

## ARGOS, Sistema de Control para CPD

Diógenes, Pastori<sup>1</sup> Pedro López<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Ingeniería en Sistemas de Información, Universidad Abierta Interamericana

Av. Ovidio Lagos 944, Rosario, Santa Fe, Argentina

diogenespastori@gmail.com

<sup>2</sup>Director trabajo final, Ingeniería en Sistemas de Información. Universidad Abierta Interamericana

Av. Ovidio Lagos 944, Rosario, Santa Fe, Argentina

Pedro.lopez@uai.edu.ar

**Resumen.** El proyecto Argos es un sistema de control y monitoreo para Centros de Datos. Basado en una tarjeta Arduino, sensores, actuadores y un server Linux, que contiene una base de dato y una página web que muestra la evolución de todas las magnitudes medidas. Argos asegura que todos los activos IT instalados en los racks del centro de datos están en un entorno seguro y estable y también proporciona la capacidad de interactuar con los sistemas HVAC de los centros de datos para corregir los desvíos cuando ellos existan. El sistema es capaz de lograr el uso eficiente de los recursos computacionales, minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y asegurando el deber social de reducir el consumo de energía eléctrica.

**Abstract.** The Argos project is a control and monitoring system for Data Centers. It is based on an Arduino card, sensors, actuators and a Linux server that hosts a database and a web page that displays the evolution of all the measured magnitudes. Argos ensures that all the IT assets installed in the data center racks are in a reliable and stable environment and it also provides the capabilities to interact with the data center's HVAC systems to correct the offsets when they exist. The system is able to achieve efficient use of computing resources, minimizing environmental impact, maximizing their economic viability and ensuring the social duty of reducing electrical power consumption.

**Key words:** Computer systems - Computación y sistemas, Control, automation and robotics - Control, automatización y robótica

## 1 Introducción

En la actualidad, las pequeñas y medianas empresas tiene la necesidad administrar Sistemas Informáticos (SI) compuestos por elementos físicos como ser equipos de comunicaciones (routers, switches, access point y firewall), equipos para el almacenamiento digital de información (storages), servidores que contienen elementos lógicos (sistemas operativos, aplicaciones) y por último el elemento humano compuesto por el personal especializado en el manejo del software y del hardware. Para asegurar el correcto funcionamiento de la infraestructura de las tecnologías de informáticas (IT), se centralizan en espacios físicos denominados Centros de Procesamientos de Datos (CPD) o “Data Centers”.

Los CPD deben estar diseñados bajo condiciones apropiadas para soportar todos los servicios y sistemas de la empresa y también prever su crecimiento futuro, deben cumplir con diversas directrices y buenas prácticas como garantizar protección física del hardware alojándolo en armarios o racks informáticos, deben contar con la infraestructura adecuada para asegurar la calidad del aire, temperatura, humedad, electricidad, detección de inundación o fuego y restringir el acceso sólo a personal autorizado.

Cumplir con estos objetivos es una tarea altamente compleja por lo que se debe tener en cuenta los siguientes factores más relevantes en el momento de su diseño y construcción:

1) *Ingeniería de la Sala:* La mayoría de los espacios edilicios que se destinan a CPD, son salas que originalmente no fueron diseñadas para tal fin. Por este motivo carecen de la ingeniería necesaria para cumplir con el estándar TIA-942 [1] que especifica los requisitos mínimos de infraestructura de telecomunicaciones que deben cumplir los centros de datos. Por ejemplo, en algunos casos se designa una ubicación incorrecta de la sala provocando que sea propensa a inundaciones.

2) *Instalación inadecuada de los sistemas de refrigeración:* Motivados por la simplicidad de la instalación de los equipos de aire acondicionado, se opta por climatizar la totalidad de la sala que compone el CPD. Si bien este sistema de acondicionamiento del aire cumple con los conceptos previstos en HVAC [2], también implican una alta demanda del consumo de energía eléctrica necesaria para alimentar los equipos de aire acondicionado. Es importante tener en cuenta que los equipos a refrigerar se encuentran en el interior de un rack de aproximadamente 0,86m<sup>3</sup>, por lo cual el esfuerzo térmico necesario para climatizarlos es muy inferior al requerido para regular la temperatura total de la sala. Este concepto es de vital importancia debido a que esta demostrado que el consumo energético de los sistemas de AC en muchos casos supera al consumo de los sistemas IT.

