



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMATICA



DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN SISTEMA DE CONTROL, SUPERVISIÓN Y GESTIÓN DE ENERGÍA PARA UN CLUSTER DE COMPUTADORA.

TUTOR: ING. DEMETRIO REY LAGO

WHILBERT JIMENEZ
ERASMO ROJAS

BARBULA, FEBRERO 2011

Diseño, Implementación y puesta en marcha de un sistema de Control, Supervisión y Gestión de energía para un Cluster de Computadora.

1. - Resumen

El Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, cuenta con un Cluster de Computadoras, el cual cuenta con 8 Nodos.

El término Cluster se aplica a los conjuntos o conglomerados de computadoras construidos mediante la utilización de componentes de hardware comunes y que se comportan como si fuesen una única computadora. El propósito del Cluster del IMYCA es resolver problemas de gran tamaño en el menor tiempo posible, mediante la división del problema en tareas más pequeñas, que se ejecutan simultáneamente (una por nodo).

Un problema típico que presentan estos sistemas, y razón principal por la cual se decidió ejecutar este proyecto, es que el mismo es utilizado de manera tal que no se optimiza el consumo de energía, dado que durante lapsos de tiempos prolongados, grupos de nodos está energizados sin efectuar trabajo útil.

Dicho esto, se desea entonces el Diseño, Implementación y puesta en marcha de un sistema de Control, Supervisión y Gestión de energía para un Cluster de Computadora capaz de monitorear mediante un PIC el sistema antes mencionado para el correcto manejo del mismo.

El dispositivo físicamente será una caja robusta con ciertas dimensiones el cual internamente constara de un circuito impreso en una placa, equivalente al prototipo modelo que se estará elaborando en un protoboard el cual poseerá un PIC que se comunicara por vía USB con un computador mediante el Sistema operativo LINUX para el control deseado a implementar.

2- Antecedentes del Problema

Para el desarrollo del presente trabajo especial de grado se toma como referencia algunos proyectos e investigaciones realizadas en materia de programación de PIC, procesamiento de señales, implementación del basic como lenguaje de programación e información sobre sensores ópticos. Estos estudios fueron realizados como trabajos especiales de grado.

- **Desarrollo de un tacómetro Digital con comunicación USB para los motores del laboratorio de Maquinas eléctricas de la facultad de Ingeniería en la Universidad de Carabobo, Trabajo de grado realizado por Hernández Humberto y Pulido Gregory, para optar al título de Ingeniero Electricista, Enero de 2009 [5]**

En este trabajo se presentó el desarrollo de un tacómetro Digital con comunicación USB para los motores del laboratorio de máquinas eléctricas de la facultad de Ingeniería en la Universidad de Carabobo, que cuenta con el manejo del PIC 16F877, desarrollando de manera amplia su configuración y manejo.

En dicho trabajo especial de grado se desarrolló un sistema de medición el cual se comunica con un computador vía USB para su visualización y monitoreo de las características deseadas.

Adicionalmente se obtuvo información sobre el manejo de las señales obtenidas para una adecuada interpretación de los resultados.

- **Diseño e Implementación de prácticas para aplicaciones avanzadas de Diseño Digital usando tarjetas de desarrollo PIDEM, Programador MPLAB ICD 2 y lenguaje de programación BASIC, Trabajo de Grado realizado por Morillo Gómez José Gregorio, para optar al título de Ingeniero Electricista Mayo 2006. [6]**

En este trabajo se presentó el diseño e Implementación de prácticas para aplicaciones avanzadas de Diseño Digital usando tarjetas de desarrollo PIDEM, programador MPLAB ICD 2 y lenguaje de programación BASIC, el cual cuenta con un gran aporte sobre el manejo del BASIC como lenguaje de programación, facilitando de esta manera el manejo del mismo para ser aplicado en el presente trabajo especial de grado.

- **Diseño, construcción y puesta en marcha de un computador paralelo en el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, Trabajo de Grado realizado por E. Sánchez y M. Alvarado (tutor: Demetrio Rey Lago) para optar al título de Ingeniero electricista, Noviembre 2004.**
[7]

En este trabajo se presento el diseño, construcción y puesta en marcha de un computador paralelo en el instituto de Matemática y Calculo Aplicado (IMYCA) de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Carabobo, el cual presenta un gran aporte para el estudio adecuado de los nodos a ser manejados y así comprender a fondo la funcionabilidad de los mismos.

