Capítulo 48: Proyecto CIAA: Computadora Industrial Abierta Argentina

Argentina

Lic. Gerardo Cadierno
Docente adjunto ordinario, Unidad pedagógica de Comunicación, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina. Lic. en Comunicación Social, Lic. en Periodismo Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Argentina. Coordinador de Prensa y Comunicación en CADIEEL -Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas- Responsable de Difusión del Proyecto CIAA.
E-mail: comunicacion@cadieel.org.ar

Ing. Paola Pezoimburu
Docente de Ingeniería de Software Embebido, carrera de Especialización en Sistemas Embebidos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Ingeniera Electrónica, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Coordinadora , Unidad de Sistemas Embebidos en SUR Emprendimientos Tecnológicos. Responsable de Ingeniería de Sistemas del Proyecto CIAA.
E-mail: paolapezoimburu@suremptec.com.ar

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Coordinador General del Proyecto CIAA. Docente Facultad de Ingeniarías, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Investigador del CONICET. Ingeniero Electrónico, Doctor en Ingeniería Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina mención de honor "Summa Cum Laude". Profesor Adjunto con dedicación exclusiva en la UBA e Investigador Adjunto del CONICET. Director del Laboratorio de Sistemas Embebidos de la UBA y Director de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos de la misma Universidad. Presidente de la Asociación Civil para la Investigación, Promoción y Desarrollo de los Sistemas Electrónicos Embebidos (ACSE). Presidente de la Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE).
E-mail: lse@fi .uba.ar

Servicio: Propuesta del diseño y desarrollo de la CIAA.

Resumen

El Proyecto CIAA nació de una iniciativa conjunta entre el sector académico y el industrial, representados por la ACSE (Asociación Civil para la Investigación, Promoción y Desarrollo de los Sistemas Embebidos) y CADIEEL (Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas), con los objetivos de impulsar el desarrollo tecnológico nacional, darle visibilidad positiva a la electrónica argentina, y generar cambios estructurales en la forma en la que se desarrollan y utilizan los conocimientos. Para lograr estos objetivos se propuso el diseño y desarrollo de la CIAA, la primera computadora en reunir dos cualidades: industrial y abierta. Es industrial ya que su diseño está especialmente preparado para las exigencias que demandan los productos y procesos industriales (confiabilidad, vibraciones, ruido electromagnético, tensión, entre otros). Es abierta ya que la información sobre su diseño de hardware, firmware y software está libre y gratuitamente disponible para que pueda ser usada sin restricciones para el desarrollo de productos y servicios, promoviendo así el crecimiento de la industria nacional, la incorporación de valor agregado, la creación de empleo y la generación de riqueza. El proyecto CIAA se destaca de otros de su tipo al tratarse de un desarrollo colectivo en el que participan activamente decenas de profesionales e investigadores especializados en sistemas embebidos, provenientes de PyMEs, universidades e instituciones de diversos sectores industriales y académicos. La CIAA cuenta además con el soporte de una comunidad de más de 3.000 desarrolladores de sistemas embebidos. A un año y medio de haberse iniciado el proyecto, ya se han involucrado 20 empresas PyME, 13 universidades y 4 Instituciones, que ya han diseñado cuatro computadoras industriales, tres computadoras educativas, dos plataformas de firmware, dos entornos de desarrollo, dos gabinetes, un chip de microelectrónica, y tenemos al menos tres líneas de desarrollo en curso.

Palabras clave: Computadora Industrial Abierta, Colaborativa, Educación.

>>Volver a Tabla de Contenido<<

Introducción

La CIAA se comenzó a gestar en julio de 2013, cuando la Secretaría de Planeamiento Estratégico Industrial del Ministerio de Industria de la Nación y la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación convocaron a la ACSE y a CADIEEL a participar en el "Plan Estratégico Industrial 2020".

El pedido inicial fue que desde el sector académico y el sector industrial se presenten propuestas para agregar valor en distintas ramas de la economía (maquinaria agrícola, forestal, textil, alimentos, etc.) a través de la incorporación de sistemas electrónicos en procesos productivos y en productos de fabricación nacional.

Entre agosto y noviembre de 2013 se desarrollaron varias reuniones de trabajo, en las que participaron representantes de organismos públicos y de empresas privadas. Como resultado de esas reuniones se concluyó que muchas empresas argentinas de diversos sectores productivos no incorporaban electrónica en sus procesos productivos o en sus productos, otras utilizaban sistemas electrónicos obsoletos, muchas utilizaban sistemas importados y sólo unas pocas utilizaban diseños propios basados en tecnologías vigentes y competitivas.

