

Portada Externa de Tesis

Monitoreo y control de demanda máxima de energía eléctrica en tiempo real para edificios inteligentes

2013

Daniel Pineda Correa



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería

Nombre de la tesis:

Monitoreo y control de demanda máxima de energía eléctrica en tiempo real para edificios inteligentes

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Ingeniero en Automatización con línea terminal en Sistemas mecatronicos

Presenta:

Daniel Pineda Correa

Santiago de Querétaro a 25 de junio del 2013

- Escudo y letras doradas
- Pastas duras color negro, tamaño carta



Portada Interna de Tesis

Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería

Ingeniero en Automatización con línea terminal en sistemas mecatronicos.

NOMBRE DE LA TESIS

Monitoreo y control de demanda máxima de energía eléctrica en tiempo real para edificios inteligentes

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Ingeniero en Automatización

Presenta:

Daniel Pineda Correa

Dirigido por:

Dr. Mario Trejo Perea

SINODALES

Dr. Mario Trejo Perea

Presidente

Firma

Dr. José Gabriel Ríos Moreno

Secretario

Firma

Dr. Edgar Rivas Araiza

Vocal

Firma

Dr. Gonzalo Macías Bobadilla

Suplente

Firma

Dr. Aurelio Domínguez González

Nombre y Firma
Director de la Facultad

Dr. Juvenal Rodríguez Reséndiz

Nombre y Firma
Coordinador de Ingeniería en Automatización

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Fecha (Agosto-2013)
México

RESUMEN

En los últimos años el consumo de energía eléctrica se ha incrementado a un ritmo superior al crecimiento económico ya que cumple necesidades del aparato productivo al estar íntimamente ligado al alcance de mayores niveles de vida de la sociedad en general, por lo que es necesario tomar acciones que impidan que aumente el índice físico del consumo energético, se deben identificar y emprender alternativas de eficiencia energética. Fomentar en las industrias una adecuada planificación de cargas, eliminando todas aquellas que no realizan trabajo útil en horarios de máxima demanda.

El monitoreo de las variables meteorológicas para el estudio del comportamiento del consumo de energía eléctrica, es muy importante para poder diseñar sistemas o métodos de control y administración de la demanda, que son todas las actividades, encaminadas, a optimizar el uso de la capacidad del equipo instalado, tanto de los usuarios como de los suministradores de energía eléctrica que consiste en reducir o controlar la demanda en kW durante un período de tiempo, comúnmente en el horario de mayor costo de la energía, optimizando la operación de los equipos eléctricos sin afectar el proceso de producción.

(Palabras clave: Monitoreo, Variables meteorológicas, demanda, administración, energía eléctrica, control).

ABSTRACT

In recent years, power consumption has increased at a faster rate than economic growth because it meets the needs of the production system be closely linked to reach higher standards of living of society in general, so it is necessary to take action preventing physical rising rates of energy consumption, identify and take energy efficiency alternatives. Encourage proper planning industries loads, eliminating all those who do not perform useful work at times of peak demand.

The monitoring of meteorological variables for the study the behavior of the electrical energy consumption is very important in order to design control systems and methods for managing demand, which are all activities aimed at optimizing the use of the capacity installed equipment, both users and suppliers of electric power or control is to reduce demand in kW for a period of time, usually between the hours of higher cost of energy, optimizing the operation of electrical equipment without affect the production process.

(Key Words: Monitoring, meteorological variables, demand, administration, electrical energy, control).

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia, a mis maestros, asesores, compañeros y amigos que formaron parte en el desarrollo de mi formación y con quien he compartido infinidad de experiencias que nunca voy a olvidar, gracias a todos ellos por el apoyo.

ÍNDICE

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE	vi
AGRADECIMIENTOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCION.....	1
1.1 Problemática	1
1.2 Importancia de eficiencia energética.	6
1.3 Comportamiento estacional y horario de la demanda.....	7
1.4 Importancia de la medición de energía.....	8
1.5 Administración de demanda de energía.....	9
1.6 Importancia de monitoreo de consumo de energía eléctrica.....	11
1.7 Monitoreo de variables climáticas.	11
1.8 Antecedentes de demanda	13
1.9 Hipótesis.....	14
1.10 Objetivo	14
1.11 Justificación.....	14
CAPITULO II	16
2. Marco Teórico	16
2.1 Introducción.	16
2.2 Variables eléctricas.....	17
2.2.1 Corriente (I)	17
2.2.2 Tensión eléctrica (V)	17
2.2.3 Potencia	18
2.2.3.1 Potencia eléctrica.....	18
2.2.3.2 Potencia aparente (S).....	18
2.2.3.3 Potencia activa (P).....	18
2.2.3.4 Potencia reactiva (Q).....	19
2.2.3.5 Factor de potencia.....	19
2.2.3.6 Conceptos de facturación eléctrica.	20
2.3 DEMANDA MÁXIMA	21
2.3.1 Definición de demanda máxima	21
2.3.2 Cálculo de la demanda máxima	21
2.3.3 Control de demanda máxima	22
2.4 Applet y firma de applet.....	23
CAPITULO III	24
3. METODOLOGIA	24
3.1 Arranque del proyecto	24
3.2 Lugar	24

3.3	Selección de estación meteorológica	25
3.4	Sensores.....	26
3.4.1	Temperatura y humedad	26
3.4.2	Velocidad y dirección del viento	28
3.4.3	Pluviómetro	28
3.4.4	Sensor de potencia	29
3.5	Diagrama de conexión de la estación meteorológica	33
3.6	Hoboware	35
3.7	Desarrollo de interfaz	35
3.8	Programación de applet	35
3.9	Firmas de applet	38
3.9.1	Crear certificado para firmar applet.	38
3.9.2	Firmando aplicación java.	38
3.9.3	Programación HTML y acceso Red local	39
3.10	Calibración de la estación meteorológica.	41
3.11	Sistema alternó de medición de electricidad.....	43
3.11.1	TeSys T	45
3.11.2	MAGELIS	46
3.12	Control.....	48
CAPITULO IV.....		54
4.	RESULTADOS	54
4.1	Resultados de la calibración	54
4.2	Resultados de la interfaz de monitoreo.....	61
4.3	Resultados del sistema alterno.....	67
4.4	Resultados control.	72
CAPITULO V.....		73
5.	CONCLUSIÓN.	73
CAPITULO VI.....		74
6.	REFERENCIAS.	74

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor: **Dr. Mario Trejo Perea**, por el apoyo y dirección para terminar este trabajo de tesis.

A mis padres: **Irma y Rodolfo**, por el apoyo, amor, cariño y comprensión a lo largo de mi vida.

A mis hermanos: **Guillermo y Rodolfo**, por el apoyo y el fuerte lazo que nos ha unido a lo largo de nuestras vidas.

A todos mis amigos y amistades formadas al transcurso de la licenciatura, por el lazo de amistad y hermandad que nos ha unido a lo largo de la carrera.

A todos y cada uno ;Gracias!

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1: Consumo mundial de energía eléctrica.	2
Figura 2: Consumo de energía eléctrica por país en el mundo.....	2
Figura 3: Consumo final de electricidad a nivel mundial.....	3
Figura 4: Consumo eléctrico nacional por sectores.....	3
Figura 5: Costos de energía de México vs Otros países.....	4
Figura 6: Capacidad de generación de energía eléctrica en países miembros de la OCDE. ..	5
Figura 7: curva típica de carga.	8
Figura 8: Grafica de demanda máxima.....	10
Figura 9: Triangulo de potencias.....	19
Figura 10: Factor de potencia correcto.	20
Figura 11: Factor de Potencia cálculo de porcentaje.....	20
Figura 12: Demanda máxima en un periodo de 15 minutos.....	21
Figura 13: Cuarto de control terminado de construir.	24
Figura 14: Cuarto de control terminado de construir.	25
Figura 15: HOBO U30 USB Data Logger	25
Figura 16: Hoboware PRO	26
Figura 17: Panel solar 1.2 Watt, 6 Volt.	26
Figura 18: Curva de precisión del sensor de temperatura.	27
Figura 19: Curva de precisión del sensor	27
Figura 20: 12-bit Temperature/RH Smart Sensor	27
Figura 21: Solar Radiation Shield.	28
Figura 22: Sensor de dirección de viento	28
Figura 23: Sensor de velocidad de viento.....	28
Figura 24: Pluviómetro.....	29
Figura 25: 0 - 100 AMP Split-core AC Current Transformer	29
Figura 26: WattNode 208/240 VAC 3-phase Delta/Wye kWh Transducer Sensor	30
Figura 27: Tres fases tres cables conexión tipo delta.	31
Figura 28: Figura de la arquitectura del proyecto.....	34
Figura 29: Diagrama de flujo.	37
Figura 30: Creación de firma digital.....	38
Figura 31: Firma de applet.....	39
Figura 32: En esta figura se muestra las pruebas hechas en HTML para verificar los componentes.	40
Figura 33: Servidor Apache.....	40
Figura 34: Carpeta para colocar todo lo que se quiere compartir en la red con el servidor apache.	41
Figura 35: conexión del FLUKE 434.	42
Figura 36: Power log.	43
Figura 37: Sistema alternativo de monitoreo.....	44
Figura 38: MAGELIS.....	47
Figura 39: programa de java donde se ejecuta la elección del puerto.	50
Figura 40: Conexión del PIC por RS232.....	50
Figura 41: Filtro para conversión de PWM a voltaje.	51