3- Planteamiento del Problema

En el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo se aloja, en uno de sus cubículos, el CLUSTER NIMBUS el cual es un clúster conformado por 8 computadores (nodos) conectados en una red privada de comunicaciones. Nimbus permiten reducir el tiempo de ejecución de programas que resuelven problemas en ingeniería y ciencias que requieren de cómputo intensivo.

Para lograr esto, se diseña un programa “paralelo” que divide el problema principal en varias tareas. Cada tarea se ejecutará en un nodo diferente de Nimbus. Dado que cada tarea corre simultáneamente junto con las otras, el efecto neto es que la velocidad de cómputo se acelera y el tiempo de solución se reduce.

La arquitectura del clúster es el tipo Beowulf. Uno de los nodos, que conecta y sirve de puente entre clúster y la red interna de la Facultad, recibe el nombre de Nodo Principal. El nodo principal tiene la doble tarea de servir de nodo de desarrollo de software y de nodo maestro en el momento de correr el programa en el clúster.

Durante tiempos prolongados, una gran parte de los nodos no están siendo utilizados, ya sea porque (1) no hay programa corriendo en el clúster, (2) el programa que está corriendo no utiliza todos los nodos o (3) el programa está en fase de desarrollo, y por lo tanto, sólo se está usando el nodo principal.

Todos los nodos se encuentran físicamente cerca. Sin embargo, el clúster generalmente se accesa desde terminales remotos, localizados en otras oficinas de la Facultad y las tareas que se desean ejecutar se hacen sin visualizar directamente los nodos.

El problema que esto trae es que todos los nodos deben permanecer encendidos constantemente, día y noche, sin importar se están corriendo o no un programa en este momento, esto trae problemas de índole energética, ya que muchas veces las tareas que se ejecutan solo requieren de un par de nodos o hasta uno solo y por lo común se tienen todos los nodos encendidos, además encenderlos y apagarlos manualmente no sería posible por el hecho de que al clúster se accesa remotamente.

Sería deseable que desde el terminal remoto pudiera controlarse el encendido y apagado de los nodos y también, cuales nodos están apagados o encendidos en un momento dado

La propuesta que aquí se hace es la colocación de un dispositivo basado en microcontroladores que comunique al nodo principal con el resto de los nodos de tal manera que desde el nodo principal se utilicen un juego de comandos personalizados para la manipulación de estos estados, y si se quiere realizar

una acción que solo requiera de un nodo pues se apaga el resto de nodos que no se estén por utilizar.

4- Justificación del Problema

La problemática principal por la que se decidió abordar dicha investigación e implementación es debido a la falta de un dispositivo en el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo con el cual se pueda aprovechar de manera correcta el uso energético destinado para el uso de un Cluster para computadora el cual será encargado de desarrollar cómputos de alto rendimiento para predicción de clima.

Dicho Cluster cuando es usado para programación cumple con la característica de que no son usados al 100% los nodos del mismo haciendo así que haya una mala utilización de la energía eléctrica, cabe destacar que al momento de que alguno de los nodos presenta problemas al desarrollar su trabajo asignado solo se puede corregir dicho error empleando asistencia de los empleados calificados para el reseteo del mismo, haciendo así que se deba incrementar la dependencia de la presencia del recurso humano para la solución de problemas que se pueden resolver de manera remota.

Esto fue tomado en cuenta gracias a las inquietudes del personal calificado encargado de operar dicha maquinaria en el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

5- Objetivos y Alcance de la Investigación

5.1 Objetivo General

Diseñar, Implementar y poner en marcha un sistema de control, supervisión y gestión de energía para un Cluster de computadora ubicado en el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA).

5.2 Objetivos Específicos

1. Estudiar las operaciones de control y supervisión necesarias para operar un Cluster de computadora optimizando el consumo de energía (Encendido, Apagado, Temporizado y Reseteo).
2. Implementar las operaciones de control y supervisión con lenguaje basic.
3. Diseñar un circuito interfaz entre el Microprocesador y los nodos para permitir el control y supervisión de energía y aislamiento eléctrico.
4. Diseñar una estrategia de comunicación por puerto USB del Microprocesador de manera que el nodo principal del Cluster envíe los comandos apropiados.
5. Controlar el sistema desde el nodo principal del Cluster con el uso de LINUX como sistema operativo.
6. Poner en marcha el sistema desarrollado.