También se observó que muchas empresas eran reticentes a invertir en desarrollos electrónicos, pero que al mismo tiempo sí realizaban inversiones de igual o mayor magnitud en ampliaciones edilicias. Es decir, se observó que el problema no estaba ligado a limitaciones económicas, sino más bien al riesgo tecnológico que las empresas veían en la incorporación de sistemas electrónicos en sus productos o procesos productivos debido a su desconocimiento de la temática.

A partir de esta situación la ACSE y CADIEEL propusieron desarrollar un sistema electrónico abierto de uso general, donde absolutamente toda su documentación y el material para su fabricación estuviera libremente disponible en internet (diagramas esquemáticos, diseño del circuito impreso, código fuente de los programas, etc.), que estuviera diseñado en base a criterios adecuados para su utilización en aplicaciones industriales, que no dependiera de una línea específica de procesadores, y que pudiera ser fabricado por la mayoría de las empresas PyMEs nacionales, lo que implicaba por ejemplo utilizar en el diseño circuitos impresos de no más de cuatro capas. De este modo el 15 de noviembre de 2013 se comenzó a trabajar en la Computadora Industrial Abierta Argentina.

1. Contenido del caso de vinculación

1.1 Protagonistas

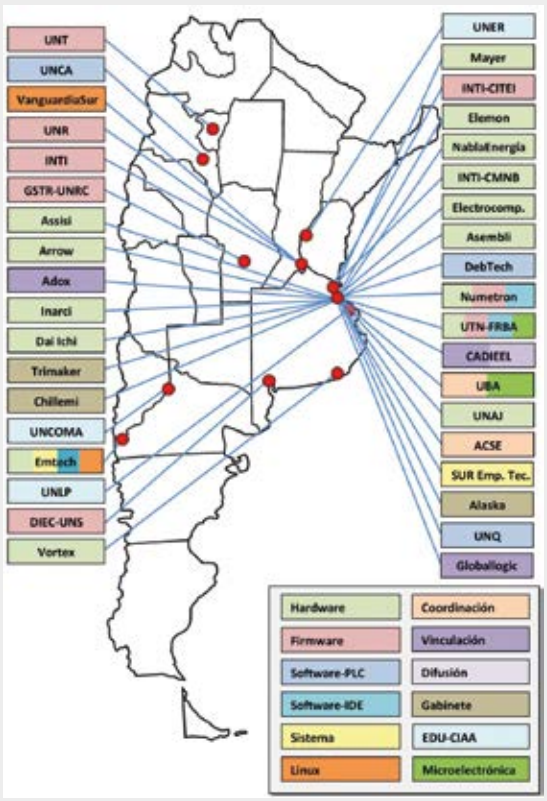
CADIEEL es una cámara empresaria que representa y defiende los intereses de más de 3.000 empresas de la industria electro-electrónica que emplean a más treinta mil personas. Las industrias representadas por CADIEEL son los principales motores del progreso tecnológico del país.

Sus productos constituyen tecnologías transversales que determinan el ritmo de innovación y crecimiento de todas las ramas de la economía.

Por su parte, la *ACSE* es una institución sin fines de lucro creada en julio de 2011 cuyos propósitos son difundir en el ámbito profesional y académico las tecnologías asociadas a los sistemas embebidos, y fomentar la interacción industria-academia en temas asociados a los sistemas embebidos. Casi todos sus integrantes son profesores universitarios de diferentes ciudades de la República Argentina.

A la iniciativa de CADIEEL y ACSE, se sumaron decenas de PyMEs, universidades e instituciones de todo el país.

Figura 1. Grupos de trabajo del proyecto CIAA



Fuente: @ProyectoCIAA

Las *empresas PyME* que se sumaron al proyecto se destacan por estar fuertemente ligadas al desarrollo de tecnología, ya sea directamente dedicadas al desarrollo de sistemas embebidos para diferentes sectores industriales, o bien, siendo proveedores de insumos o servicios relacionados al desarrollo de electrónica.

Las Pymes están agrupadas en CADIEEL, entidad que las representa y convoca. En varios casos se observa el fenómeno de "coopetencia", donde empresas habitualmente competidoras entre sí, por brindar el mismo tipo de servicio o producto, se juntaron a colaborar en el mismo proyecto al entender que los logros que se podrían alcanzar eran beneficiosos para ambas.

Empresas especializadas en desarrollo de sistemas embebidos: ADOX (equipamiento médico, equipos computarizados para el control del ganado, sistemas de monitorización y control), Debtech (electrónica aplicada al comercio), Emtech (sistemas embebidos), NablaEnergía (soluciones energéticas), SUR Emprendimientos Tecnológicos (tecnologías geoespaciales), Numetrón (productos electrónicos y software), VanguardiaSur (sistemas embebidos y kernel), Vortex Technologies (sistemas y aplicaciones IT).

