15/08-15/11	Comité Técnico y Ejecutivo / Reglas / Pre-diseño / Cronograma / Recursos / Financiamiento / Difusión
Desarrollo	15/11-15/05	Articulación / Diseño / Revisión Fabricación / Difusión / Crear canal vinculo oferta y demanda
Oferta Inicial	15/05-15/11	Publicar diseño / Vincular oferta y demanda / Fomentar el uso en instituciones educativas
Mercado Maduro	15/11- ...	Realizar mejoras continuas / Coordinar vínculo oferta-dema.



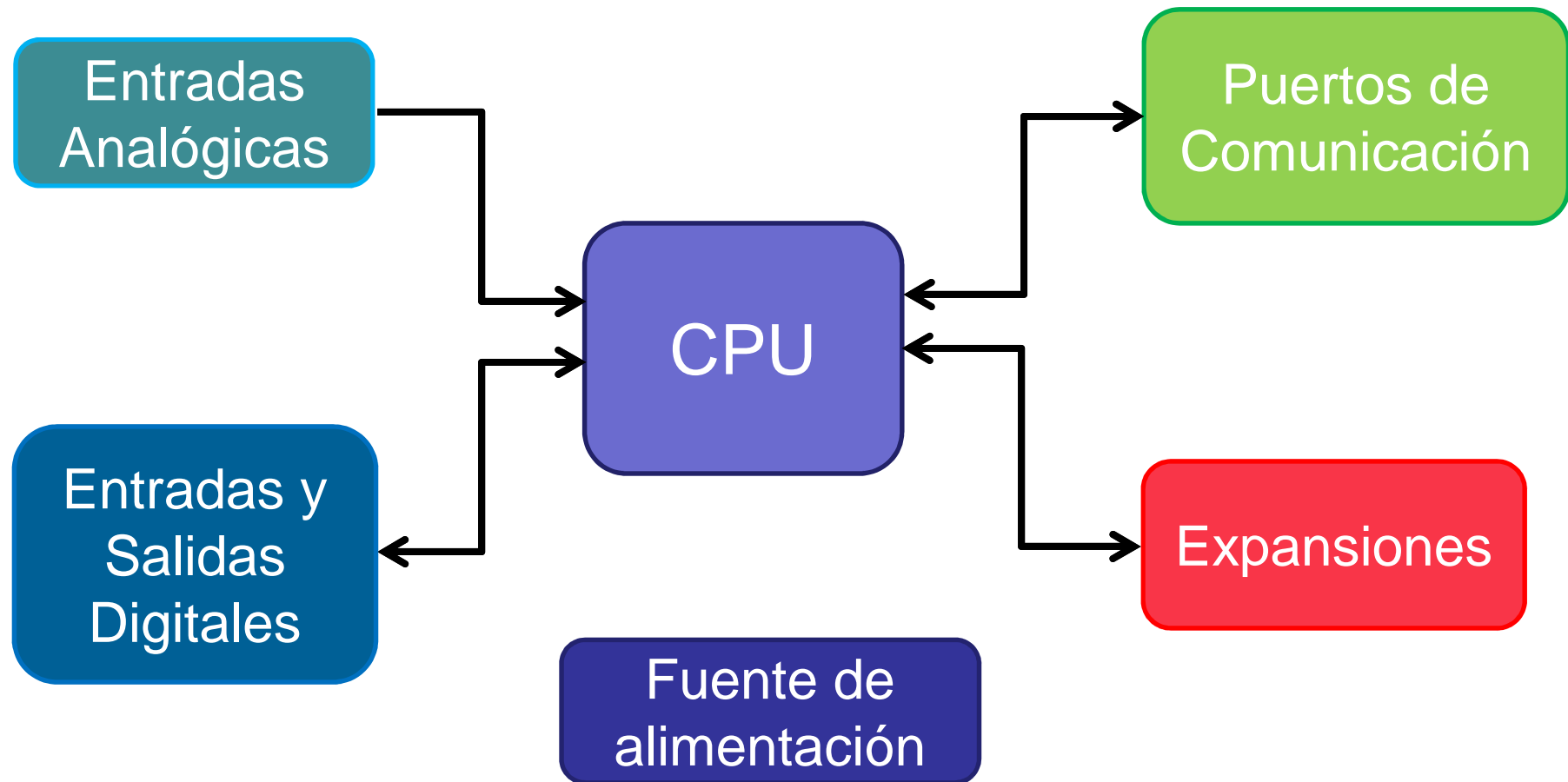
*Cámara Argentina de
Industrias Electrónicas,
Eléctromecánicas y Luminotécnicas*