5.3 Alcance de la Investigación y/o Desarrollo Tecnológico

- Diseñar, Implementar y poner en marcha un sistema de control, supervisión y gestión de energía para un Cluster de computadora ubicado en el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo mediante el uso de un microprocesador PIC, con visualización del estado del proceso mediante una pantalla LCD, con comunicación vía USB desde un nodo principal con Sistema Operativo LINUX realizando operaciones de apagado, encendido, temporizado y reseteo.
- Se pretende construir un equipo robusto de interfaz para un PIC de manera de permitir el control energético del Cluster.

6- Marco Conceptual

6.1- Sistema Dinámico o Proceso a ser Estudiado/Analizado

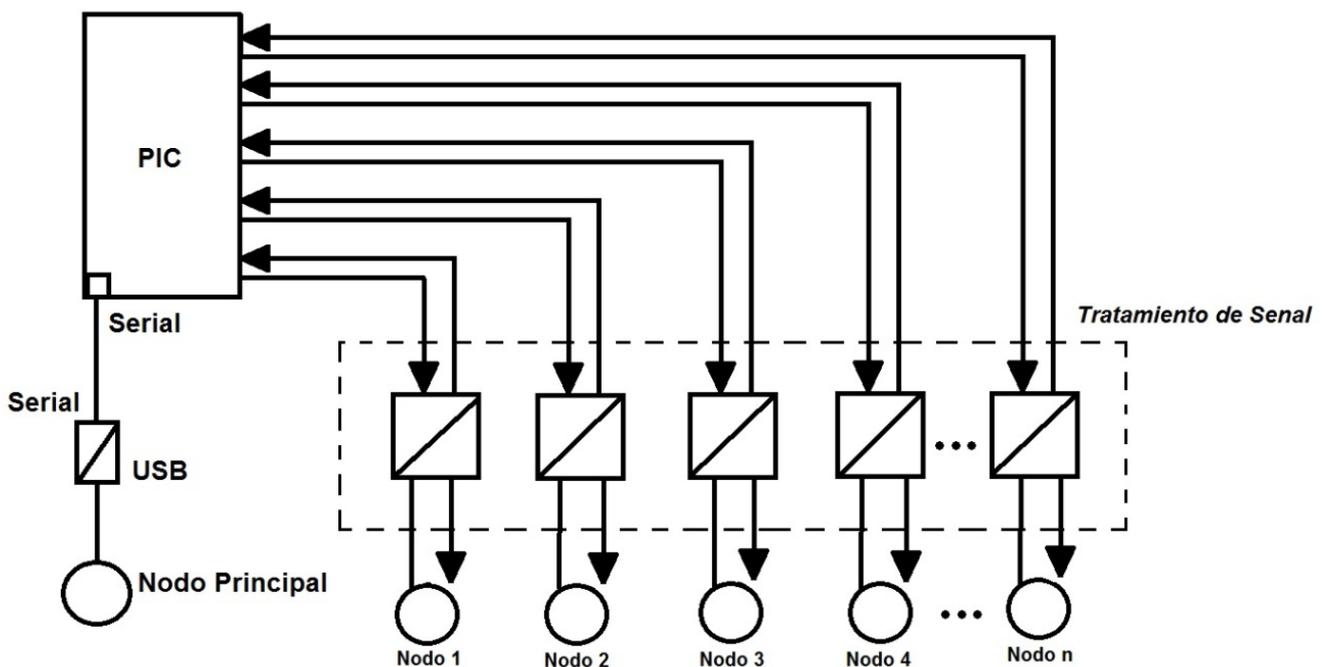


Figura 1: En esta imagen se observa el trabajo a realizar en este proyecto especial de grado. En el PIC se desarrollará el software del controlador del Cluster. En el nodo principal se realizará un programa de control y supervisión bajo sistema operativo LINUX. Cada nodo se conectará con un circuito interfaz que permite el control y supervisión con el PIC.