Proveedores de insumos o servicios: Arrow Electronics (componentes electrónicos), Asembli (manufactura de electrónica), Assisi (manufactura de electrónica), Chillemi Hnos. (gabinetes plásticos), Dai Ichi Circuitos (producción de circuitos impresos), Grupo Alaska (diseño), Inarci (producción de circuitos impresos), Electrocomponentes (productos electrónicos, instrumental y herramientas), Ernesto Mayer (producción de circuitos impresos), Trimaker (tecnología de impresión 3D).

Las *universidades* fueron inicialmente convocadas por la ACSE a través de la Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE). En este caso ya existía una articulación entre las unidades académicas para trabajar en proyectos comunes, por lo cual la inserción de varias universidades al pro-

yecto fue inmediata, generando aportes de trabajo concretos también de manera inmediata, especialmente en lo referente al diseño y desarrollo del hardware de la primera computadora CIAA.

Universidades: DIEC-UNS (Dpto. de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras. Universidad Nacional del Sur), FCEIA-UNR (Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario), FIUBA (Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires), GSTR-UNRC (Grupo de Sistemas de Tiempo Real. Universidad Nacional de Río Cuarto), UNAJ (Universidad Nacional Arturo Jauretche), UNCA (Universidad Nacional de Catamarca), UNCOMA (Universidad Nacional de Comahue), UNER (Universidad Nacional de Entre Ríos), UNLP (Universidad Nacional de La Plata), UNSAM (Universidad Nacional de San Martín), UNT (Universidad Nacional de Tucumán), UNQ (Universidad Nacional de Quilmes), UTN-FRBA (Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires).

Entre las *instituciones* participantes, además de CADIEEL, ACSE y RUSE, se cuenta con la participación del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), desde su Centro de Investigación y Desarrollo en Micro y Nanoelectrónica del Bicentenario, y de su Departamento de Electrónica e Informática.

Es importante remarcar que no todas las entidades mencionadas aquí participaron del proyecto desde sus inicios, sino que el equipo se fue ampliando y renovando permanentemente. Para que esto haya sucedido fue fundamental realizar reuniones abiertas, y llevar un registro centralizado y abierto de todos los intercambios y discusiones que condujeron a tomar cada decisión.

Teniendo en cuenta la participación de decenas de personas, provenientes de diferentes organizaciones, especializados en distintas disciplinas, y distribuidos geográficamente, para lograr armonía en el equipo de trabajo y cumplir con los objetivos propuestos para cada área, **los tres pilares del proyecto** son:

- Trabajar en equipo.
- Decidir en consenso.
- Reconocer los aportes.

1.2 Organización del equipo

Para dar inicio al desarrollo de la CIAA se conformó el primer grupo de trabajo y se realizaron varias reuniones técnicas para definir cómo abordar el desarrollo de una primera computadora. Mediante estos encuentros se identificó el alcance del desarrollo, y se organizó el trabajo requerido en las siguientes áreas:

Desarrollo de Hardware: El hardware está conformado por los componentes físicos de la computadora industrial, dispositivos electrónicos, características eléctricas e interfaces de comunicación. El desarrollo de hardware comprende la especificación técnica del hardware, el diseño de los circuitos esquemáticos y circuitos impresos, y la verificación y validación del desarrollo. En la especificación técnica se define entre otras cosas la arquitectura del microcontrolador, los principales componentes y las interfaces de comunicación, todo en función de la utilidad esperada de la CIAA y de las posibilidades de fabricarla localmente.

Desarrollo de Firmware: El firmware es el programa que se ejecuta en la CPU del microcontrolador. Éste comprende los módulos de código de programas para realizar una aplicación determinada, e interactúa directamente con los periféricos internos y otros componentes físicos de la computadora industrial, dispositivos electrónicos, e interfaces de comunicación. El desarrollo del firmware comprende la

definición de la arquitectura del firmware, el sistema operativo en que se basará, los estándares que adoptará, así como el diseño y programación de firmware, y la verificación y validación del mismo.

Desarrollo de Software: El software es el entorno de desarrollo integrado (IDE por sus siglas en inglés) industrial que se ejecuta en una PC. El software permite programar la CIAA ya sea en lenguaje C, o bien, a través de los lenguajes de programación para PLC definidos por el estándar IEC 61131-3, también compilar dicho código para la arquitectura del microcontrolador de la plataforma, interactuar con el firmware para la ejecución de los programas, y visualizar y editar el mapa de memoria de la CIAA. El desarrollo del software comprende la definición de la arquitectura, diseño y programación del software, y la verificación y validación del mismo.