Figura 42: Circuito utilizado para obtener la información de la PC de forma analógica.	51
Figura 43: Circuito mostrando el relevador.....	52
Figura 44: Circuito Electrónico	53
Figura 45: PCB	53
Figura 46: Interfaz mostrando 4 variables.....	61
Figura 47: Interfaz abierta en otra red.	62
Figura 48: Se muestra el momento de descarga del archivo.	63
Figura 49: Se muestra las principales opciones de la gráfica.	64
Figura 50: Propiedades de título de la gráfica.	65
Figura 51: Pestaña trazo.	65
Figura 52: Pestaña Otro.	66
Figura 53: Guardar Como.	66
Figura 54: Menú principal.	67
Figura 55: Centro de monitoreo.....	68
Figura 56: Centro de monitoreo voltaje.....	69
Figura 57: Centro de monitoreo de Potencia.	70
Figura 58: Tendencias	71
Figura 59: Tendencias Corrientes.....	71
Figura 60: Tendencias Voltaje.....	72
Figura 61: Conexión de circuito RS-232.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Pagina
Tabla 1: Porcentaje de usuarios, por rango de consumo.	12
Tabla 2: Ejemplo de ciudades del periodo de verano.	12
Tabla 3: Para cálculo de Wattnode	32
Tabla 4: Archivo generado, separado por comas.	36
Tabla 5: Archivo donde se tomaran las variables para el control.	48
Tabla 6: Resultados de calibración de la estación meteorológica contra FLUKE 434.	59
Tabla 7: Tabla de potencia como la muestra el POWER LOGIC.	60
Tabla 8: Muestra de la tabla de la información.	64

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCION

1.1 Problemática.

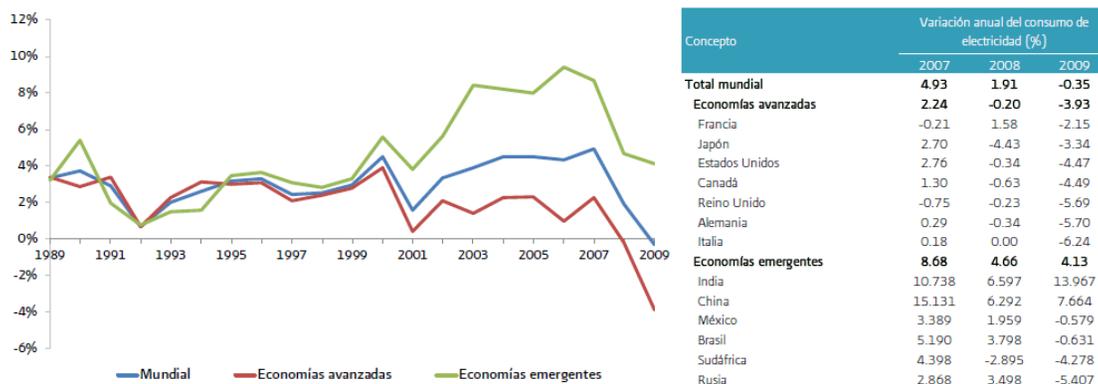
En los últimos años el consumo de energía eléctrica se ha incrementado a un ritmo superior al crecimiento económico ya que cumple necesidades del aparato productivo al estar íntimamente ligado al alcance de mayores niveles de vida de la sociedad en general, por lo que es necesario tomar acciones que impidan que aumente el índice físico del consumo energético, se deben identificar y emprender alternativas de eficiencia energética. Fomentar en las industrias una adecuada planificación de cargas, eliminando todas aquellas que no realizan trabajo útil en horarios de máxima demanda.

Sin embargo, es fácil percibir que algo se está malgastando cuando se observa una llave que derrama agua, combustible, petróleo, etc., pero cuesta percibir que está sucediendo igual cuando se deja encendida una lámpara, se tiene el radio, televisor mientras se está planchando o leyendo el periódico, esta realidad pone de manifiesto que la electricidad no es sólo ese enchufe donde se conectan los equipos, es el final de la inmensa cadena de recursos que se origina en las grandes centrales de generación y para llegar hasta un hogar debe ser generada en grandes y costosas plantas en el mismo instante en que se requiera, transportarse recorriendo kilómetros, utilizando inmensas torres, transformadores y grandes cantidades de cableado.

Como se nota este no es un problema nacional, la Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que el consumo energético aumentará principalmente en los países no miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en donde se espera un incremento importante en la demanda de energía que será necesario suministrar. Por su parte, en algunos países miembros de la OCDE, la variación será menor debido a que cuentan con patrones de consumo más estables.

En particular, el consumo de energía eléctrica tiene una relación directa con el desempeño de la economía. Por ello, el ritmo de recuperación en cada país será un factor determinante para la evolución del sector energético en los siguientes años.

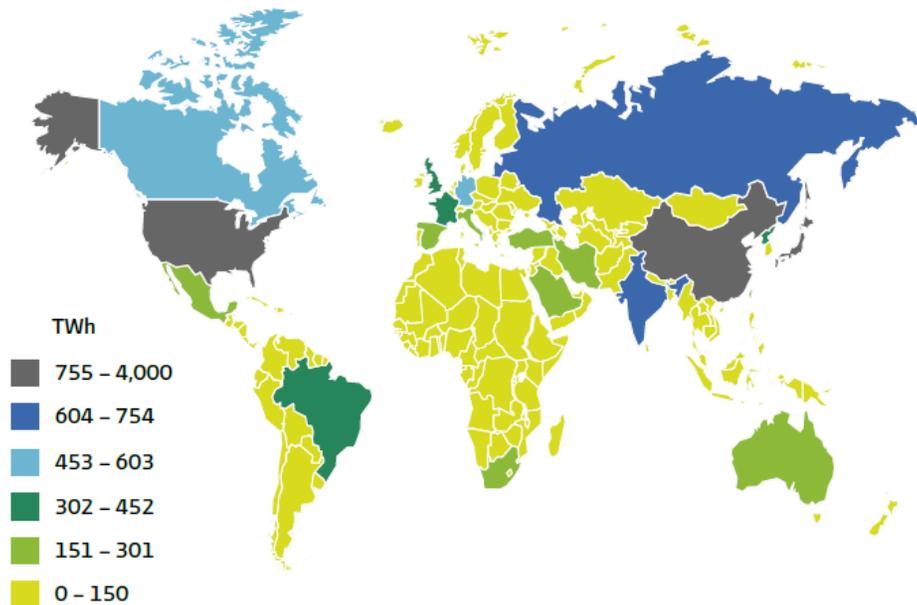
Consumo mundial de energía eléctrica, 1980-2009 (Variación anual)



Fuente: *Electricity Information 2011, Energy Balances of OECD Countries 2011, Energy Balances of Non-OECD Countries 2011*; Agencia Internacional de Energía.

Figura 1: Consumo mundial de energía eléctrica.

Consumo de energía eléctrica por país en el mundo (TWh)

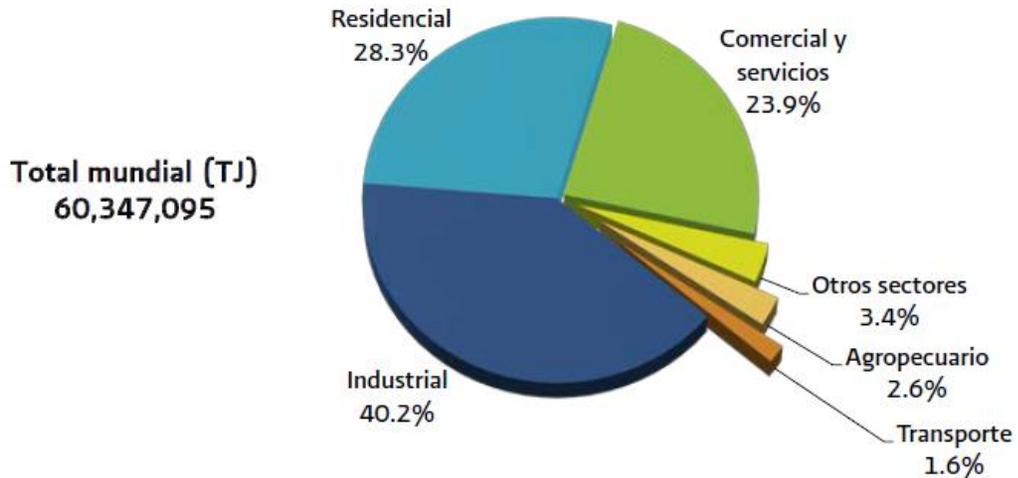


Fuente: *Electricity Information 2011, International Energy Agency*.

Figura 2: Consumo de energía eléctrica por país en el mundo.

Respecto al consumo mundial de electricidad por uso final, la participación del sector industrial es la más significativa, con aproximadamente 40.2%, seguido de otros sectores como el residencial y comercial-servicios, con 28.3% y 23.9%.

Consumo final de electricidad a nivel mundial, 2009 (TJ)



Fuente: *Electricity Information 2011*, International Energy Agency.

Figura 3: Consumo final de electricidad a nivel mundial.

En la parte de México mayor porcentaje del consumo nacional son las empresas que usan más de la mitad de toda la energía generada en el país, por lo que al realizar acciones que minimicen sus consumos, implica directamente repercusiones importantes en el consumo global.

En la figura 4 se aprecia el porcentaje de usos de energía por sectores. Las acciones a favor del ahorro de electricidad reducen los costos de operación y fabricación de los bienes ofertados, permitiendo aumentar el nivel de competitividad disminuyendo gastos operativos, por tanto el manejo eficiente del recurso es tan importante como la automatización y modernización continua de sus líneas de producción.

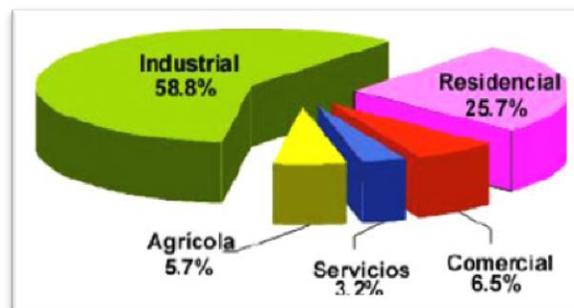


Figura 4: Consumo eléctrico nacional por sectores

Así como ha habido incrementos en el consumo de energía eléctrica, también han aumentado sus costos, Figura 5. Existen algunos países que han visto la disminución de los costos de ésta como un punto de atracción hacia las empresas transnacionales, restando competitividad a las empresas mexicanas. Es importante el uso racional de la energía para economizar, pero también para poder seguir contando con tan valioso recurso en un futuro, esto conlleva un sentido ecológico al disminuir el consumo de recursos naturales no renovables empleados en su generación. La energía es un tema que permanentemente se encuentra en polémica nacional, ya sea por cuestiones de suministro, de impacto ambiental, de competitividad, de economía familiar, o de agotamiento de recursos, entre varios aspectos, por lo que se puede decir que es un elemento básico cuando se habla del presente y futuro de una sociedad.