3) *Fallas mecánicas o eléctricas:* Los problemas de cortes en el sistema de suministro eléctrico pueden provocar la pérdida de información, un caso habitual es debido a la sobrecarga del consumo en una fase del circuito eléctrico.

Otra falla habitual, es la producida en los componentes mecánicos de los sistemas de AC, por ejemplo, la rotura del compresor, desgaste del rodamiento de los ventiladores, etc., que hacen elevar la temperatura de la sala. Si esta situación no es advertida a tiempo puede llegar a provocar fallas irreversibles en los equipos informáticos como la ruptura de la fuente de alimentación o la quemadura de la CPU por recalentamiento.

4) *Ineficiente refrigeración de los Racks*: Un problema frecuente en los CPD es el movimiento de equipos entre Racks. Lo cual genera espacios libres en el interior de los mismos, estimulando que la corriente de aire circule libremente provocando gran pérdida de la energía calórica. También se presenta la situación inversa, donde la sobrecarga de equipos impide la correcta circulación de aire en su interior y por ende la temperatura de los equipos no es la correcta. Si no se toman las medidas necesarias, estos escenarios generan una inapropiada circulación del aire, donde los ventiladores forzadores y las unidades encargadas de la refrigeración, consumen energía en forma excesiva.

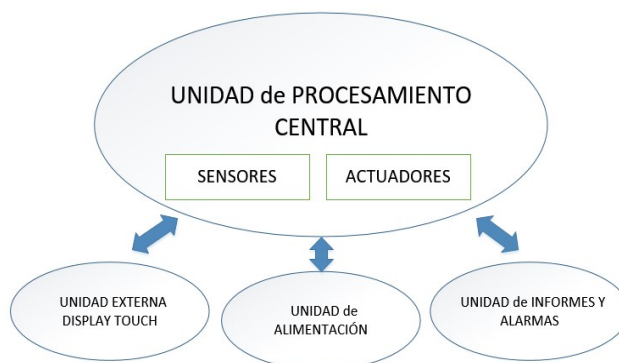
Por lo expresado, se demuestra ampliamente que para garantizar y optimizar la infraestructura de las tecnologías de informática es necesaria la implementación de dispositivos de control y monitoreo de las condiciones físicas que se encuentran los equipos.

## **2. Arquitectura del Proyecto**

Cabe destacar que para este proyecto se utiliza un rack mural, con fondo de chapa sólida y frente con puerta de vidrio, que está alojado en un CPD con piso técnico y refrigeración mediante conductos de aire acondicionado conectados a la parte inferior del rack.

Con el fin de que el proyecto se adapte a múltiples escenarios, por ejemplo racks de diferentes tamaños, se optó por un diseño modular compuesto por cuatro unidades.

En la Fig. 1 se representan las unidades que componen el proyecto en estudio.



**Fig. 1.** Integración de las distintas unidades que componen el proyecto.

1) *Unidad de Procesamiento Central:* Es una unidad física dónde se aloja el micro controlador, al cual se conectan la mayoría de los sensores y actuadores, entre los cuales se encuentra el detector de vibraciones, sensor de humo, sensor de audio y fotocélula. Mediante estos sensores se recogen los valores necesarios para informar la situación de cada variable. Dependiendo de estos datos, el sistema es capaz de comunicarse con los actuadores para mejorar la situación del equipamiento monitoreado.

2) *Unidad Externa Touch Display:* Es un display táctil instalado en la parte exterior de la puerta del rack. Se encarga de hacer la interacción con el operador del Centro de Control de la Red (en adelante CCD) [3] e informa los valores recolectados por los sensores, diferenciando con color rojo aquéllos que se encuentran fuera de las cotas consideradas como correctas. Mediante la función touch se seleccionan las opciones de un menú, entre las cuales se destaca la apertura de la puerta y el listado de últimos acontecimientos registrados.