Con el fin de garantizar el éxito del proyecto fue necesario también plantear las siguientes áreas/roles de trabajo:

Coordinador del proyecto: Tiene como responsabilidad principal lograr que los objetivos establecidos para el proyecto se cumplan. Para ello tiene a su cargo entre otras cosas elaborar y ejecutar plan de gestión del proyecto, mantener una estrecha vinculación con todas las partes involucradas en el proyecto afianzando para ello las vías de comunicación con cada una, llevar seguimiento y control de las actividades desarrolladas en las distintas líneas de trabajo, y comunicar periódicamente los avances logrados en el proyecto.

Ingeniería de sistemas: Tiene la misión de mantener articuladas las distintas áreas y recursos de desarrollo, de modo que el resultado sea un producto consistente, y que se verifique el cumplimiento de los requerimientos y planificaciones pre-establecidas para el proyecto. El objetivo del área de sistemas es articular el desarrollo de los productos de hardware, firmware, software, y también de los procesos, las personas, la información, las instalaciones, los servicios, y todos aquellos elementos necesarios para el desarrollo de la CIAA.

Vinculación: Se encarga de presentar, visibilizar y poner en valor el proyecto y sus impactos positivos en diversos ámbitos de la esfera pública, la economía real y la sociedad civil.

Difusión: Tiene como misión poner en agenda y difundir la iniciativa, no sólo en sus resultados concretos sino desde la óptica de su carácter disruptivo y único en el mundo al empoderar a sus actores en el dominio y posesión de tecnología propia a la medida de sus necesidad desarrollada mediante un trabajo colaborativo y en red. Se lograron más de mil menciones en medios que contribuyen a generar un mejor clima para permitir la implementación del proyecto y profundizar su desarrollo la esfera pública, la economía real y la sociedad civil. Además el área diseña su discurso público y maneja las redes sociales de la CIAA Twitter, YouTube y Facebook.

Para cada área de desarrollo se definió un responsable y un subresponsable, encargados de gestionar el trabajo del área. En conjunto los responsables y subresponsables conforman el equipo de Coordinación del Proyecto CIAA.

1.3 Financiamiento del proyecto

Al iniciarse el proyecto se plantearon cuatro modalidades distintas de participación de empresas e instituciones:

Aporte de horas de trabajo para el desarrollo de la CIAA: Aporte de recursos humanos que participen en el desarrollo de la CIAA, en las áreas hardware, firmware, software, sistema, etc.

Aporte de insumos o procesos: Aporte de insumos o procesos que son necesarios para el desarrollo de la CIAA, como por

ejemplo componentes electrónicos, fabricación de circuitos impresos, montaje de circuitos impresos, horas de ensayo en laboratorios certificados, etc.

Aporte económico directo: Aporte de dinero en efectivo para ser utilizado en tareas asociadas al desarrollo o difusión del proyecto.

Desarrollo de productos propietarios: Esta modalidad consiste en que las empresas o instituciones interesadas desarrollen sus propios productos propietarios durante la Etapa de Desarrollo. Esto permitiría disponer rápidamente de un conjunto de productos comerciales directamente compatibles con la CIAA.

El correr del tiempo demostró que el desarrollo de la CIAA requiere por sobre todas las cosas una fuerte inversión de capital intelectual, es decir, una gran dedicación de horas de trabajo abocadas al diseño e implementación del proyecto. Se estima que sólo el desarrollo del firmware de la CIAA lleva invertidos unos seis años hombre de trabajo (https://www.openhub.net/p/ciaa/estimated_cost). Son significativamente menores los recursos materiales que se necesitan, y estos se deben en su mayoría a la fabricación de prototipos para terminar de verificar y validar los diseños.

El aporte más significativo entonces que recibe el proyecto es el de horas de desarrollo, es decir, aquel en el que las empresas o instituciones ceden parte del tiempo de trabajo propio para el desarrollo de la CIAA. Luego, para los primeros prototipos se requiere también el aporte de insumos o procesos, utilizados para fabricación de los circuitos impresos, obtención de componentes electrónicos, y ensamblado de componentes y placas.

Esta fue –hasta donde sabemos- una experiencia inédita de trabajo colaborativo y en red. Y no tenemos registro de ningún tipo de experiencia similar a nivel mundial.