*Asociación Civil para la Investigación,
Promoción y Desarrollo de los
Sistemas Electrónicos Embebidos*



Descripción técnica de la plataforma propuesta

Diagrama en Bloques

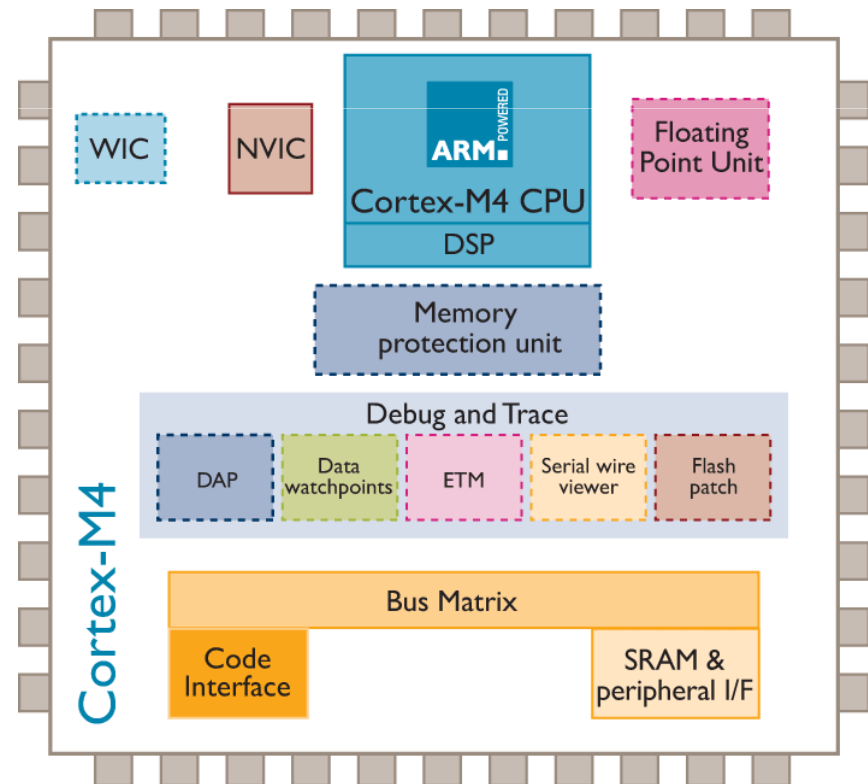


CPU

- ARM Cortex-M4F

- 50 a 160 Mhz (1.25DMips/Mhz).
- Disponible en LQFP.
- Incluye DSP y FPU: útil para algoritmos PID.
- Amplio uso de Cortex-M en embebidos32@.

CPU



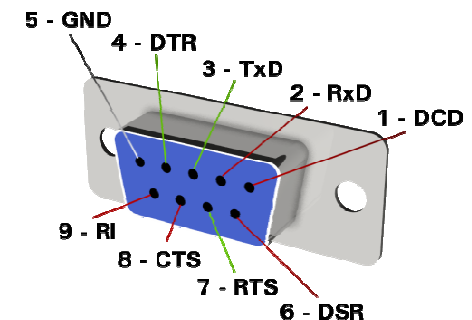
Alimentación e Interfaces

Fuente de alimentación

- Alimentación de 24 VDC.
- No requiere ensayos de seguridad eléctrica.

Puertos de Comunicación

- Interfaz industrial estándar:
 - RS232
 - RS485
- Interfaz Ethernet
- USB



Entradas, Salidas, Expansión

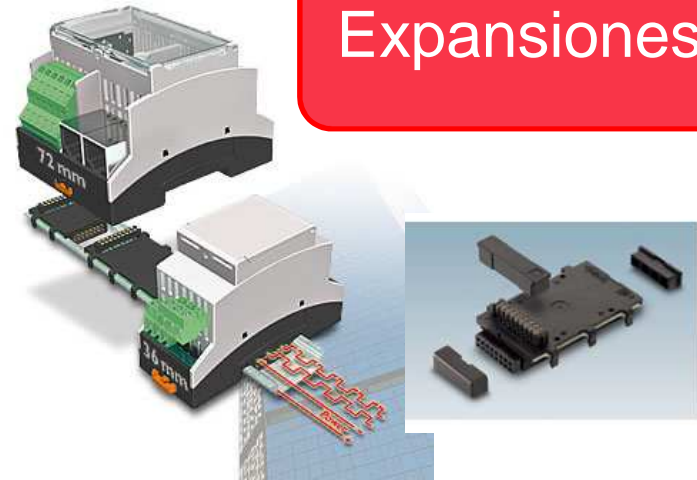
Entradas Analógicas

- 4-20 mA (x1)
- 0-10V (x3)