Precio de electricidad (USD/kWh)

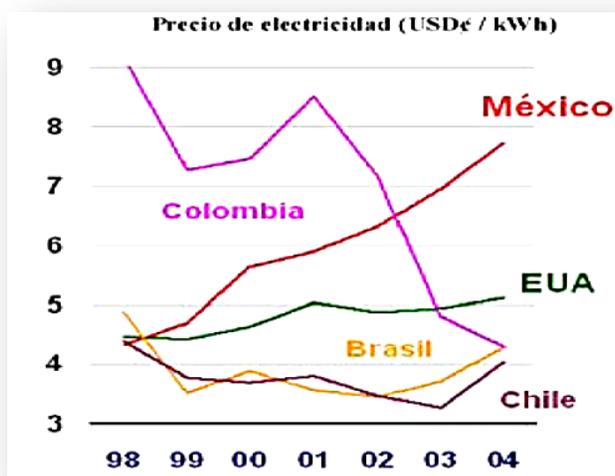


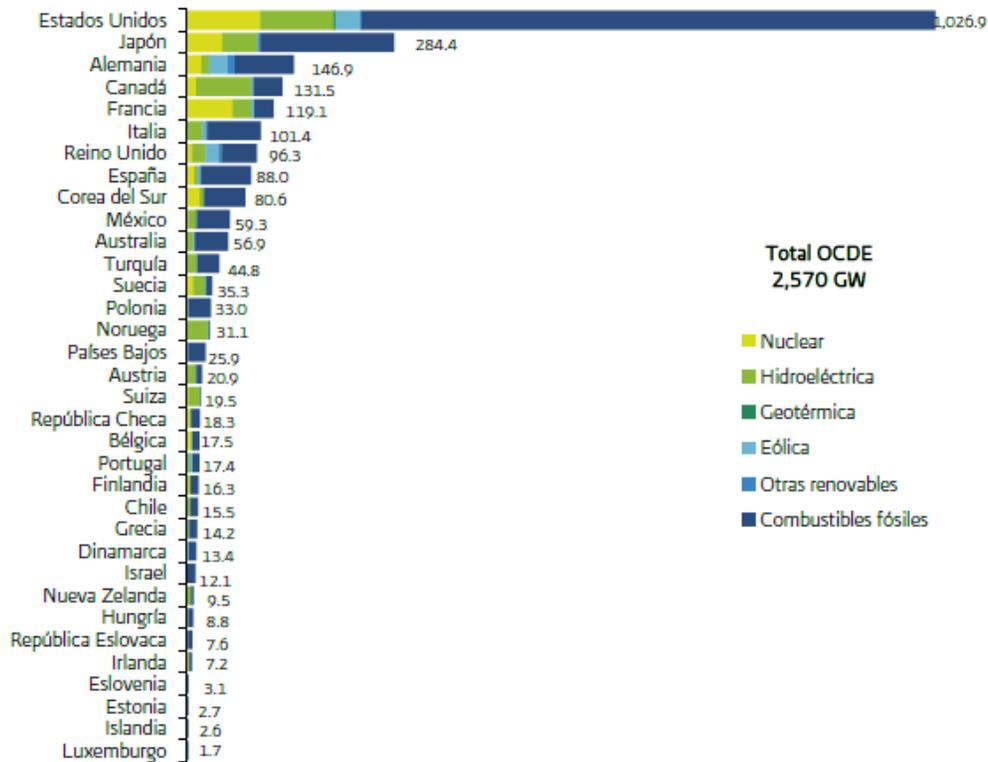
Figura 5: Costos de energía de México vs Otros países

(Fuente Foro Multilateral sobre políticas públicas México D.F)

En cuanto a la capacidad por tecnología para la generación eléctrica y considerando las condiciones de cada país, destaca la alta participación de la energía nuclear (53%) en Francia. Noruega y Canadá se caracterizan por contar con una capacidad instalada basada principalmente en energía hidráulica. En 2009 ésta representó 95.4% y 57.1% del total de

estos países, respectivamente. En Estados Unidos, la mayor parte de la capacidad instalada corresponde a tecnologías que utilizan combustibles fósiles.

Capacidad de generación de energía eléctrica en países miembros de la OCDE, 2009¹ (GW)



¹ Incluye generación centralizada y autogeneración de energía eléctrica.

Fuente: *Electricity Information 2011*, International Energy Agency.

Figura 6: Capacidad de generación de energía eléctrica en países miembros de la OCDE.

En la gráfica anterior se muestra la capacidad de generación de energía clasificado por tipo de generación donde se ve que México aún la cantidad de energía que genera la mayoría es de combustibles fósiles.

Derivado de la necesidad de disminuir los costos generados a manera de penalización por las elevaciones de potencia consumida ocurridas durante distintos instantes del día, y el consumo desmedido de energía en planta se observa lo siguiente:

- Es necesario establecer una metodología que permita la desconexión y el accionamiento ordenado de cargas, en base a prioridades definidas.

- Si el administración de cargas es encargado al personal operativo, presentan inconsistencia en su manejo, disminuyendo los beneficios que se buscan.
- Carencia en el mercado de una solución automática que se adapte de manera específica a los requerimientos de la industria nacional.

1.2 Importancia de eficiencia energética.

Los programas de eficiencia y ahorro de energía junto con los de fuentes alternas de energía no son una moda sino se han convertido en una compromiso de la humanidad para atender serias amenazas en los aspectos económicos, energéticos y ecológicos, han penetrado de tal manera que forma parte de los planes nacionales de desarrollo de los últimos sexenios y del actual.

La tecnología de los equipos de control de demanda eléctrica continúa avanzando en el mundo, sin embargo su introducción en el mercado mexicano no ha sido exitosa debido a algunos de los siguientes factores:

- Desconocimiento del concepto de demanda facturable y demanda eléctrica máxima.
- Temor a tener pérdidas en la producción.
- Desconocimiento de los beneficios económicos que pueden lograrse.
- Desconocimiento de los horarios base, intermedio y punta.
- Los equipos provenientes del extranjero están configurados a especificación de operación diferentes a las necesarias en México.

Para instalar un equipo que controle la demanda eléctrica de una empresa es necesario tener un amplio conocimiento del proceso productivo en cuestión, para asignar correctamente las prioridades de desconexión y reconexión, así como la duración de cada desconexión de los equipos.

Un plan de control de la demanda eléctrica puede aplicarse en aquellos procesos cuya operación tiene fuertes variaciones en la demanda máxima y bajos factores de carga como son empresas relacionadas con la fundición, minería, automotriz, maquiladora, papeleras,

etc., por otro lado es más fácil aunque no imposible, que un programa de este tipo pueda ser aplicado en industrias tales como electrónica, tiendas comerciales, edificios de oficinas, industria química, etc., en los cuales demanda es prácticamente constante y el factor de carga alto.

1.3 Comportamiento estacional y horario de la demanda

La carga o demanda global de un sistema la constituyen un gran número de cargas individuales de diferentes clases (industrial, residencial, comercial, etcétera) y de potencia pequeña respecto a la total requerida. Los instantes respectivos de conexión y desconexión de estas cargas son aleatorios, pero la potencia media requerida en un periodo dado por el conjunto de cargas sigue un patrón determinado que depende del ritmo de las actividades humanas en la región abastecida por el sistema eléctrico.

En la Figura 5 se muestran las curvas típicas de carga de las áreas del norte y del sur del país, correspondientes tanto a los días hábiles y no laborables como a las estaciones de invierno y verano de 1997. En dichas curvas, se puede apreciar que los perfiles de carga dependen de la región geográfica, de la estación del año y del tipo de día. Así, por ejemplo, se observa que durante los días hábiles se consume más electricidad que en los días no laborables.

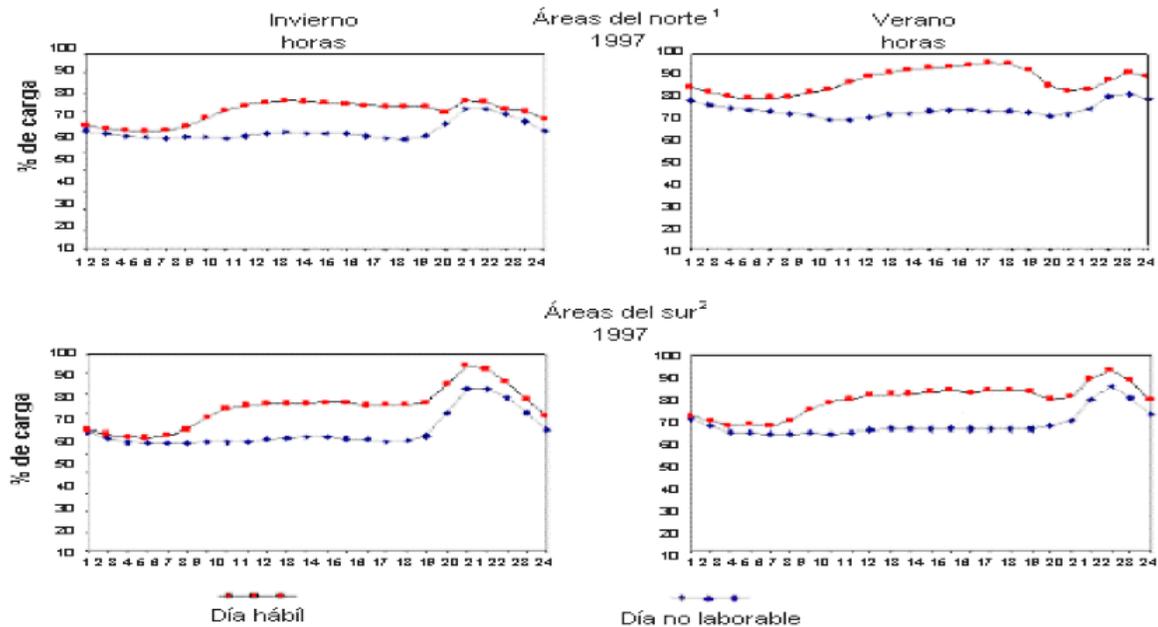


Figura 7: curva típica de carga.