6.2- Técnicas o Métodos a ser aplicados (Hardware, Software, etc.)

- Microprocesador PIC.
- Filtro de Señal Digital.
- Cable USB.
- Pantalla LCD.
- Protón.
- Tarjeta Integrada del Circuito.
- Relés.
- Tarjeta de desarrollo IPROG.

7- Contribuciones Potenciales de la Investigación

7.1- Desarrollo de Algoritmos y Sistema

Se desarrollaran algoritmos de control y supervisión en PIC y en el nodo principal del Cluster. Se construirán circuitos interfaz entre el PIC y los nodos del Cluster.

7.2- Diseño de Software

Se desarrollará software en BASIC para el microcontrolador, software bajo Linux para comandar el PIC que controla los nodos.

7.3- Aporte Científico/Técnico y/o contribución Socioeconómica

Con el presente trabajo especial de grado se busca beneficiar el desarrollo de nuevos proyectos en el área del Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA) el cual abrirá las puertas a futuros desarrollos los cuales serán aprovechados de manera tal que contribuyan con el ahorro energético para optimizar el uso de los mismos.

7.4- Informe Científico-Técnico Final sobre las aplicaciones de trabajo realizado

En atención a los resultados, se realizará el tomo del proyecto especial de grado, requisito para nuestra graduación como ingenieros electricistas.

7.5- Presentación del Trabajo realizada en Congresos Nacionales e Internacionales

De acuerdo al éxito obtenido y lo novedoso de la solución alcanzada, se podrán publicar trabajos en congresos nacionales o internacionales.

7.6- Elaboración de Artículo para Revista Científica Arbitraria e Indexada

De acuerdo al éxito obtenido y lo novedoso de la solución alcanzada, se podrán publicar trabajos revistas arbitradas e indexadas.

8- Metodología a Emplear

Los objetivos que buscan alcanzarse con el desarrollo del proyecto son:

- a) Estudiar las operaciones de control y supervisión necesarias para operar un Cluster de computadora optimizando el consumo de energía (Encendido, Apagado, Temporizado y Reseteo).
- b) Implementar las operaciones de control y supervisión con lenguaje BASIC.
- c) Diseñar un circuito interfaz entre el Microprocesador y los nodos para permitir el control y supervisión de energía y aislamiento eléctrico.
- d) Diseñar una estrategia de comunicación por puerto USB del Microprocesador de manera que el nodo principal del Cluster envíe los comandos apropiados.
- e) Controlar del sistema desde el nodo principal del Cluster con el uso de LINUX como sistema operativo.
- f) Poner en marcha el sistema desarrollado.

La manera como se lograra cumplir exitosamente cada uno de ellos será:

- a) Estudiar las operaciones de control y supervisión necesarias para operar un Cluster de computadora optimizando el consumo de energía (Encendido, Apagado, Temporizado y Reseteo).**

Este primer objetivo consiste en documentarse sobre el manejo de funciones y operaciones que puede desempeñar un CLUSTER de computadores así como las maneras de supervisar mediante un sistema de monitoreo la red. También se desea optimizar el consumo de energía. Esta etapa también incluye la selección de un PIC que se adecue mejor, según su arquitectura, a los requerimientos del sistema.

- b) Implementar las operaciones de control y supervisión con lenguaje BASIC.**

Se procede a diseñar un algoritmo donde el nodo principal dicte órdenes sobre los demás nodos (apagado, encendido, reseteo, encendido temporizado), esto se lograra manejando un protocolo de comunicación serial que se determinará según el esquema circuital que se proponga próximamente.

- c) Diseñar un circuito interfaz entre el Microprocesador y los nodos para permitir el control y supervisión de energía y aislamiento eléctrico.**

Este circuito modelo nos ayudará a determinar el protocolo de comunicación que se establecerá entre el microcontrolador y la circuitería del Cluster. Este circuito se realizara secuencialmente, primero un modelo prototipo en un protoboard donde las modificaciones pertinentes puedan realizarse más fácilmente.

- d) Diseñar una estrategia de comunicación por puerto USB del Microprocesador de manera que el nodo principal del Cluster envíe los comandos apropiados.**

En el presente objetivo se elaborara un protocolo capaz de comunicar de manera exitosa, clara y eficaz los comandos que el usuario deseara introducir de manera remota para el manejo de los nodos antes mencionados por comunicación USB, para este primer paso se elaborara y ejecutara en Sistema Operativo Windows.