3) *Unidad de Alimentación:* Es una unidad que se aloja junto a los toma corrientes del rack, en la cual se encuentran las fuentes de alimentación de la Unidad de Procesamiento Central y los sensores de voltaje y amperaje, capaces de recolectar la información necesaria relacionada con el consumo energético de los equipos electrónicos monitoreados.

4) *Unidad de Informes y Alarmas:* Es una computadora con sistema operativo Linux, en el cual corre un server web con una aplicación de gráficos llamada Cacti y una Base de Datos MySQL. Dicha computadora accede a la Unidad Central de Argos para recabar los valores censados, almacenarlos en la base de datos y procesarlos al fin de generar gráficos customizados en formato RRD (round-robin database) con valores estadísticos tomados cada 1 minuto, 5 minutos, 2hs y un valor promedio diario.

Para el administrador de toda estructura IT es esencial disponer de una herramienta que automáticamente verifique el estado del CPD y pueda informar al área corre-

spondiente cuando detecte anomalías como ser vibraciones del rack, niveles de ruido, consumo de energía, tensión de alimentación, temperatura, humedad y detección de gases provenientes de combustión.

Para cumplir con esta expectativa, este proyecto permite la configuración de cotas máximas y mínimas para cada variable evaluada y a su vez asignarle un nivel de criticidad. Cuando alguno de los valores excede sus cotas, el sistema envía un e-mail al responsable del área adjuntando la gráfica esquemática del comportamiento del último día. De esta forma tendremos todos los datos relevantes para poder evaluar la criticidad del caso, aplicar el plan de contingencia o simplemente descartar la alarma.

Finalizada la incidencia, el sistema vuelve a enviar un e-mail a la misma cuenta para notificar que la avería ya fue resuelta y que el sistema se encuentra nuevamente funcionando en condiciones normales.

### 3 Construcción

Todo el proyecto está basado en estándares Open Source [4], en la unidad de procesamiento central se encuentra una placa Arduino con un microcontrolador programable usando el código de Arduino Programming Language IDE. A ella se conectan los sensores, actuadores y otros elementos necesarios para comunicarnos con el sistema.

Para este proyecto se utiliza el micro controlador Mega 2560 (ver Fig. 2) basado en una placa ATmega2560. Posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas análogas, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa. La comunicación entre la computadora y Arduino se produce a través del puerto serial, sin embargo posee un convertidor usb-serie, por lo que sólo se necesita conectar el dispositivo a la computadora utilizando un cable USB.

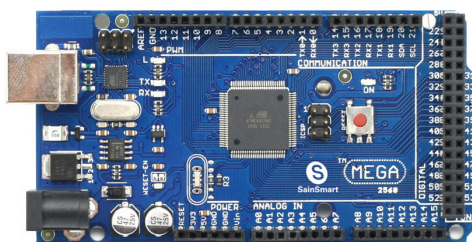


Fig. 2. Arduino Mega 2560.

El tablero Arduino Mega puede ser alimentado por un puerto usb, o una alimentación externa regulada, dentro del rango de voltaje operativo propuesto por el fabricante de 7V a 12V. Debido a la cantidad de componentes y al display lcd touch, es

indispensable utilizar la alimentación externa DC regulada, en este proyecto se utiliza una fuente regulada de 12V 1A.

La placa posee un regulador de tensión interno para alimentar los pines de I/O. Estos pines, pueden ser de 5V con una corriente de 40mA, o 3.3V y una corriente de 50mA. También posee un pin IOREF que proporciona la referencia de tensión con la que opera el microcontrolador.

Para interactuar con el medio, es necesario conectar al tablero Arduino dispositivos llamados sensores [5], los cuales son capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación y transformarlas en una magnitud eléctrica. Por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, etc.