Nota: La carga está expresada en por ciento de la demanda máxima anual

1.4 Importancia de la medición de energía

La medición de los parámetros eléctricos en las redes eléctricas trifásicas de las instalaciones comerciales, industriales y en sistemas eléctricos de potencia, nos permitirá **tomar decisiones de cómo, cuándo y por qué estamos utilizando esa energía** y nos dará la capacidad de reaccionar de acuerdo a ello. Por otra parte los cambios en las cargas o en la operación de los circuitos de baja tensión normalmente se realizan sin tomar en cuenta la capacidad original de las instalaciones. Esto ocasiona que se presenten problemas tales como:

- Capacidad instalada
- Desbalance de corriente
- Variaciones temporales de voltaje
- Bajo voltaje en los extremos de los circuitos
- Bajo factor de potencia
- Sobrecarga de circuitos

Estos problemas, si no se detectan y corrigen a tiempo, **producen envejecimiento acelerado de los cables y protecciones**, reduciendo su vida útil e incrementando el riesgo de fallas que puedan suspender el servicio de energía eléctrica por un tiempo prolongado. Por otro lado, la inclusión de equipos como controladores de velocidad de motores, hornos de arco, balastos, etc., producen corrientes armónicas que circulan a lo largo de toda instalación, provocando calentamiento en los motores y transformadores. Inclusive, las armónicas pueden no estarse generando dentro de la misma planta, sino ser recibidas del exterior a través de la acometida de energía eléctrica. En cualquier caso, es necesario medir la amplitud y frecuencia de dicha armónica para evitar calentamiento en motores y transformadores.

1.5 Administración de demanda de energía.

Las tarifas eléctricas de uso general de baja y media tensión de más de 25 kW contratadas incluyen, además del cargo por consumo (kWh) un cargo por demanda máxima (kW), este aspecto es de suma importancia y requiere un debido control del proceso.

El control y administración de la demanda, son todas las actividades, encaminadas, a optimizar el uso de la capacidad del equipo instalado, tanto de los usuarios como de los suministradores de energía eléctrica que consiste en reducir o controlar la demanda en kW durante un período de tiempo, comúnmente en el horario de mayor costo de la energía, optimizando la operación de los equipos eléctricos sin afectar el proceso de producción.

En términos generales, es la acción de interrumpir por intervalos de tiempo la operación de cargas eléctricas que inciden directamente sobre la demanda facturable, a fin de reducir o limitar los niveles de consumo en razón de los precios tarifarios comúnmente conocido como cambio de hábito de consumo.

Es importante señalar que el cambio de hábito de consumo, se plantea como una alternativa de ahorro económico en sistemas eficientes ya que actualmente el cargo por

demanda representa entre un 20 a un 30% de la facturación eléctrica, además de la reducción en el cargo por demanda, también se verá reflejado en el cargo por consumo en el horario punta.

Por lo anterior, se requiere que las personas que están aplicando este tipo de programas tengan un amplio conocimiento del proceso productivo de la empresa y su capacidad de flexibilidad. Asimismo, tener conocimientos sobre los consumos horarios, particulares y totales, además de los costos de producción y su balance.

El cambio de hábito, no es disminuir el consumo de energía, se trata de hacer un uso más eficiente y efectivo de la potencia que se demanda. Sin embargo en el proceso de análisis, para controlar las cargas se encontrarán innumerables vicios ocultos, que podrán ser evaluados por los expertos de cada proceso para erradicarlos y de esta manera reducir significativamente el uso de energía eléctrica.

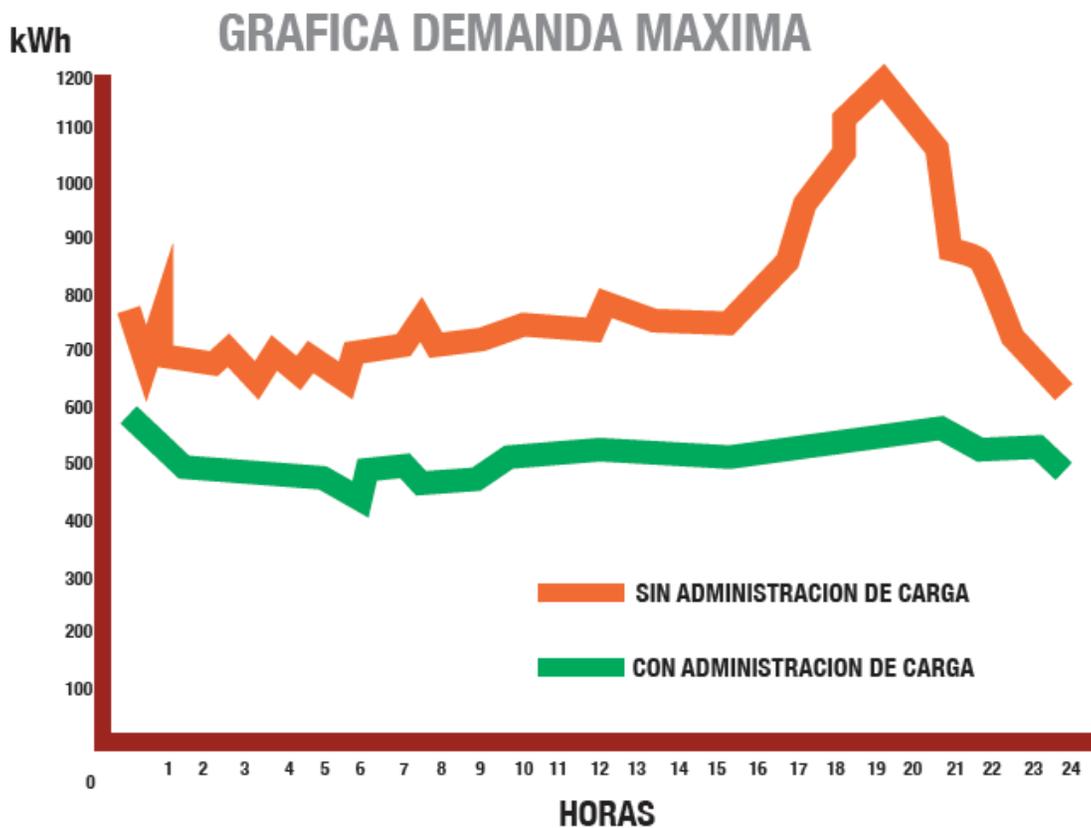


Figura 8: Grafica de demanda máxima

En la gráfica anterior se muestra la diferencia de consumo de energía eléctrica entre donde sí se administra la carga y en la cual no se administra la carga, donde se ve la diferencia clara en el consumo donde se está administrando la carga se ven menos picos de consumo.

1.6 Importancia de monitoreo de consumo de energía eléctrica.

Contar con un sistema de monitoreo de consumo eléctrico es fundamental para el buen funcionamiento de empresas, edificios, universidades, hospitales o cualquier institución que cuente áreas críticas de funcionamiento.

El sistema de monitoreo de energía nos entrega información del comportamiento actual de nuestra red eléctrica lo cual nos ayuda a prevenir fallas que ocasionen el corte parcial o prolongado en áreas críticas, así mismo podemos mejorar nuestra red a partir de esta información; también nos ayuda a administrar mejor nuestras cargas y reducir costos de facturación.

1.7 Monitoreo de variables climáticas.

El clima muy importante en el consumo de energía debido a que los usuarios deben o no contar con equipamiento para el acondicionamiento del espacio. En México, su gran variedad a lo largo y ancho del territorio nacional va desde los climas cálidos húmedos de las costas hasta los cálidos secos en algunas ciudades del país. La importancia de esta variable radica en el hecho de que los usuarios domésticos, particularmente, pueden llegar a consumir hasta 10 o más veces energía en el verano, comparándolo con su consumo en invierno. El Tabla 1 se muestra el por ciento de usuarios, por rango de consumo, de los promedios durante seis meses: verano e invierno.

Por ciento de usuarios, por rango de consumo en invierno y en verano, en climas calurosos.

Rango de consumo (kWh/mes)		0-75	76-125	126-300	301-1 000	1 000-2 000	2 001 o más
Invierno	Parcial	21.59	22.47	44.64	11.03	0.23	0.04
	Acumulado	21.59	44.06	88.70	99.73	99.96	100.00
Verano	Parcial	13.16	9.00	36.70	36.46	4.00	0.68
	Acumulado	13.16	22.16	58.86	95.32	99.32	100.00

Tabla 1: Porcentaje de usuarios, por rango de consumo.

Época del año. Se acostumbra hablar de época de verano como aquélla con un mayor periodo de calor en los meses de julio y agosto. Sin embargo, el país presenta una gran variedad de periodos de verano, si se le puede llamar de esta forma. En efecto, la latitud del territorio nacional va de los 15° a los 32° norte, teniendo en el 23.5° el Trópico de Cáncer, donde el 21 de julio los rayos solares inciden perpendicularmente en este punto. Por tal motivo, las tarifas de la CFE aplicables a climas extremos duran seis meses, pero en diferentes épocas del año. El tabla 2 muestra que algunas ciudades, localizadas en el sur inician muy temprano su “periodo de verano“, mientras que en otras empieza posteriormente.

Ciudades ejemplo del periodo de verano.