Entradas y Salidas Digitales

- Entradas
 - Optoacopladas (DC 2-30V) (x6)
- Salidas
 - Open Drain (x4)
 - Rele NC/NO (x4)

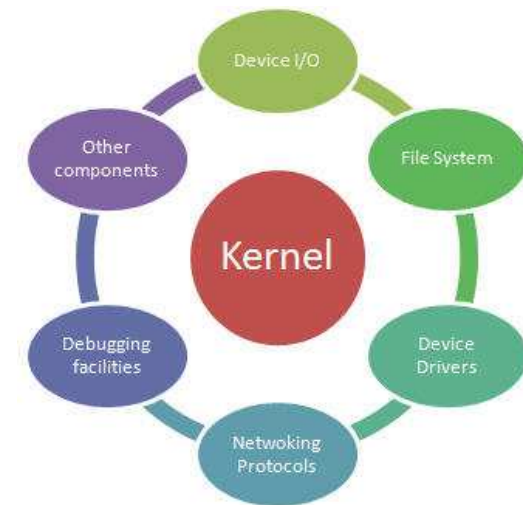
Expansiones



- RS422
 - Full Duplex.
 - Fácil implementación
- GPIOs LV-TTL

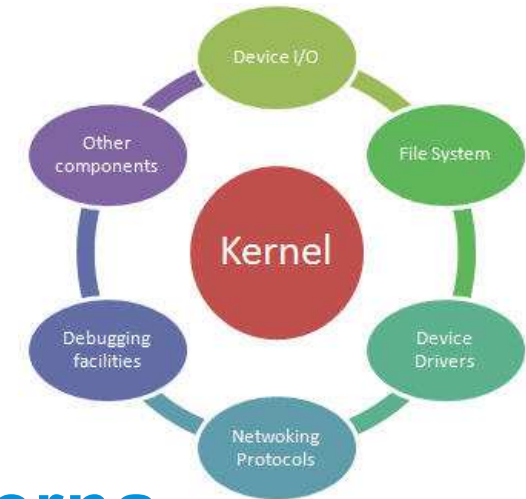
Firmware

- **Debe incluir drivers para manejo de:**
 - Periféricos
 - Entradas y salidas digitales (GPIO)
 - Entradas analógicas
 - UART (para soporte RS 232, RS 485, RS 422)
- **Stack RTOS para manejo de:**
 - Memoria dinámica
 - Multithreads
 - Hard y soft real time
 - Sincronización de recursos