Los sensores pueden ser digitales o analógicos. Los sensores digitales son aquellos que frente a un estímulo pueden cambiar de estado ya sea de cero a uno o de uno a cero, en este caso no existen estados intermedios y los valores de tensión que se obtienen son únicamente dos, como ser el sensor de apertura de puerta que envía un valor en uno al detectar la puerta abierta, o el sensor de agua que se instala bajo el piso técnico y responde un valor en uno al detectar un principio de inundación. En el caso de los sensores analógicos son aquellos que, como salida emiten una señal, comprendida por un campo de valores instantáneos que varían en el tiempo y que son proporcionales a la magnitud que se está midiendo, como ser el sensor fotoeléctrico que informa la intensidad de la luz.

Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en un detector de temperatura resistivo), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

En el caso de los sensores con magnitudes analógicas su uso es levemente más complejo pero también más preciso, ya que tienen que leerse/escribir un voltaje de 0 a 5 voltios que se representan en 10 bits (lectura) o en 8 bits (escritura), es decir la tensión puede tener 1024 (lectura) o 256 (escritura) valores distintos.

#### **4 Monitoreo y Control**

Para garantizar la protección física del hardware, se instala una serie de sensores ubicados estratégicamente en tres zonas del interior del rack como muestra la Fig. 3.



**Fig. 3.** Sensores y Actuadores que componen el sistema, y zonas de instalación en el rack

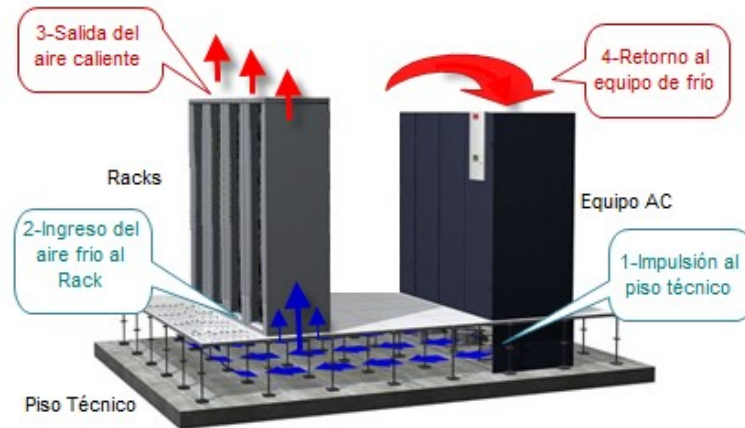
Cada uno de ellos cumple con funciones indispensables que se detallan a continuación.

#### A. Monitoreo y gestión del sistemas de refrigeración

Para tener una noción real de la temperatura en un CPD, hay que considerar varias zonas que componen el circuito general de refrigeración.

Siguiendo el ciclo de acondicionamiento del aire, en primer lugar existe una temperatura de impulsión del aire frío que puede estar dada en el plenum al falso suelo o piso técnico, al ambiente de la sala, a un pasillo encapsulado o a un conducto.

Seguidamente hay una temperatura de entrada de ese aire frío a los equipos informáticos. A continuación existe una temperatura de salida de ese aire de los equipos IT al pasillo caliente y finalmente, una temperatura de retorno a los equipos de climatización como se grafican en la Fig. 4.



**Fig. 4.** Ciclo de acondicionamiento del aire

Desde este punto de vista, el análisis de la temperatura no se debe limitar a un solo valor. Tampoco debemos perder de vista que, a mayores temperaturas, mejor rendimiento y eficiencia energética de los equipos de climatización. No debemos pretender que el interior del rack esté a una temperatura demasiado baja porque significará que estamos dilapidando energía, así como sometiendo a los equipos de climatización a un innecesario desgaste. Tampoco debe estar demasiado alta, porque de esa forma provoca un comportamiento incorrecto de los componentes electrónicos de los equipos IT, hasta llegar al punto de terminar en una falla irreversible.

Por lo expresado se colocan tres sensores de temperatura, uno en la zona inferior por donde ingresa el aire frío, otro en la zona media y por último uno en la zona superior por donde egresa el aire a mayor temperatura. Con estos valores se procede a obtener un valor medio que es utilizado para tomar la decisión de aumentar o reducir la velocidad de los ventiladores y acelerar la extracción del aire caliente hacia el exterior.