Ciudades ejemplo	Periodo	
	febrero-julio	abril-septiembre mayo-octubre
Tapachula, Chiapas	x	
Chetumal, Quintana Roo		
Veracruz, Veracruz		
Monterrey, Nuevo León		x
Hermosillo, Sonora		
Ciudad Juárez, Chihuahua		
Mexicali, Baja California		x

Tabla 2: Ejemplo de ciudades del periodo de verano.

1.8 Antecedentes de demanda

Si bien en México se está abriendo un mercado para la implantación de sistemas de ahorro de energía eléctrica, éstos tienen ya un largo posicionamiento en otros países.

En estados unidos La aceptación es tal que por lo menos en 26 estados se motivan a las empresas a la recuperación de los costos e incentivos financieros de las empresas. Se tienen 300 empresas actualmente aplicando programas de manejo de demanda, al igual que 24 estados utilizan los incentivos financieros.

En los Estados Unidos, las compañías eléctricas norte americanas gastan más de \$4, 000, 000 de dólares al año en programas de ahorro de energía,

En Estados Unidos reportan programas de manejo de demanda, con un ahorro de 61,842 millones de KWh (2 %de las ventas anuales).

En Europa, los organismos gubernamentales son los encargados de los programas de manejo de demanda, como el NOVEM en Holanda, NUTEK en Suecia, NVE en Noruega y OFFER en Inglaterra (Moen, 1993).

Los países de la Comunidad Económica Europea (CEE) no pueden realizar políticas energéticas independientes, por lo que se buscan objetivos comunes de transparencia y eficiencia al incentivar la competencia, desarrollando nuevas técnicas de gestión de la demanda.

Japón es el país más eficiente en cuanto al ahorro de energía (Nagata, 1993), sin embargo no se utilizan los esquemas de manejo de demanda utilizados en América del Norte y Europa Occidental.

Los japoneses mencionan que aunque la terminología es nueva, ellos fueron los que primero implementaron los programas de manejo de demanda durante la primera guerra mundial.

Los japoneses están más enfocados en la ocupación de espacio, por lo que se aplica más la energía solar en los programas de manejo de demanda.

Latinoamérica es una región del mundo que cuenta con el 8% de la población mundial, y genera el 8.7% de la actividad económica total. La región consume el 6% de la energía primaria comercial del mundo.

En la actualidad se desarrolla con proyectos específicos en Argentina, Brasil, El Salvador y Perú. Al tomarse en cuenta los crecimientos económicos de demanda de electricidad, además de los esfuerzos que se hacen en dichos países para alcanzar un grado mayor de electrificación.

1.9 Hipótesis.

Es posible que a partir del estudio de variables climáticas, predecir a través de modelos, la demanda de energía eléctrica e implementar una estrategia de control inteligente para controlar la demanda máxima de energía eléctrica; además, en los sistemas de monitoreo de energía la premisa fundamental consiste en que a partir de la visualización amigable del consumo de energía eléctrica lograr un cambio en el comportamiento en los usuarios para motivarlos a ahorrar energía eléctrica.

1.10 Objetivo

Estudiar los diferentes modelos de predicción de energía eléctrica a partir del comportamiento de las variables climáticas para establecer una estrategia innovadora de control inteligente de demanda máxima y crear una interfaz gráfica amigable para el usuario; la cual, lo motive al ahorro de energía eléctrica; además con este sistema integral de monitoreo, predicción y control evitar emisiones de CO₂ y multas impuestas por la compañía suministradora de energía eléctrica.

1.11 Justificación.

Debido a que estamos en una época donde se tienen que reducir los consumos de electricidad se busca otro método para la reducción de consumo de energía, tratando de no implementar demasiada instrumentación extra al sistema ya instalado como viene siendo el monitoreo y control de demanda.

El sistema de monitoreo presentado en el estudio se integra a una interfaz de usuario amigable, con hardware potente y flexible. Por lo tanto, se pueden realizar varias funciones fácilmente y con seguridad por acciones simples. Por otro lado, el sistema que se presenta en nuestro trabajo se desarrolla en la Universidad Autónoma de Querétaro, por lo que puede ser utilizado por los estudiantes del área de automatización para aprender acerca de sistemas de energía y sus parámetros.

El uso de software analítico para realizar cálculos comparativos y mostrar tendencias mejora aún más su capacidad para identificar las áreas de ahorro y evaluar el resultado de las acciones.

La característica de los planes de control de energía eléctrica es reducir los períodos pico de consumo, de forma remota sin interferir con el funcionamiento natural de ciertos dispositivos. El aumento explosivo de la demanda pico por el mundo y el crecimiento económico ha creado gran preocupación de las empresas eléctricas en torno a la necesidad de que el crecimiento de la oferta en el corto plazo, ya sea a través de la capacidad existente o mediante futuras ampliaciones finalizar de forma ligada.

CAPITULO II

2. Marco Teórico

2.1 Introducción.

A través de los tiempos el hombre se ha valido de múltiples servicios que le han proporcionado confort a su subsistencia, tal es el caso de la energía eléctrica que ha tenido un papel preponderante en el desarrollo de la sociedad por que permite el avance de la tecnología en la vida moderna, [referencias 6,9,12] y a su vez ésta ofrece equipos cada vez más sofisticados que brindan recreación, entretenimiento y comodidades, estos adelantos han hecho que el consumo en los hogares y empresas crezca de manera desmedida: Así como ha crecido la demanda energética también lo han hecho los costos que por esta se pagan en los últimos años [15,21,24] (autor, año; autor, año; autor, año).

En la mayoría de las facturas eléctricas a empresas, existen tres términos que conforman el costo mensual final:

- Consumo de energía activa (KWh).
- Consumo de energía reactiva para obtener el factor de potencia (KVARh).
- Término de potencia o demanda máxima.

Tradicionalmente, las empresas han centrado sus esfuerzos de ahorro en dos factores: [13]

- Reducción de la cantidad de KWh consumidos de manera mensual.
- Mejora el Factor de potencia.

Sin embargo, existe un tercer factor para reducir costos, el cual consiste en una buena administración de la potencia utilizada, permitiendo reducir los niveles de operación en horarios claves [24,25], y evitar penalización por una elevada potencia consumida en ciertos instantes de tiempo, lo anterior es conocido como demanda máxima.

2.2 Variables eléctricas

En este apartado se discutirán los términos y definiciones empleados para describir el comportamiento y el consumo de energía eléctrica.

2.2.1 Corriente (I)

La **corriente** o **intensidad eléctrica** es el flujo de carga por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de los electrones en el interior del material. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo), unidad que se denomina amperio. Una corriente eléctrica, puesto que se trata de un movimiento de cargas, produce un campo magnético, un fenómeno que puede aprovecharse en el electroimán.

2.2.2 Tensión eléctrica (V)

La tensión es independiente del camino recorrido por la carga y depende exclusivamente del potencial eléctrico de 2 puntos en el campo eléctrico.

Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá un flujo de electrones. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico (ley de Henry). Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica. Cuando se habla sobre una diferencia de potencial en un sólo punto, o potencial, se refiere a la diferencia de potencial entre este punto y algún otro donde el potencial se defina como cero.

2.2.3 Potencia

2.2.3.1 Potencia eléctrica

Es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).

Cuando una corriente eléctrica fluye en cualquier circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz (lámpara incandescente), movimiento (motor eléctrico), sonido (altavoz) o procesos químicos. La electricidad se puede producir mecánica o químicamente por la generación de energía eléctrica, o también por la transformación de la luz en las células fotoeléctricas. Por último, se puede almacenar químicamente en baterías.

2.2.3.2 Potencia aparente (S)

La potencia aparente de un circuito eléctrico de corriente alterna, es la suma de la potencia que disipa dicho circuito y se transforma en calor o trabajo (conocida como potencia promedio, activa o real, que se designa con la letra P y se mide en vatios (W)) y la potencia utilizada para la formación de los campos eléctrico y magnético de sus componentes, que fluctuará entre estos componentes y la fuente de energía (conocida como potencia reactiva y se mide en voltamperios reactivos). Esto significa que la potencia aparente representa la Potencia total desarrollada en un circuito con impedancia.

2.2.3.3 Potencia activa (P)

Es la potencia capaz de transformar la energía eléctrica en trabajo. Los diferentes dispositivos eléctricos existentes convierten la energía eléctrica en otras formas de energía tales como: mecánica, lumínica, térmica, química, etc. Esta potencia es, por lo tanto, la realmente consumida por los circuitos y, en consecuencia, cuando se habla de demanda eléctrica, es esta potencia la que se utiliza para determinar dicha demanda.

2.2.3.4 Potencia reactiva (Q)

La potencia reactiva (y la energía reactiva) no es una potencia (energía) realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor medio es nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltampers reactivos (VAr).

La compañía eléctrica mide la energía reactiva con el contador (kVArh) y si se superan ciertos valores, incluye un término de penalización por reactiva en la factura eléctrica.

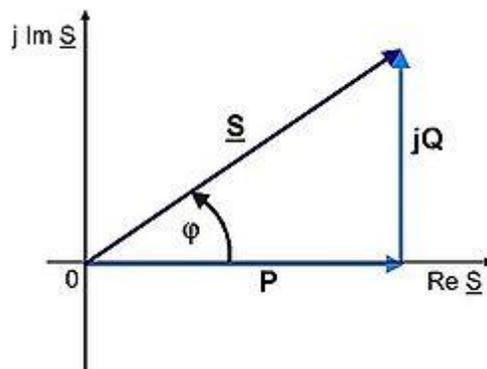


Figura 9: Triángulo de potencias.

Dado que la potencia activa (P) es la que define el trabajo útil en la instalación (necesidades del edificio o planta industrial) podemos considerarla fija. Por tanto a mayor potencia reactiva (Q) mayor potencia aparente (S) y por tanto mayor circulación de intensidad por la instalación eléctrica.

2.2.3.5 Factor de potencia.

Es un indicador sobre el correcto aprovechamiento de la energía, de forma general es la cantidad de energía que se ha convertido en trabajo.

Se define el factor de potencia como:

$$f.d.p. = \frac{P}{|S|} = \cos(\Phi)$$

El factor de potencia puede tomar valores entre 0 y 1, lo que significa que:



Figura 10: Factor de potencia correcto.