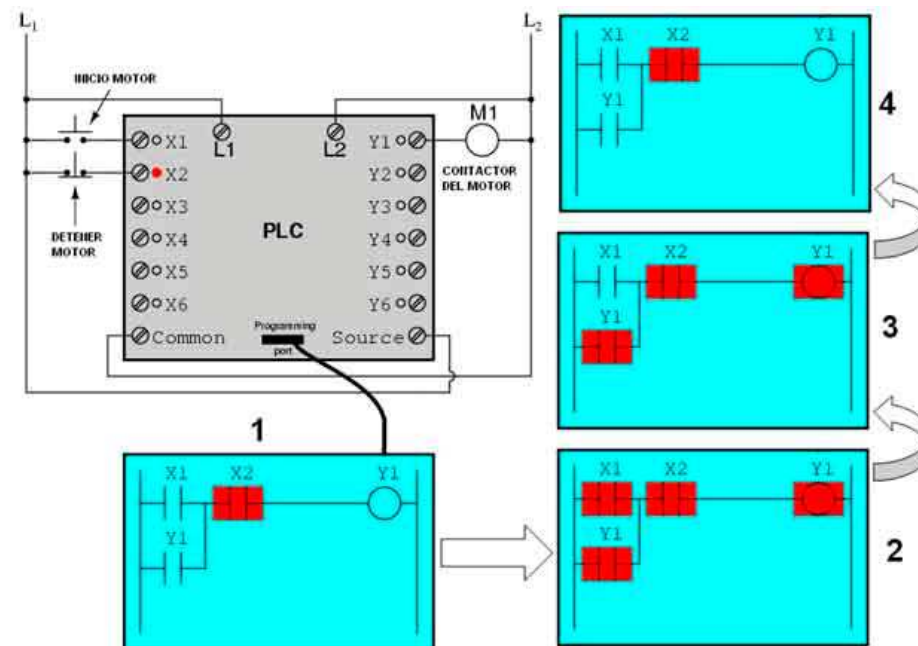
Firmware

- **Stack Ethernet**
 - Soporte para programación de RTOS y aplicaciones por Ethernet
- **Stack USB**
- **Manejo de memoria interna y externa**
- **Implementación protocolo Modbus**
(sobre RS232, RS485 y Ethernet)
 - Para comunicación con otros dispositivos
 - Para acceso al mapa de memoria de la CIAA



Software

- Módulo para programación en Ladder.
- Programación visual.
- Programación mediante código.
- Interprete de lenguaje Ladder a lenguaje C.
- Uso del toolchain del CPU para generar binarios.



Software

- **Módulo para programación en lenguaje C.**
 - Programación mediante código.
 - Uso del toolchain del CPU para generar binarios.
- **Módulo de comunicación con la CIIA.**
 - Para cargarle programas.
 - Para visualizar y editar el mapa de memoria.
- **Drivers para manejo de comunicaciones.**
 - Ethernet
 - UART
 - USB



*Cámara Argentina de
Industrias Electrónicas,
Eléctromecánicas y Luminotécnicas*

*Asociación Civil para la Investigación,
Promoción y Desarrollo de los
Sistemas Electrónicos Embebidos*



Principales Tareas, Recursos Necesarios, y Factibilidad

Principales tareas

#	Tarea	d/h	Previa	Recursos necesarios
1	Pre-diseño de Hardware	10	-	Ing. Senior con perfil Hardware
	- Diseño de arquitectura			
	- Selección de componen. y proveedores			
2	Pre-diseño de Firmware	5		Ing. Senior con perfil Firmware
	- Diseño de arquitectura			
	- Selección de herramientas			
3	Pre-diseño Software PC	5		Ing. Senior perfil Software PC
	- Diseño de arquitectura			
	- Selección de herramientas			

Nota: “días/h” corresponde a la cantidad de días que una persona demoraría en completar una tarea trabajando 8 horas diarias

Principales tareas

#	Tarea	d/h	Pre	Recursos necesarios
4	Desarrollo de Hardware	40	1	Ing. Senior + Junior perfil Hard.
	- Diseño esquemático y PCB			Software diseño electrónico
	- Fabricación de PCB			Fabricación PCB dos capas
	- Ensamblado de PCB			Componentes y ensamblado
	- Puesta en Marcha PCB			Laboratorio equipado
5	Desarrollo de Firmware	60	2	2 Ing Senior + Junior perf. Firm. + Herramienta p/ desarrollo
	- Implementación drivers de E/S (GPIO, UART, Anal., etc)			
	- Implementación de RTOS			
	- Stack TCP/IP con soporte p/actualización de firmware			
	- Implementación protocolo MODBUS s/RS-485 y TCP/IP			

Principales tareas

#	Tarea	d/h	Pre.	Recursos necesarios
6	Desarrollo de software	60	3	2 Ing Senior + Junior perfil Soft. + Herramienta p/ desarrollo
	- Módulos de Comunicación (Ethernet, Puerto Serie, MODBUS)			
	- Visor y Editor del mapa de memoria de la CIAA en tiempo real			
	- Módulos de codificación para la CIAA (visual en Ladder, código en Ladder, código en Lenguaje C)			
	- Módulos de Programación de la CIAA (vía TCP/IP y Puerto Serie)			

Principales tareas

#	Tarea	d/h	Pre.	Recursos necesarios
7	Pruebas de integración	60	4 y 5	Banco ensayos, 2 Ing. Senior, 1 Junior
8	Pruebas de validación	5	7	Centro de ensayos
	- Ensayos cámara climática			
	- Ensayos EMI			
9	Documentación general	60	1, 2 y 3	Software para repositorio, Wiki, etc.
10	Web p/enlace oferta-demanda	40	4, 5 y 6	Desarrollo web y hosting

Recursos necesarios

- **Del análisis de tareas se observa que:**
 - Varias tareas pueden realizarse en paralelo.
 - Con el equivalente a media docena de ingenieros se puede desarrollar en un plazo de 6 meses corridos.
- **Varios actores han comprometido su aporte:**
 - Más de 10 empresas, instituciones y profesionales con experiencia comprobada en desarrollos similares.
 - Proveedores de componentes electrónicos, circuitos impresos, ensamblado, etc.
- **Se estima que el costo será de \$400.000:**
 - Sólo serán necesarios fondos en efectivo para tareas complementarias y costos fijos, como página web.