Al momento de seleccionar el sensor de temperatura que se adecue de la mejor manera al proyecto se considera la necesidad de obtener valores precisos, que sea simple de instalar y que contemple el rango de temperatura analizado.

Para seleccionar este rango, se adopta el estándar TIA-942 donde especifica que la medición debe realizarse a una distancia de 1,5m por encima del nivel del suelo [6].

-Temperatura de entre 20°C a 25°C.

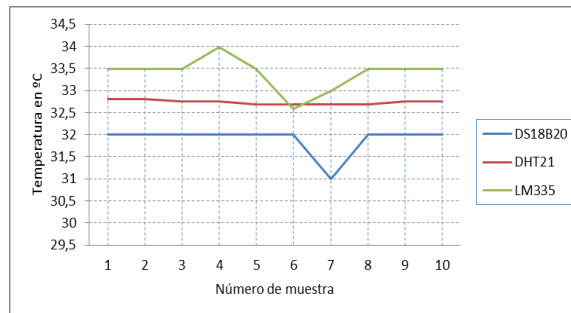
-Humedad relativa entre 40 % a 55 %.

-Máxima variación de cambio de 5°C por hora.

Si consideramos que la temperatura de impulsión del aire frío no va a ser inferior a los 0 °C y que los equipos informáticos no deben superar los 70°C el rango de medición del sensor debe ser de -10°C a 80°C. En estas condiciones se evalúan los modelos DS18B20, DHT21, LM335. El proceso de evaluación consiste en tomar 10 mediciones cada 60 segundos. La Fig. 5 refleja los resultados de las mediciones, y se dedu-

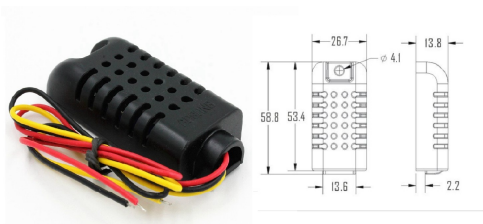


ce que el sensor más preciso en lecturas es el DHT21, ya que el DS18B20 solamente mide valores numéricos enteros y el LM335 otorga valores que son inestables.



**Fig. 5.** Comparación sensores de temperatura DS18B20, DHT21, LM335

Algunos dispositivos son capaces de obtener varias mediciones en el mismo módulo. El módulo de la Fig. 6 corresponde a un AM2301 con sensor DHT21 capaz de representar digitalmente la humedad ambiental medida en % y además de la temperatura en °C.



**Fig. 6.** Sensor de humedad y temperatura digital AM2301

Como vimos, tiene una precisión decimal y dispone de una librería provista por Arduino con los métodos necesarios para recoger sus mediciones.

En zonas geográficas de alta humedad ambiente, es necesario que los sistemas de refrigeración tengan filtros de aire para impedir el ingreso de humedad a los equipamientos IT. Si la humedad supera el 90% podría llegar a provocar daños como ser cortocircuitos u oxidación de los componentes electrónicos. Por este motivo es indispensable instalar los sensores de humedad, y así evitar la corrosión de los componentes electrónicos.

Con el fin de extraer el aire caliente del interior del rack, poseen en la parte superior unos ventiladores forzadores, cuya función es hacer circular el aire frío que ingresa desde el piso técnico hacia la parte superior, refrigerando los equipos allí alojados.

Basándose en los valores obtenidos por los sensores de temperatura el sistema activa una serie de dispositivos llamados optoacopladores, que funcionan como interruptores controlados por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otro circuito eléctrico de mayor voltaje, como ser el que controla los forzadores de la ventilación superior. Para este proyecto se utiliza un optoacopladores de 8 E/S que permiten una corriente máxima de 10A y un voltaje máximo de 230v por rele.

De esta forma se asegura que la refrigeración de los equipos IT sea la correcta y adecuada, fomentando un ahorro significativo en el consumo eléctrico por parte de los ventiladores como del sistema de climatización.