2. Estrategia para concretar la vinculación según la modalidad de la misma

2.1 El primer desafío: Diseñar el Hardware

El primer desafío del proyecto fue definir las características que poseería el hardware de la CIAA, ya que teniendo esto especificado se podía iniciar el desarrollo del firmware y software en paralelo. Este primer desafío estuvo a cargo del equipo de desarrollo de hardware coordinado por el Ing. Pablo Ridolfi, investigador y docente del DPLab de UTN-FRBA.

La parte crucial de la especificación del hardware fue la selección del microcontrolador. Se consideró adecuado utilizar un diseño basado en arquitectura ARM, por ser esta la más popular a nivel nacional. En este contexto además se optó por utilizar alguna de las líneas más modernas de ARM como los Cortex-A, los Cortex-R o los los Cortex-M. En primera instancia, la línea de Cortex-R fue descartada por no estar muy difundida localmente.

Se eligió utilizar un microcontrolador cuya arquitectura estuviera diseñada y orientada específicamente a aplicaciones embebidas industriales con requerimientos de tiempo real, por lo que se observó la conveniencia de que el microcontrolador incluyera FPU y DSP, y se propuso además restringir la elección a un microcontrolador que estuviera disponible en encapsulado LQFP, simplificando el diseño, montaje y fabricación nacional del PCB.

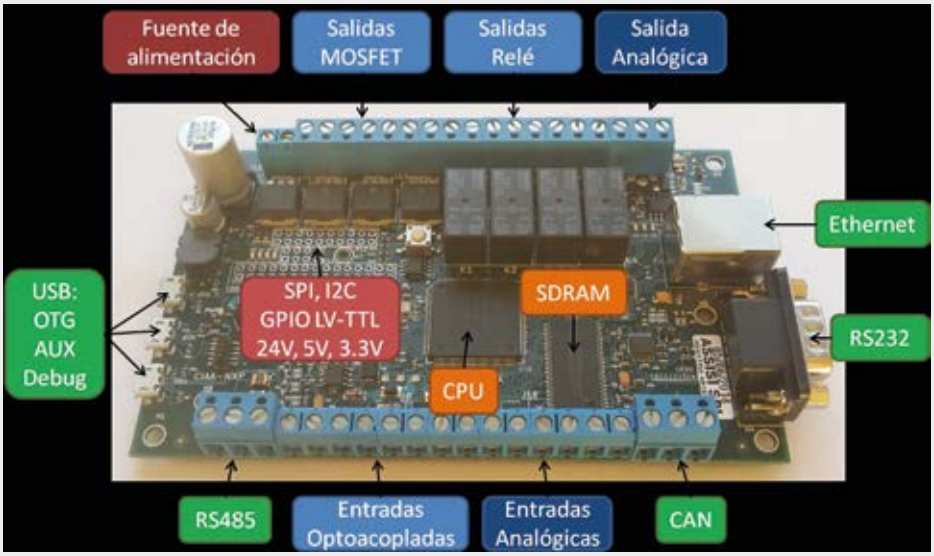
En consecuencia, ponderando todos estos elementos la decisión fue realizar este primer desarrollo en base a alguna implementación del *Cortex-M4* disponible en el

mercado local. A partir de esta decisión se propuso una lista de microcontroladores basados en Cortex-M4, y se evaluó cada modelo teniendo en cuenta el know how sobre el microcontrolador, sus prestaciones más relevantes, la disponibilidad local, y el precio, y se preseleccionaron tres microcontroladores: LPC4337, STM32F407 y K60. Luego de varias deliberaciones se decidió desarrollar en paralelo las *tres versiones de la CIAA*, que fueran idénticas en cuanto a periféricos y conectividad, pero que el usuario final pudiera optar por el microcontrolador.

por el Ing. Mariano Cerdeiro, investigador de UTN-FRBA.

La robustez y confiabilidad de una computadora depende en gran medida de su firmware. Por eso para la CIAA se optó por utilizar *OSEK* como sistema operativo de tiempo real, que es un estándar de internacional creado por la industria automotriz y de libre licencia. La principal ventaja de OSEK es que al ser un estándar, existen muchas implementaciones, tanto abiertas como cerradas, además de que hay muchas empresas que proveen soporte. Además se trata de un estándar

Figura 2. Placa CIAA-NXP



Fuente: @ProyectoCIAA

La especificación se completó definiendo periféricos adicionales al microcontrolador, interfaces de comunicación, entradas/salidas discretas, y fuente de alimentación. Los criterios propuestos para seleccionar el MCU se usaron también para las restantes especificaciones.

2.2 Firmware robusto para la CIAA

El siguiente gran paso fue definir la arquitectura del firmware e iniciar su desarrollo. Este fue el trabajo que emprendió el equipo de desarrollo de firmware, coordinado

abierto, por lo que quien quiera es libre de usar el estándar, implementarlo, venderlo, comprarlo, etc. En este sentido, OSEK genera la libertad de no dependencia. La implementación de OSEK utilizada en el proyecto es *FreeOSEK*.