El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo. Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.

Considerando lo anterior el factor de potencia por debajo del 90% significa energía desperdiciada por su empresa y en consecuencia un incremento innecesario en el importe de su facturación por este concepto. De acuerdo al comportamiento del factor de potencia se aplica una penalización cuando el f.p. es menor al 90% o bonificación cuando el f.p. es mayor al 90% conforme a lo siguiente:

CONCEPTO	FÓRMULA	% MÁXIMO APLICABLE
BONIFICACIÓN	$\frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{F.P.} \right) \right] \times 100$	2.5
PENALIZACIÓN	$\frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{F.P.} \right) - 1 \right] \times 100$	120

Figura 11: Factor de Potencia cálculo de porcentaje.

2.2.3.6 Conceptos de facturación eléctrica.

Energía: Es el consumo de energía eléctrica en kWh que se consumen en el periodo de facturación.

Carga instalada: Es la capacidad total en kW conectada a la instalación eléctrica.

Demanda: Es el valor en kW medido en un instante.

Demanda máxima: Es la demanda medida en kW durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica fue mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en periodo de consumo.

2.3 DEMANDA MÁXIMA

2.3.1 Definición de demanda máxima

La demanda máxima es la potencia en kilowatts (KW) acumulada o mantenida durante un determinado período de tiempo, generalmente entre 8 y 30 minutos [25],[31], el período más habitual en la mayoría de países así como en México es de 15 minutos. La potencia es calculada por un maxímetro que registra el mayor valor alcanzado en un mes, sirviendo de parámetro para efectos de facturación.

La demanda registrada por el contador de energía está dada por la ventana de 15 minutos **Fig.3**. Del punto A al B, se aprecia, que si bien existe un valor pico, no es registrado como valor máximo, ya que se toma siempre el promedio de los valores presentes en la ventana.

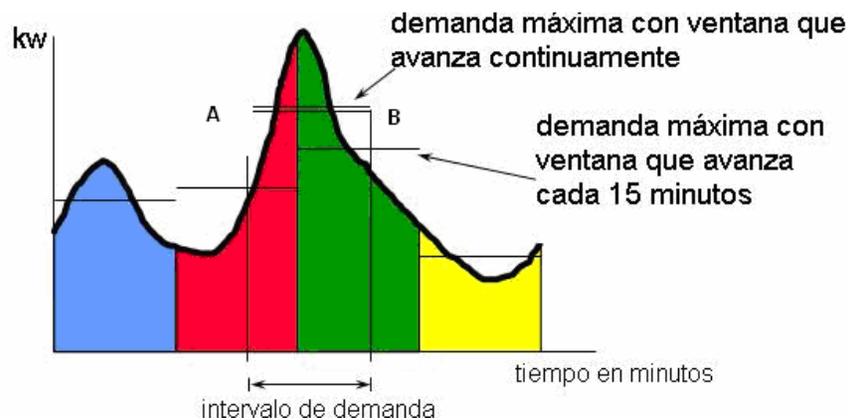


Figura 12: Demanda máxima en un periodo de 15 minutos.

2.3.2 Cálculo de la demanda máxima

Hay distintas formas para calcular la demanda máxima, el común radica en la medición promediada de una ventana con un ancho de tiempo de 15 minutos, pero la parte variable está en los instantes de tiempo en el cual la ventana inicia, para lo cual existen tres variantes que son:

- **Ventana Fija:** La empresa suministradora de energía proporciona cada período un impulso para sincronizar el inicio del período de la máxima demanda.

- **Ventana deslizante:** No hay un pulso de sincronización, por eso se toman siempre los últimos 15 min. Cada segundo se actualiza el valor con los últimos 15 min.
- **Ventana sincronización de tiempo:** Es una variante de la ventana fija. La empresa proporciona un impulso de sincronización al inicio del día que indica el inicio del primer período. A continuación, y el resto del día, las sincronizaciones de cada período las proporciona el propio reloj del equipo.

2.3.3 Control de demanda máxima

Un controlador de demanda es básicamente un dispositivo que actúa sobre una señal, que temporalmente apaga cargas eléctricas predeterminadas, con el propósito de mantener la demanda máxima bajo control [27], [32], el equipo apaga o establece ciclos de trabajo a las cargas cuando la demanda alcanza un valor o crece a una tasa preseleccionada, las más comunes a manipular de manera general suelen ser:

- Iluminación
- Compresores
- Aires acondicionados
- Bombas
- Ventiladores y extractores
- Embaladoras
- Trituradoras
- Otras...

Se actúa sobre aquellas cargas que no intervienen de manera directa con el proceso productivo, se pueden disminuir, eliminar o diferir de los horarios punta donde CFE impacta los costos más elevados [31].

Los controladores de demanda en general deben tener algunos de siguientes componentes principales:

- Transformadores de corriente, para proveer una señal de entrada desde el suministro de CFE al controlador de demanda.
- Transductores, para convertirla señal de entrada de Watts a una señal en mili volts.
- Controlador de demanda, para monitorear los niveles de potencia a la entrada y actuar cuando éstos se aproximen al nivel pico de la demanda preseleccionada.

- Panel de relevadores, para mandar señales de control a las cargas.

Algunas unidades más sofisticadas añaden varios parámetros comunes, para ofrecer un equipo más avanzado y versátil.

- Controles de reloj, que son usados para rotar la selección de varias cargas sobre una base de tiempo, y también para controlar el tiempo máximo que una carga está apagada.
- Programador de ciclos de trabajo, para determinar los tiempos y períodos del ciclo de apagado de una carga durante diferentes horas de operación.
- Programador de la hora del día, que añade la posibilidad de apagar equipos independientemente de la demanda.
- Equipos diversos como son: sensores, analizadores, fuente externa de alimentación, memorias de estado sólido, etc.

2.4 Applet y firma de applet.

Un applet es un componente de una aplicación que se ejecuta en el contexto de otro programa, por ejemplo en un navegador web. El applet debe ejecutarse en un contenedor, que le proporciona un programa anfitrión, mediante un plugin,¹ o en aplicaciones como teléfonos móviles que soportan el modelo de programación por "applet".

Es posible que en algunos casos necesitemos que un applet se conecte a un servidor Web, distinto del servidor de donde se ha bajado el propio applet, o que necesite escribir en el disco local algún tipo de información. Por las restricciones de seguridad de la JVM, esto no es posible, ya que para evitar ataques maliciosos un applet se ejecuta en un entorno controlado.

Si queremos desactivar estas restricciones de seguridad es necesario que el applet esté “firmado” por alguna entidad de confianza para el cliente. De esta forma el cliente puede estar tranquilo porque sabe que la ejecución del applet no va a tener ningún efecto malicioso en su equipo.

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

El presente capitulo muestra las diferentes estrategias y métodos utilizados en el desarrollo de esta investigación, que abarca desde la descripción del sitio donde se colocó todo el equipo para realizar la medición de las variables hasta la instalación y puesta en marcha de los equipos de monitoreo hasta la programación de la interfaz gráfica y poner en red local la interfaz.

3.1 Arranque del proyecto

El arranque del proyecto empezó desde la cotización del material necesario para el monitoreo de las variables hasta la construcción del cuarto de control donde está la subestación de energía de todo el edificio así también donde se colocaron todos los instrumentos necesarios para el monitoreo.

3.2 Lugar

El lugar donde se llevó a cabo el proyecto fue dentro de la universidad autónoma de Querétaro en la facultad de ingeniería en el edificio de posgrado. En la figura 13 la se muestra el lugar donde se construyó el cuarto de control donde se colocó toda la instrumentación del proyecto y en la figura 14 se muestra el cuarto de control ya terminado de construir.



Figura 13: Cuarto de control terminado de construir.



Figura 14: Cuarto de control terminado de construir.

3.3 Selección de estación meteorológica

En esta etapa se buscó y se cotizó en el mercado una estación meteorológica considerando algunos puntos indispensables para nuestro proyecto que fue el precio adecuado para nuestro proyecto, el tiempo de entrega de parte del proveedor así también la asistencia técnica del mismo proveedor referente a la estación y otro punto muy importante la lectura de datos para poder acceder de forma fácil a ellos e interpretación de datos, considerando estos puntos se seleccionó la estación de hobo con data logger hobo u-30 USB y sensores hobo. En la figura 15 se muestra el data logger.



Figura 15: HOBO U30 USB Data Logger

El data logger es el encargado de tomar la lectura de todos los sensores almacena en su memoria interna donde por medio USB y de un programa hoboware (figura 16) podemos acceder a los datos y guardarlos en la PC.



Figura 16: Hoboware PRO

El data logger contiene una pila recargable de 4 volts, 4.5 AHr intervalo de muestra es de 1 segundo a 18 horas el usuario lo puede especificar por medio de hoboware tiempo de precisión es de 0 a 2 segundos para el primer dato y ± 5 segundos por semana a 25° C es aprueba de agua el tamaño máximo de cable de los sensores es de 100 metros utiliza una celda solar externa en nuestro caso utilizamos la de 1.2 Watts (fig. 3.2c).



Figura 17: Panel solar 1.2 Watt, 6 Volt.

3.4 Sensores

3.4.1 Temperatura y humedad

Sensor inteligente de temperatura y humedad de hobo se muestra en la figura 18 donde este sensor se conecta al data logger para poder leer los datos su rango de medición es en temperatura de -40°C a 75C (-40°F a 167°F), En la figura 19 muestra la curva de precisión y resolución respecto a la temperatura. Rango de humedad es de 0 – 100% la exposición a condiciones inferiores a -20 ° C (-4 ° F) o superior al 95% de humedad relativa puede aumentar temporalmente el máximo error del sensor de humedad relativa por un adicional de 1% en la figura 3.3.1D se muestra la curva de humedad

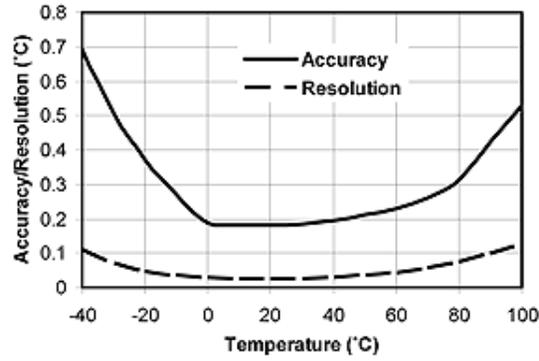


Figura 18: Curva de precisión del sensor de temperatura.