Para hacer más eficiente el flujo de aire se suman sensores de apertura en las puertas, que cortan el circuito eléctrico de los ventiladores para evitar que se pierda la temperatura del interior de los racks tanto por el frente como por el fondo de la unidad.

#### *B. Optimización de la iluminación de los equipos*

En la parte superior del rack se instala un sensor fotoeléctrico, es un dispositivo electrónico que responde al cambio de intensidad de luz, y un detector de movimiento para identificar actividad de personas frente a los equipos. Cuando el sensor fotoeléctrico detecta menos de 500 lux (50 footcandles) [7], y ambos sensores identifican valores positivos, el sistema enciende la iluminación del rack. Este procedimiento, colabora en la reducción de costos mediante el uso eficiente de los activos energéticos.

#### *C. Monitoreo de decibeles*

Todos los servidores contienen turbinas de ventilación interna utilizadas para auto refrigerarse. Estas turbinas poseen numerosas piezas mecánicas que debido al continuo funcionamiento, con el tiempo, van aumentando la fricción y generando un mayor nivel de ruido. Una forma de detectar el mal funcionamiento de dichas piezas, sin interferir con las mismas, es mediante un sensor de sonido ubicado en la unidad central que al detectar un incremento que supere al promedio habitual, el sistema lo considera como una alarma y envía un mail al operador del CCD.

La importancia de este módulo no sólo radica en la posibilidad de detectar fallas en mecanismos móviles, sino también permite cuidar la salud de los operadores del lugar, ya que estudios demuestran que estar expuesto en forma continua a ambientes que superen los 80dB puede provocar acufenos, (zumbidos en los oídos). Si se detecta decibeles mayores a 80dB, enciende una alarma por alto nivel de ruido.

#### *D. Control de combustión*

Cuando un componente electrónico se sobrecalienta, puede llegar al punto de quemarse y generar gases provenientes de la combustión. Mediante la instalación de dos sensores CG312 MQ2, que tienen la capacidad de detectar humo analizando partículas del ambiente, en forma urgente emite una alarma temprana con una alerta sonora mediante un zumbador, enciende luces de emergencia y envía un e-mail informando de la

situación. De esta manera se pretende prevenir daños mayores como la propagación de fuego en los equipos y en la sala en general.

#### *E. Monitoreo de la energía eléctrica*

Otro factor crítico a monitorear, es la energía eléctrica que alimenta el equipamiento informático. Ésta debe ser continua y estable, para lo cual, se debe asegurar su continuo suministro mediante la utilización de UPS y grupos electrógenos.

El sistema controla la tensión de entrada mediante la incorporación de un sensor de voltaje en la unidad de alimentación del sistema.

A la hora de diseñar la ingeniería del rack, muy rara vez se posee con precisión la totalidad de los dispositivos, servidores, switches, routers, etc., que serán almacenados en dicho lugar. A medida que la empresa va creciendo, los CPD también lo hacen, y el consumo energético aumenta pudiendo generar un desfase entre las diferentes líneas de alimentación de los mismos. Si una llave de protección térmica es sobredimensionada, no actúa con precisión, pero si se excede su capacidad, genera un corte de energía no deseado. Para monitorearlo, se ha contemplado instalar el módulo Ta17-05, que permite medir la corriente y potencia que circula por la línea sensada.



**Fig. 7.** Sensor de corriente Octopus

Como se puede apreciar en la Fig. 7, el módulo seleccionado es de tipo no invasivo, con salida analógica, capaz de medir desde 0 hasta 30A con diferencia de precisión mayor al 0,2%.

#### *F. Detección de vibraciones mecánicas*

Las vibraciones mecánicas acopladas a los equipos o a la infraestructura de cableado, pueden conducir a fallas en el tiempo. Los posibles problemas de vibración deben ser considerados en la construcción de la sala, pero otros aparecen al tiempo y es importante detectarlos. Mediante la instalación de un sensor de vibraciones se pueden prevenir fallas, como ser aflojo de conexiones, desperfectos en conectores de fibra óptica y hasta rupturas de discos rígidos.