Por otra parte, el firmware de la CIAA también utiliza el estándar *POSIX*, que describe un conjunto de interfaces de aplicación adaptables a una gran variedad de implementaciones de sistemas operativos.

2.3 Software para programarla como PLC

Una característica de la CIAA es que puede ser utilizada en reemplazo de los convencionales Controladores Lógico Programables (PLCs). Los PLCs se programan siguiendo los lineamientos del estándar IEC 61131-3, que define cinco lenguajes de programación, entre ellos el reconocido Ladder. Éste se trata de un lenguaje gráfico basado en esquemas eléctricos de control clásicos, muy popular en ámbitos industriales ya que suele ser de fácil adaptación si se cuenta con los conocimientos básicos de electricidad.

Es por ello que desde un principio fue de interés para el proyecto desarrollar un software que permitiera programar la CIAA como si fuera un PLC. El crecimiento y la difusión del proyecto dieron la posibilidad de que se sumaran nuevos actores al equipo, trayendo a su vez nuevos aportes. Así es como IDE4PLC, un trabajo académico del Ing. Eric Pernia, docente e investigador de la Universidad Nacional de Quilmes, se convirtió en el entorno de programación en Ladder de la CIAA. El aporte sirvió para dar un nuevo empuje al desarrollo de software, y hoy se continúa trabajando para ampliar las capacidades del entorno sumando otros lenguajes de programación de PLCs.

2.4 Linux en la CIAA

Usualmente los sistemas embebidos Linux, se asocian a poderosos SoC, mucha RAM y mucha memoria de almacenamiento. Si bien Linux es un sistema operativo pesado, también es altamente configurable. Una correcta configuración permite correr un sistema Linux en un microcontrolador como el que utiliza la CIAA-NXP. Este es el trabajo que emprendió un equipo coordinado por Ezequiel García y Martín Ribelotta, representantes de las PyMEs Vanguardia-Sur y Emtech, respectivamente. Este caso además es un ejemplo representativo de la metodología de trabajo adoptada en el Proyecto CIAA, ya que Ezequiel trabaja desde Rosario y Martín desde Bariloche, por lo que fue indispensable afianzar los medios de comunicación y utilizar herramientas que permitieran el trabajo colaborativo a distancia.

2.5 Versiones industriales de la CIAA

La primera computadora en diseñarse, desarrollarse y fabricarse fue la CIAA-NXP basada en el microcontrolador LPC4337. El desarrollo de esta versión está coordinado por el Ing. Juan Cecconi, docente de UTN-FRBA y empresario de la PyME Numetrón. Hoy es quizás la versión de CIAA más probada y depurada, aunque continúa en proceso de verificación.

A esta versión la siguió la CIAA-FSL, basada en el microcontrolador MK60, cuyo desarrollo está coordinado por Ing. Ignacio Zaradnik, docente de la Universidad de La Matanza, y profesional de la empresa Electrocomponentes.

Además, las versiones CIAA-PIC y CIAA-INTEL están diseñadas y en proceso de fabricación.

2.6 Versión educativa de la CIAA

La EDU-CIAA es la versión educativa de la CIAA, y está pensada para ser utilizada en la enseñanza primaria, secundaria y universitaria, y también para que las empresas puedan conocer esta tecnología con un gasto mínimo. Incluye un procesador dual core, interfaz USB, entradas y salidas analógicas y digitales, pulsadores, leds de varios colores, la posibilidad de conectarse a internet y se puede alimentar directamente mediante un cable USB.

El objetivo principal de la EDU-CIAA es brindar una herramienta para la preparación de clases, apuntes y enseñanza sobre una

plataforma global para todo el país en la que el estudiante desarrolla al escribir un programa para ensayar, y después 'correrlo' sin problemas en la placa educativa, que es enteramente compatible con la industrial, lo que permitirá que sus usuarios salgan con el 'know how' y expertise necesario para trabajar sobre la CIAA.

2.7 Entorno de Desarrollo Integrado

Como una forma de acercar la CIAA a usuarios poco familiarizados con la instalación y configuración de herramientas de desarrollo, se generó el CIAA-Software-IDE, que permite instalar de una vez todas las herramientas necesarias para desarrollar el firmware, ya configuradas para empezar a trabajar rápidamente con la CIAA. Este desarrollo está a cargo de Martín Ribelotta y el Ing. Juan Cecconi.