Factibilidad técnica

- **Probada experiencia en productos similares:**
 - Los actores involucrados han desarrollado previamente proyectos similares, de complejidad igual o mayor.
 - Está claro que se dispone de los conocimientos tecnológicos y la experiencia necesaria.
 - Se pretende llevar adelante este proyecto en un plazo razonable y en forma eficiente.

Factibilidad Económica

- **En general se calcula el T.I.R., V.A.N., etc.:**
 - En este caso ese enfoque no es adecuado, porque esta propuesta no busca un rédito económico.
 - En cambio, se podría calcular un V.A.N. social.
- **La factibilidad económica se podría evaluar:**
 - **Costo total de la etapa de desarrollo:**
 - > Recursos necesarios y disponibilidad de ellos.
 - **Costo estimado por unidad:**
 - > Se trata de una plataforma base, pero igual es razonable pretender que su costo sea competitivo.

Factibilidad Económica

- **Costo total de la etapa de desarrollo:**
 - Los mayor parte de los recursos serán conseguidos a través de aportes directos de empresas e instituciones.
 - Unos \$100.000 deberían ser aportados por empresas e instituciones (CADIEEL, ACSE, etc.) para costos fijos.
- **Costo estimado competitivo (U\$S 100/140):**
 - En la electrónica de baja escala gran parte del precio está relacionado con la amortización del desarrollo.
 - En los productos de nicho el costo de la electrónica es pequeño respecto al precio de venta.



*Cámara Argentina de
Industrias Electrónicas,
Eléctromecánicas y Luminotécnicas*

*Asociación Civil para la Investigación,
Promoción y Desarrollo de los
Sistemas Electrónicos Embebidos*



Preguntas Frecuentes (FAQ)

Preguntas frecuentes

- **Las plataformas abiertas suelen derivar en múltiples versiones, ¿Cómo se compatibiliza eso con un ambiente industrial?**
- **El soporte coordinado por la ACSE será sobre el hardware, firmware y software de la plataforma base.**
- **La comunidad dará soporte a esta plataforma, no a los productos que cada empresa realice a partir de ella.**
- **Y periódicamente la ACSE liberará nuevas versiones de la plataforma, compatible con las versiones previas.**

Preguntas frecuentes

- **¿Se pretende entregar, como en el caso Arduino, un software SCADA abierto para manejar la plataforma?**
- **La primera versión de la plataforma no contará con un software SCADA, pero sí con un software abierto destinado a la programación, al debugging y a la visualización de la memoria interna en tiempo real.**
- **A futuro podrá incluirse un software tipo SCADA si el Comité Técnico y Ejecutivo así lo considera necesario.**
- **Las empresas interesadas podrán ofrecer un software SCADA abierto o cerrado, si lo consideran conveniente para el crecimiento de su negocio.**

Preguntas frecuentes

- **¿Cómo se manejaría el tema de los protocolos propietarios (HART, FIELDBUS, etc.) en una plataforma abierta?**
- **La plataforma dará soporte para protocolos industriales abiertos, como MODBUS.**
- **Las empresas interesadas podrán desarrollar soporte para protocolos propietarios si lo consideran conveniente para su negocio.**

Preguntas frecuentes

- **¿Cómo se manejará la compatibilidad con otros dispositivos de marcas comerciales que ya tengan instalados las industrias?**
- **Muchos de los productos industriales instalados se basan en protocolos abiertos, como MODBUS.**
- **Además, en el caso de considerarlo necesario cada empresa podrá desarrollar en sus productos el soporte para los protocolos propietarios que desee.**

Preguntas frecuentes

- **¿Por qué la plataforma propuesta no incluye interfaz CAN?**
 - No incluye interfaz CAN porque los protocolos de capas superiores son propietarios y cerrados. Pero se está evaluando implementar el soporte físico, para incluir el soporte de firmware en versiones posteriores de la CIAA.
- **¿Por qué la plataforma propuesta no incluye interfaz Wi-Fi?**
 - No incluye interfaz Wi-Fi porque no es un protocolo de uso industrial, y si el usuario quiere puede conectar la CIAA a un hotspot Wi-Fi vía Ethernet por aprox. US\$ 100.