#### *G. Detección de inundaciones*

Cuando se trabaja con piso técnico, se pierde noción de lo que sucede en su interior. Si por ejemplo se produce la ruptura del circuito de drenaje de agua del aire acondicionado, este inundaría el piso y dañaría todos los contactos metálicos de conectores, podría provocar un corto circuito eléctrico, etc. Por este motivo se instala un

sensor de agua en la zona más baja de la sala que activa una alarma temprana informando lo ocurrido.

#### H. Display con informe de estados

Como se puede apreciar en la Fig. 8, la función principal de la unidad touch display externa es informar el estado de situación actual del rack. Mediante el contraste de colores, diferencia valores correctos de valores fuera de los rangos.

A su vez, para resguardar la seguridad física de los equipos se ha incorporado un menú con un teclado digital para el ingreso de 4 dígitos numéricos que permite la apertura de las puertas mediante la activación de un servo motor que habilita la apertura de la cerradura de las mismas.



Fig. 8. Unidad externa touch display

#### I. Comunicación e informes de estados

Toda la información recabada, pierde importancia si no puede ser utilizada para la toma de decisiones. Este proyecto incorpora un servidor web con informes gráficos y estadísticos que muestran el comportamiento histórico de los sensores de temperatura, humedad, amperímetro, voltímetro, audio, vibraciones, gases y luz, con el fin de poner a disposición del Ingeniero responsable del CPD, los valores necesarios para conocer el comportamiento de los equipos en todo momento y tener parámetros para la toma de decisiones.

Para ello, la unidad de procesamiento central incorpora un módulo Ethernet W5100 que le permite la interconexión con una red IP bajo las normas IEEE 802.3 10BASE-T y 802.3u 100BASE-TX tanto en TCP como UDP. A su vez incluye una tarjeta micro-SD que se emplea para almacenar un respaldo de los eventos y valores que se transmiten por la red. Estos valores toman una relevancia importante en el momento que se produce una falla y el sistema sigue recabando datos fundamentales para simular y resolver el incidente.

Por ser un sistema que actúa en forma continua debe tener la fecha perfectamente sincronizada mediante la interacción con ntp [8] server. Al momento de auditar cualquier anomalía que se produce en el CPD, es importante contar con la hora exacta en la cual se han producido dichos eventos. A tal fin, se incorpora el módulo Ds3231, un reloj en tiempo real que proporciona la fecha y hora con suma precisión. Este módulo también posee un sistema de alimentación propia con autonomía para abastecerse hasta un año en forma ininterrumpida.

El Server cuenta con 2 GB RAM, 50 GB Disco y procesadores QuadCore, conectividad ethernet de 10/100/1000Mbps. El sistema operativo es Centos 6.5, kernel 2.6.32-504.8.1.el6.x86\_64. En él se ejecuta un proceso cron de Linux que cada 1 minuto se conecta a la unidad de procesamiento central mediante el protocolo snmp [9] y extrae los datos recabados de cada sensor que luego son almacenados en una base de datos MySQL, un programa llamado Cacti [10] se ejecuta bajo una plataforma web Apache y genera gráficos es RRD como se puede apreciar en la Fig. 9.

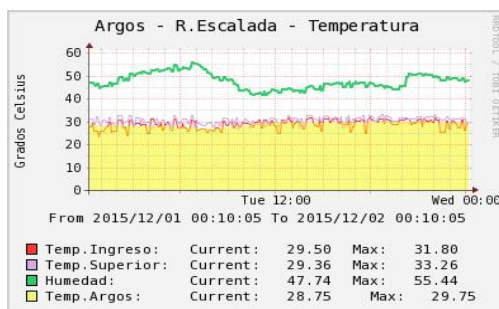


Fig. 9. Gráfica RRD con Valores de Temperatura y Humedad

Por último, un proceso envía mails mediante un server SMTP [11] en Postfix con reportes diarios y alarmas de estado.