2.8 Microelectrónica

A partir de necesidades relacionadas con potenciales aplicaciones del Proyecto CIAA, se conformó un área de trabajo para abordar el diseño y posterior fabricación de circuitos integrados. El diseño es realizado por estudiantes universitarios bajo supervisión de docentes y especialistas del área. El equipo está coordinado por el Dr. Ing. Mariano García Inza, docente e investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

La misión del área de desarrollo CIAA-Microelectrónica es *fomentar el diseño de circuitos integrados* y mostrar su potencial aplicación en la industria argentina. Además, se busca *generar un ámbito para el debate sobre potenciales aportes que la microelectrónica podría ofrecer a los sectores industriales*.

3. Acciones y barreras en la vinculación universidad empresa

3.1 La CIAA en la enseñanza

A la fecha se ha desarrollado una decena de encuentros federales en los que docentes universitarios se capacitan en el uso de la CIAA y desarrollan estrategias didácticas para su incorporación eficaz en las currículas. Esta iniciativa permite que los estudiantes puedan aprender sobre sistemas embebidos con una plataforma que ya se usa en el país y que usará la industria, en la que se van a insertar cuando se reciban además de permitirles a las empresas no depender de un único proveedor extranjero.

Figura 3. Primera Escuela de Sistemas Embebidos en Mendoza

Fuente: @ProyectoCIAA

Figura 4. Segunda Escuela de Sistemas Embebidos en Entre Ríos

Fuente: @ProyectoCIAA

Figura 5. Tercera Escuela de Sistemas Embebidos en Tucuman

Fuente: @ProyectoCIAA

Figura 6. Cuarta Escuela de Sistemas Embebidos en San Luis

Fuente: @ProyectoCIAA

3.2 Concurso del MinCyT para Innovación a partir de la CIAA

El Ministerio de Ciencia y Tecnología llevó adelante el Concurso "Proyectos de Innovación a partir de la adopción de la Computadora Industrial Abierta Argentina en productos y procesos industriales", en el que destinó un monto total de $ 1.050.000, otorgándose un monto máximo de $ 70.000 por Proyecto en concepto de Aporte No Reembolsable (ANR).

El concurso invitó a PyMEs, Institutos de Investigación, Universidades y Centros Tecnológicos de todo el país, a que presentaran proyectos orientados al desarrollo de propuestas innovadoras enfocadas al uso e implementación de aplicaciones de la CIAA en:

- Desarrollo de nuevos productos.
- Mejora de productos existentes.
- Automatización de procesos.
- Aplicaciones en sectores industriales específicos.

Como resultado, 18 proyectos fueron aprobados, recibiendo además de la financiación para el proyecto presentado una CIAA-NXP cada uno.

4. Conclusiones y/o aprendizajes

Desde el principio hemos podido superar muchos desafíos. Gente de distintos ámbitos y formaciones que sin conocerse no sólo se acercó a una idea sino que la fue formando y dotándola no sólo de técnica sino de sentido.

Es por eso que hablamos no de la CIAA sino del Proyecto CIAA, porque el proyecto es algo vivo, con dinámicas propias, que ya excede a sus núcleos vitales, que se expande en forma a veces caótica y siempre tiene nuevos frutos.

En el proyecto conviven ingenieros, técnicos, profesores, pedagogos, diseñadores, desarrolladores, comunicadores, abogados, estudiantes, empresarios... gente que en apariencia podría tener intereses divergentes y, sin embargo, concurren a un proyecto común que va desde la Puna hasta la isla Grande la Tierra del Fuego, que se lanza al espacio o sobrevuela la Antártida, que llega a una villa de emergencia donde una organización social hace talleres de robótica para niños y, de ese modo, contribuir a cerrar la brecha tecnológica y empoderar a los sectores populares.

El Proyecto CIAA es una carta de presentación en sí misma que hace que el Estado empiece a interesarse no en placas, sino en una forma de construir conocimiento y futuro.

Lo diferente de este proyecto es que no tiene un futuro escrito. Tienen un futuro por construir y que sorprende a diario.

No tenemos una línea trazada pero podemos mostrar algunas de las ramas en crecimiento para este proyecto que suma reconocimientos y conocimiento

4.1 Reconocimientos al Proyecto CIAA

La CIAA fue declarada de interés por la Cámara de Diputados de la Nación, al entender que permitirá a las empresas nacionales, universidades e instituciones educativas incorporar tecnología a su producción e investigación, con soporte libre y gratuito.

El proyecto fue ganador de la décima edición del Concurso Nacional de Innovaciones - INNOVAR 2014 en la categoría 'Producto Innovador' con un Premio de $50.000.