Preguntas frecuentes

- **¿Por qué la plataforma propuesta no incluye interfaz Bluetooth?**
 - La interfaz Bluetooth está pensada para Redes de Área Personal, y no está indicada en entornos industriales.
- **¿Por qué la plataforma propuesta no incluye interfaz 802.15.4?**
 - Si bien podría considerarse 802.15.4 como un protocolo de comunicación inalámbrica industrial muy difundido, no se lo incluye por una cuestión de costos. Podría incluirse en desarrollos propietarios o en futuras versiones.

Preguntas frecuentes

- **¿Por qué la plataforma propuesta no incluye soporte GPRS?**
 - Porque si bien muchas aplicaciones móviles requieren de GPRS, en muchas otras aplicaciones no se requiere de ese tipo de servicio. El soporte de GPRS podría incluirse en desarrollos propietarios de las empresas.
- **¿Por qué la plataforma propuesta no incluye soporte GPS?**
 - Porque si bien muchas aplicaciones móviles requieren del uso de GPS, en muchas otras aplicaciones no es necesario. El soporte de GPS podría incluirse en desarrollos propietarios de las empresas interesadas.

Preguntas frecuentes

- **¿Por qué la propuesta apunta a arquitecturas ARM?**
 - Debido a la amplia difusión de esta arquitectura en los sistemas embebidos, y su amplio uso y conocimiento en la mayoría de las Facultades de Ingeniería de Argentina.
- **¿Por qué no se utiliza un procesador más grande, como Cortex-A5, que soporte Linux?**
 - Porque la CIAA apunta a ser una plataforma de tiempo real y los procesadores Cortex-A no fueron desarrollados para ese tipo de sistemas embebidos; tampoco Linux.
 - Además los encapsulados BGA y los PCBs de muchas capas implican dificultades para la fabricación nacional.

Preguntas frecuentes

- **¿Por qué no se utiliza un procesador más chico, como el Cortex-M0?**
 - Porque la CIAA sí necesitará un Sistema Operativo de Tiempo Real (RTOS), y los procesadores Cortex-M0 no incluyen todo el soporte de hardware requerido, como por ejemplo protección de memoria.
- **¿Por qué no se utiliza un procesador de la línea Cortex-R?**
 - Porque no están muy difundidos. Hay muy pocos proveedores de este tipo de procesadores y no se encuentra el mismo nivel de soporte en foros u otras comunidades que para los Cortex-M.

Preguntas frecuentes

- **¿Por qué no se utiliza un procesador de dos núcleos, cómo ser M4+A5, o M0+M4?**
 - Se está considerando la posibilidad de utilizar un dual core M0+M4, ya que se disponen de encapsulados LQFP, que no requieren un PCB multicapa. Considerar un Cortex-A genera los inconvenientes de fabricación indicados anteriormente.
- **¿La intención es competir con plataformas como Arduino, Beagle o Raspberry?**
 - La idea no es competir con plataformas abiertas ya existentes y orientadas a aficionados, sino desarrollar una plataforma abierta que sea apta para uso industrial.

Preguntas frecuentes

- **¿De qué modos pueden participar las empresas o las instituciones en la CIAA?**
 - **Aportando horas de ingeniería, insumos o recursos económicos al proyecto en la Etapa de Desarrollo.**
 - **Pueden fabricar y vender sus propios productos en la Etapa Inicial y en la Etapa de Mercado Maduro o comprar productos comercializados por terceras empresas, para uso en procesos y/o productos propios.**
 - **Las instituciones pueden participar de la Etapa de Desarrollo de la plataforma y brindar cursos y soporte.**
 - **La comunidad puede hacer aportes a través de foros, wikis y repositorios de códigos, y también desarrollando módulos abiertos compatibles con la CIAA.**

Preguntas frecuentes

- **¿Esta plataforma apunta únicamente a sustituir importaciones?**
 - La plataforma propuesta es una novedad absoluta a nivel regional, y posiblemente también a nivel mundial.
 - Las empresas locales que hagan productos basados en ella tendrán un ahorro significativo en I+D.
 - El respaldo de la plataforma base debería conducir a productos competitivos en términos de confiabilidad, funcionalidad y soporte.
 - Por lo tanto no sólo se espera sustituir importaciones, sino también exportar productos a la región y al mundo.



*Cámara Argentina de
Industrias Electrónicas,
Eléctromecánicas y Luminotécnicas*

*Asociación Civil para la Investigación,
Promoción y Desarrollo de los
Sistemas Electrónicos Embebidos*



¿Preguntas? ¡Sugerencias!