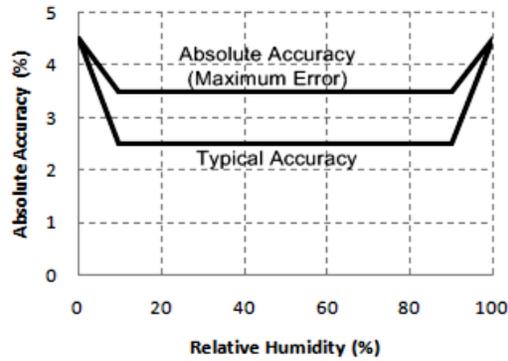


Figura 19: Curva de precisión del sensor



Figura 20: 12-bit Temperature/RH Smart Sensor

Para obtener mejores resultados en la lectura de este sensor es conveniente colocarle un escudo de protección de radiación solar como el que se muestra en la figura 21.



Figura 21: Solar Radiation Shield.

3.4.2 Velocidad y dirección del viento

Sensor inteligente de velocidad y dirección del viento de hobo donde este sensor se conecta al data logger para poder leer los datos su rango de medición es en velocidad del viento, como se muestra el sensor en las figuras, la precisión de este sensor es ± 1.1 m/s y la resolución es de 0.38 m/s. El rango de la dirección del viento es 0 a 355 grados, 5 grados es la banda muerta, la precisión es de ± 5 grados y la resolución es de 1.4 m/s.



Figura 23: Sensor de velocidad de viento



Figura 22: Sensor de dirección de viento

3.4.3 Pluviómetro

El rango de medición de precipitación es de 0 – 10 cm, el simple mecanismo de una cubeta con una báscula para medir, la precisión del sensor es de ± 1.0 , requiere una calibración anual y su resolución es de 0.2 mm (Figura 24).



Figura 24: Pluviómetro

3.4.4 Sensor de potencia

Este sensor consiste en dos etapas, una es primero el sensor de potencia directa con las fases a medir donde en este caso se utilizaron unos transformadores de corriente 0 – 100 Amps donde este sensor es montado alrededor del cable a medir, este transformador tiene una salida proporcional a la corriente de voltaje, tiene una entrada nominal de corriente de 1 – 200 Amp una salida de 0.333V AC en corriente nominal, opera desde los 30 Hz a 1000 Hz, una precisión $\pm 1\%$ de la corriente nominal (Figura 25).



Figura 25: 0 - 100 AMP Split-core AC Current Transformer

La otra parte de este sensor es la parte que transforma esta salida de voltaje para que el data logger pueda hacer la lectura de la variable a medir esta consiste en un transductor de kilowatt hora llamado wattnode de hobo se muestra en la figura 26, este es un medidor de 1, 2 o 3 fases ya sea en delta o estrella de 208/240 volts dependiendo de la configuración,

donde es necesario los transformadores de corriente, la salida es en pulsos que los reconoce el data logger, el rango de voltaje de operación es de $\pm 20\%$ del voltaje nominal, precisión es de $\pm 0.45\%$.

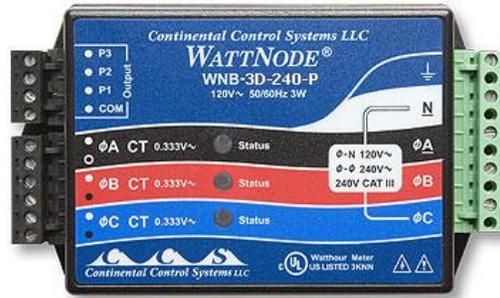


Figura 26: WattNode 208/240 VAC 3-phase Delta/Wye kWh Transducer Sensor

En la figura 3.3.4C se muestra la conexión que hicimos en nuestro proyecto debido a las condiciones que tiene la subestación de energía que es de tres fases tipo delta.

Un punto importante es que los transformadores deben estar en la posición adecuada al flujo de la corriente como se muestra en la figura 27 donde en los transformadores encontramos una flecha donde nos indica la posición como deben de conectarse los transformadores.

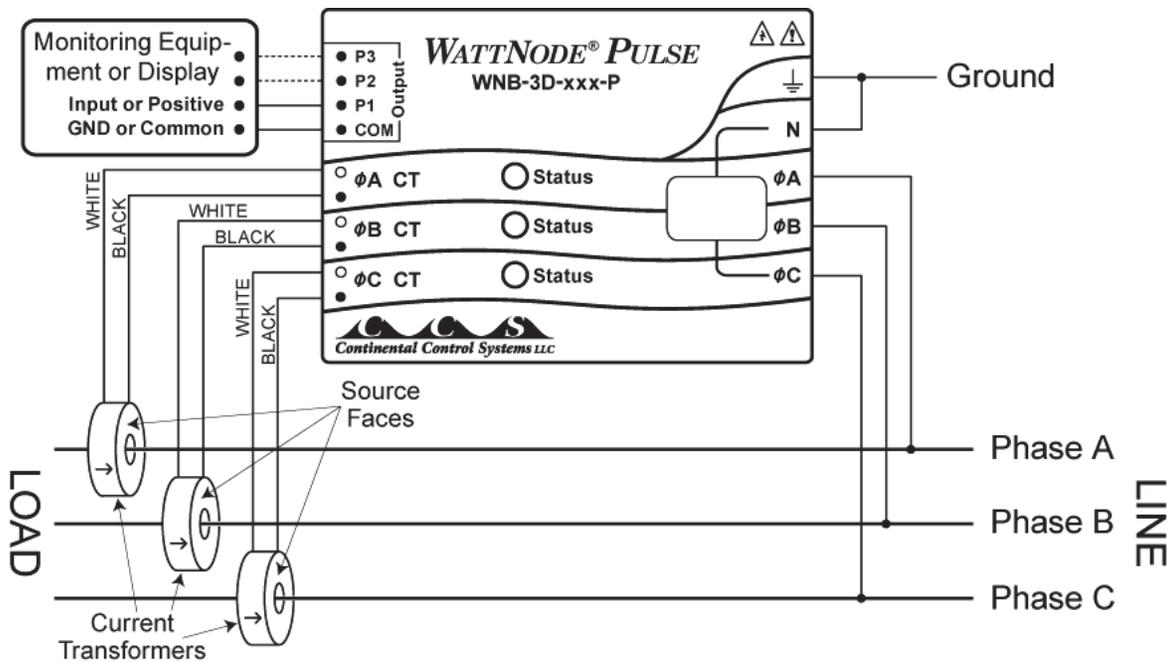


Figura 27: Tres fases tres cables conexión tipo delta.

Al realizar las pruebas cuando se obtuvo el equipo se revisó todos los parámetros necesarios para poder realizar la medición se encontró que el datos que arrojaba el WattNode eran cuentas de pulsos, que estas se usan para calcular la energía, este caso el proveedor nos proporciona algunas fórmulas para calcular energía:

$$\text{Energia}(\text{watt} - \text{horas}) = \text{WHpP} * \text{CuentasPulsos}$$

$$\text{Potencia (Watts)} = \text{WHpP} * 3600 * \text{PulseFreq} \quad (2)$$

Donde WHpP es watts hora por pulso este valor es dado por una tabla donde está en función de qué modelo de WattNode se utiliza y también el tamaño del transformador de corriente hablando de rango en corriente, en nuestro proyecto el valor encontrado en la tabla es de 2.5 porque nuestro modelo de WattNode es 3D-240 y el tamaño del transformador es de 100 Amps en la tabla se muestra.

Teniendo el valor WHpP y obteniendo las cuentas de pulsos podemos calcular la energía (Watts-horas).

CT Size (amps)	Watt-hours per pulse (WHpP)				Pulses Per kilowatt-hour (PpKWH)			
	3Y-208 3D-240	3Y-400 3D-400	3Y-480 3D-480	3Y-600	3Y-208 3D-240	3Y-400 3D-400	3Y-480 3D-480	3Y-600
5	0.125	0.2396	0.2885	0.3615	8000.00	4173.91	3465.70	2766.57
15	0.375	0.7188	0.8656	1.0844	2666.67	1391.30	1155.24	922.190
20	0.500	0.9583	1.1542	1.4458	2000.00	1043.48	866.426	691.643
30	0.750	1.4375	1.7313	2.1688	1333.33	695.652	577.617	461.095
50	1.250	2.3958	2.8854	3.6146	800.000	417.391	346.570	276.657
60	1.500	2.8750	3.4625	4.3375	666.667	347.826	288.809	230.548
70	1.750	3.3542	4.0396	5.0604	571.429	298.137	247.550	197.612
100	2.500	4.7917	5.7708	7.2292	400.000	208.696	173.285	138.329
150	3.750	7.1875	8.6563	10.844	266.667	139.130	115.523	92.219
200	5.000	9.5833	11.542	14.458	200.000	104.348	86.643	69.164
250	6.250	11.979	14.427	18.073	160.000	83.478	69.314	55.331
300	7.500	14.375	17.313	21.688	133.333	69.565	57.762	46.110
400	10.000	19.167	23.083	28.917	100.000	52.174	43.321	34.582
600	15.000	28.750	34.625	43.375	66.667	34.783	28.881	23.055
800	20.000	38.333	46.167	57.833	50.000	26.087	21.661	17.291
1000	25.000	47.917	57.708	72.292	40.000	20.870	17.329	13.833
1200	30.000	57.500	69.250	86.750	33.333	17.391	14.440	11.527
1500	37.500	71.875	86.563	108.44	26.667	13.913	11.552	9.2219
2000	50.000	95.833	115.42	144.58	20.000	10.435	8.6643	6.9164
3000	75.000	143.75	173.13	216.88	13.333	6.9565	5.7762	4.6110
any	<u>CtAmps</u> 40	<u>CtAmps</u> 20.87	<u>CtAmps</u> 17.329	<u>CtAmps</u> 13.833	<u>40.000</u> <u>CtAmps</u>	<u>20.870</u> <u>CtAmps</u>	<u>17.329</u> <u>CtAmps</u>	<u>13.833</u> <u>CtAmps</u>

Tabla 3: Para cálculo de Wattnode

Para poder calcular la potencia es necesario el *PulseFreq* que es la frecuencia de pulsos (Hertz). Puede ser calculado por la cuentas de números de pulsos en un periodo de tiempo fijo dividido por el número de segundos del periodo de tiempo fijado.