- e) Controlar el sistema desde el nodo principal del Cluster con el uso de LINUX como sistema operativo.**

En la presente etapa se reacondicionara la comunicación USB de manera tal que se pueda establecer una comunicación entre el dispositivo (PIC) con el Sistema Operativo LINUX [1] de manera tal que se establezca el intercambio de mandos deseados con el nodo principal del Cluster presente en el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado (IMYCA).

- f) Poner en marcha el sistema desarrollado.**

Etapa final donde la principal tarea será depurar errores tanto de hardware como de software y verificar que todo marche en orden. Una vez todo ha funcionado como se espera, se colocará en marcha definitiva para comenzar a ser utilizada como parte de la red.

9- Avance Realizado hasta el Momento

Una vez ya planteadas las estrategias a utilizar para abordar cada uno de los objetivos planteados, dirigimos nuestra atención al desarrollo del primer objetivo.

Ya que el proyecto es una iniciativa que surgió recientemente, hemos tenido tiempo para tocar los temas necesarios para la manipulación de cada objetivo.

Actualmente nos encontramos en proceso de documentación sobre la operación, control y supervisión de CLUSTERS de computadores para minimizar el consumo de energía y la realización de otras operaciones.

El siguiente paso será plantearnos un cronograma de tal manera que los objetivos se logren en orden cronológico.

10- Organización Tentativa del Trabajo por partes

A. **Introducción**

B. **Cap. I: El Problema**

- a) Planteamiento del problema
- b) Objetivos
 - Objetivos Generales.
 - Objetivos Específicos.
- c) Justificación
- d) Alcance

C. **Cap. II: Marco Teórico**

- a) Antecedentes
- b) Bases Teóricas
- c) Definición de Términos

D. **Cap. III: Marco Metodológico**

- a) Tipo y Diseño de Investigación
- b) Procedimiento para la elaboración del Trabajo de Grado

E. **Cap. IV: Desarrollo del Dispositivo**

F. **Cap. V: Conclusiones y Recomendaciones**

G. **Anexos**

H. **Bibliografía**

11- Cronograma de Actividades

| ACTIVIDAD/TIEMPO | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO |
|---|-------|---------|-------|-------|------|-------|
| Estudio de las operaciones de control y supervisión necesarias para operar un Cluster de computadora optimizando el consumo de energía (Encendido, Apagado, Temporizado y Reseteo). | X | X | | | | |
| Programación de un PLC para implementar las operaciones de control y supervisión con lenguaje BASIC. | | X | X | | | |
| Diseño de un circuito interfaz entre el Microprocesador y los nodos para permitir el control y supervisión de energía y aislamiento eléctrico. | | | X | | | |
| Diseño de estrategia de comunicación por puerto USB del Microprocesador de manera que el nodo principal del Cluster envíe los comandos apropiados. | | | | X | | |
| Control del sistema desde el nodo principal del Cluster con el uso de LINUX como sistema operativo. | | | | | X | |
| Puesta en marcha del sistema desarrollado. | | | | | X | X |

12- Referencias Bibliográficas

- [1] <http://www.linux.com/learn>, Febrero 2011
- [2] DataSheet PIC-16F876, elaborado por Microchip.
- [3] DataSheet IBOARD 3, disponible en: <http://www.roso-control.com>, Enero 2011.
- [4] <http://www.cecalc.ula.ve/documentacion/tutoriales/beowulf>, Febrero 2011
- [5] Hernández Humberto y Pulido Gregory Desarrollo de un tacómetro Digital con comunicación USB para los motores del laboratorio de Maquinas eléctricas de la facultad de Ingeniería en la Universidad de Carabobo. Enero, 2009.
- [6] Morillo Gómez José Gregorio Diseño e Implementación de prácticas para aplicaciones avanzadas de Diseño Digital usando tarjetas de desarrollo PIDEEM, Programador MPLAB ICD 2 y lenguaje de programación BASIC. Mayo, 2006.
- [7] E. Sánchez y M. Alvarado Diseño, construcción y puesta en marcha de un computador paralelo en el Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Noviembre, 2004.