## 5 Conclusión

En este trabajo se ha presentado el diseño de un sistema con la capacidad de monitorear el comportamiento de los principales parámetros físicos del entorno de un rack, que se encuentra alojado en un Centros de Procesamiento de Datos.

En este sentido, se observa que mediante el análisis del circuito de refrigeración y técnicas de control aplicadas al flujo del aire, se puede optimizar el uso de la energía eléctrica, bajar los costos operativos y de esa forma ser respetuoso con el medio ambiente gracias al ahorro de recursos energéticos.

También se deduce que mediante el uso de sensores específicos se puede mejorar las técnicas de monitorización, medición y vigilancia de los equipos IT con el fin de

reducir al mínimo los riesgos de fallos, permitir proyectar tareas de mantenimiento preventivo y así aumentar la disponibilidad de la información y los servicios.

A partir del desarrollo de este proyecto se hizo evidente la necesidad seguir creando soluciones simples tendientes a mejorar las técnicas de control de la infraestructura IT, generar más procesos de automatización y extender el acceso a la información para apoyar la evolución de nuevos proyectos que involucren al hardware de la organización.

La tecnología de última generación utilizada en Argos sumada al know how alcanzado, demostró ser la conjunción superadora capaz de transformar un centro de datos standard en un Intelligent Data Center con Green Technology.

Hemos tenido como premisa fundamental, los procesos de mejora continua, la alta capacitación, promoviendo la cultura de buenas prácticas profesionales, y el esfuerzo en equipo y liderazgo genuino para hacer crecer este proyecto en forma progresiva, mejorando sus prestaciones para lograr una plataforma cada vez más eficiente.

## Reconocimiento

Quiero hacer extensivo el reconocimiento al Ing. Pedro López de la facultad de Tecnología Informática, Universidad Abierta Interamericana, quien ha sido el tutor en este proyecto y a todos los profesores que me han formado profesionalmente.

## Referencias

1. TIA STANDARD 942. Telecommunications Industry Association Standards & Technology Department. 2500 Wilson Boulevard, Suite 300. Arlington, VA 22201 USA. +1(703)907-7700. Approved: April 12, 2005
2. Kailash Jayaswal. Administering Data Centers: Servers, Storage, and Voice over IP. Wiley Publishing, Inc. 10475 Crosspoint Boulevard. Indianapolis, IN 46256. ISBN-13: 978-0-471-77183-8. Chapter 8 Data Center HVAC. Página 79.
3. Noyes, J. y Bransby, M. People in control: human factors in control room design. ISBN-10: 0852969783.
4. Sitio oficial : <https://opensource.org/>
5. Por el personal de Lab-Volt (Quebec) Ltda, Fluidos Sensores, 1ª.ed. Canada. 2001. ISBN 2-89289-503-0. TIA STANDARD 942. Telecommunications Industry Association Standards & Technology Department. 2500 Wilson Boulevard, Suite 300. Arlington, VA 22201 USA. +1(703)907-7700. Approved: April 12, 2005. Página 28. 5.3.4 Architectural design. 5.3.4.5 Lighting.
6. TIA STANDARD 942. Telecommunications Industry Association Standards & Technology Department. 2500 Wilson Boulevard, Suite 300. Arlington, VA 22201 USA. +1(703)907-

7700. Approved: April 12, 2005. Página 29. 5.3.5 Environmental design. 5.3.5.3 Operational parameters
7. TIA STANDARD 942. Telecommunications Industry Association Standards & Technology Department. 2500 Wilson Boulevard, Suite 300. Arlington, VA 22201 USA. +1(703)907-7700. Approved: April 12, 2005. Página 28. 5.3.4.5 Architectural design. 5.3.4.5 Lighting.
8. Sitio oficial : <http://www.ntp.org/>
9. RFC 1157. A Simple Network Management Protocol (SNMP). <https://tools.ietf.org/html/rfc1157>
10. Sitio oficial : <http://www.cacti.net/>
11. RFC 2821. Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). <https://www.ietf.org/rfc/rfc2821.txt>