Y fue galardonada con el Premio Sadosky al Trabajo de Investigación Colaborativo Industria Academia, otorgado por la Cámara de Empresas de Software y Servicios Informáticos de la República Argentina.

El objetivo de darle visibilidad positiva a la electrónica argentina se cumplió, ya que el Proyecto CIAA fue abordado en infinidad de notas periodísticas, y estuvo presente en eventos masivos, como la presentación del Proyecto CIAA ante un auditorio de 10.000 personas en TEDxRíodelaPlata 2014, el más grande de la historia.

4.2 El futuro del proyecto

4.2.1 1000 EDU-CIAAs

La preventa de las primeras 1000 EDU-CIAAs estuvo a cargo de la ACSE y la RUSE, a través de más de 60 unidades académicas en casi todas las provincias y, Bolivia, Paraguay, Perú y Uruguay.

Próximo a finalizarse su fabricación, estas primeras 1000 placas llegarán a universidades y empresas de todo el país y la región. Se espera que estas placas se utilicen para la enseñanza de sistemas embebidos, así como también para investigación y desarrollo para la industria.

4.2.2 Tesis de grado

Se encuentran trabajando los primeros 7 estudiantes de ingeniería informática, electrónica y carreras afines, que realizan sus trabajos de Tesis y Proyecto Final de Carrera tomando como plataforma base la CIAA, contribuyendo así al crecimiento del Proyecto CIAA. Los temas en los que se está trabajando son: Stack USB, Extensión de OSEK para ser un RTOS multicore, Reconocimiento del habla, ProfiBUS, Módulo GPRS, Biblioteca de Control, y File System.

Como parte de esta experiencia, los tesistas tomaron un curso de Gestión de Proyectos de Ingeniería, que les brindará las herramientas necesarias para gestionar sus trabajos.La fecha propuesta para finalización de todos los trabajos es el 15 de diciembre de 2015.

4.2.3 Desarrollos para la industria

Se encuentran en curso los siguientes proyectos orientados a distintos sectores industriales:

- *Transporte Ferroviario*: Sistema para monitorear la temperatura de los rieles.
- *Industria Automotriz*: Equipo de gestión de flota para monitoreo y control.
- *Equipamiento Médico*: Control para incubadoras de cuidados intensivos.
- *Automatización Industrial*: Automatización de un sistema de limpieza de filtrado de aire. Control de un compresor industrial, con funciones de diagnóstico, operación, alarmas y optimización, propias de soluciones basadas en PLCs.
- *Industria del Agro:* Sistema dosificador de siembra de precisión.
- *Aeroespacial*: Sonda de Aplicación Educativa.

4.2.4 Desarrollo de la CIAA-ACC

Se emprendió el desarrollo de la CIAA-ACC, una computadora industrial que soporta aplicaciones de alto costo computacional, como son los sistemas de visión y procesamiento de imágenes y el manejo de pantallas de alta resolución, y que es capaz de correr sistemas operativos de tipo Linux.

4.2.5 Desarrollo de sistemas con seguridad funcional certificada

Organismos públicos, sistema académico y entidades empresarias comenzaron trabajar en desarrollar sistemas embebidos con seguridad funcional certificada para aplicaciones críticas que puedan ser certificados siguiendo los más estrictos estándares mundiales.

Esta aplicaciones son usadas por industrias como petróleo y minería, aviación y aeroespacial, ferrocarriles, defensa, energía nuclear, electromedicina, centrales eléctricas y todo tipo de equipos que requieran altos niveles de seguridad certificada.

Bibliografía

Proyecto CIAA (wiki colaborativa y abierta). http://www.proyecto-ciaa.com.ar/

Plan Estratégico Industrial 2020, Ministerio de Industria de la Nación, 2011.

http://www.industria.gob.ar/libro/

¿Cómo citar este documento?

Cadierno, G., Pezoimburu, P., y Lutenberg, A. (2015). Proyecto CIAA: Computadora Industrial Abierta Argentina. En, C. Garrido-Noguera y D. García-Perez-de-Lema. (Coords.). *Vinculación de las universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica*, vol. 2 - Cap. 48, (pp. 235-247). Ciudad de México, México: UDUAL y la REDUE-ALCUE.

>>Volver a Tabla de Contenido<<

Este libro es resultado de la colaboración entre la *Fundación para el Análisis Estratégico y Desarrollo de la Pyme (FAEDPYME)* y la *Red Universidad-Empresa América Latina y el Caribe – Unión Europea (Red Universidad-Empresa)*, quienes firmaron un acuerdo de colaboración en octubre de 2014.

Vinculación de las Universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional License.