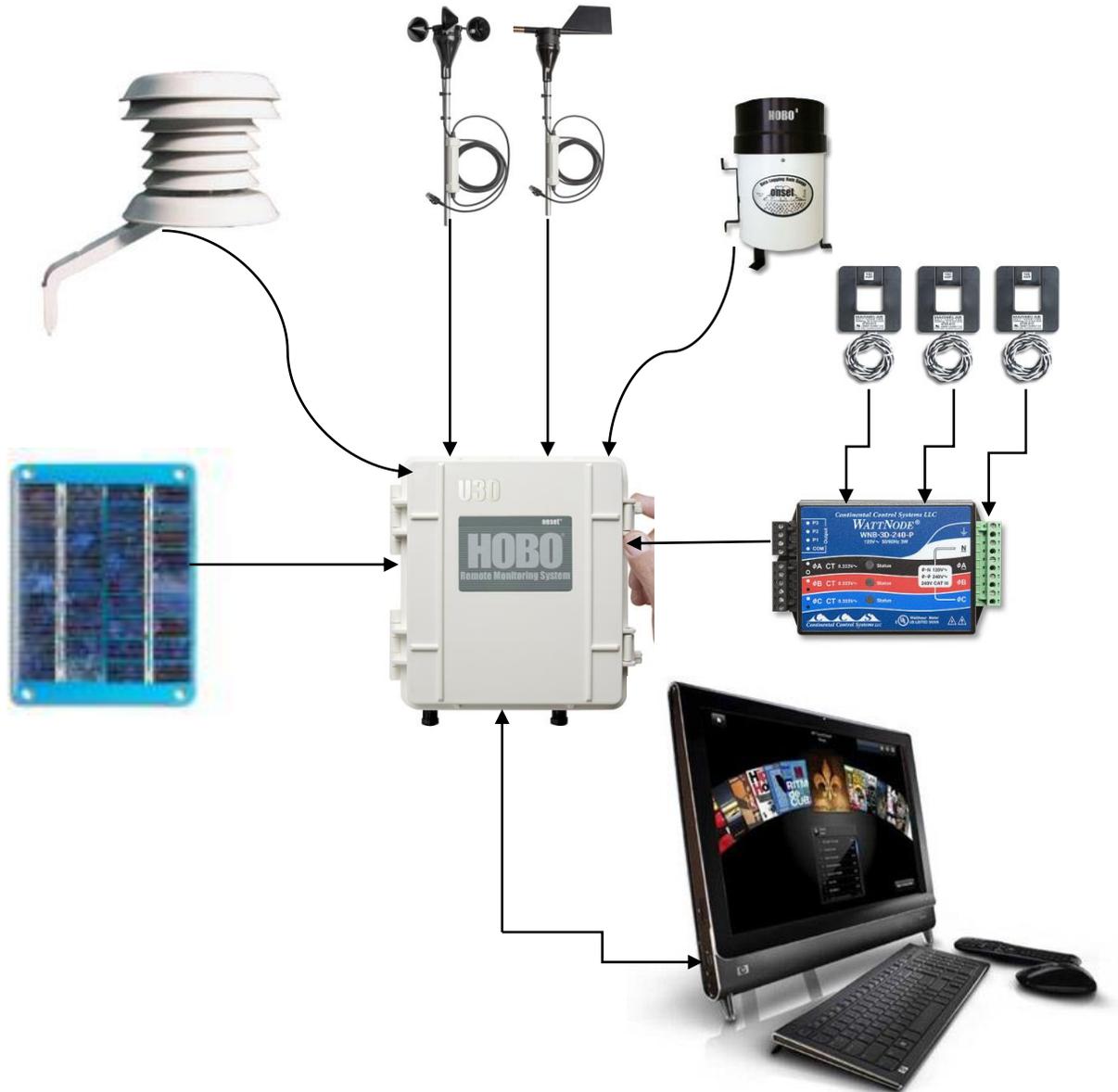
$$PulseFreq = \frac{PulseCount \text{ en tiempo fijo}}{\text{tiempo fijo (s)}}$$

Una vez obteniendo este parámetro y el WHpP podemos calcular la potencia en Watts.

Por ejemplo si estamos tomando la lectura de los datos en un tiempo de 5 minutos entonces nuestro *PulseFreq* sería el número de cuentas obtenidas entre el intervalos de tiempos que en este serian 300 segundos, ahora sustituimos en la ecuación 2, donde conocemos el parámetro WHpP que para nuestro proyecto es de 2.5, tendríamos la potencia en watts dividimos entre 1000 obtendríamos kilowatts.

3.5 Diagrama de conexión de la estación meteorológica

En la siguiente imagen se muestra como quedo la conexión de todos los sensores conectados. Por medio de la PC accedemos a la configuración de la estación así también a la lectura de datos.



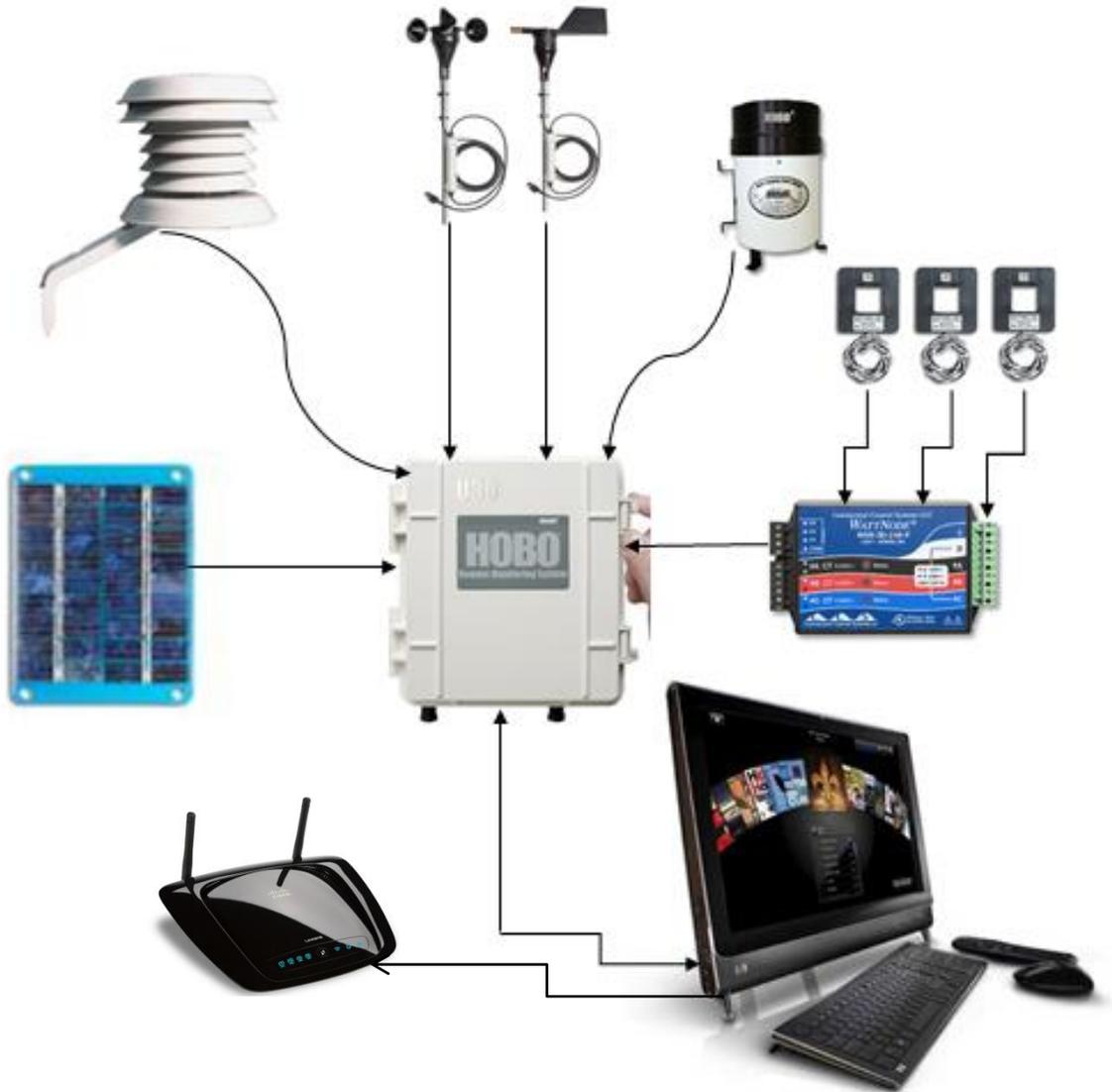


Figura 28: Figura de la arquitectura del proyecto

En esta figura se muestra como se conecta la computadora que está descargando la información constantemente conectada a un router, donde por medio de un servidor virtual (Apache), cualquier PC que se conecte a la red que crea el router puede ver la información, solo es necesario ver la IP que tiene asignada la PC de monitoreo.

3.6 Hoboware

En esta parte se utiliza el programa proporcionado por los proveedores de la estación meteorológica donde trae algunas herramientas muy útil que se utiliza en este proyecto que la herramienta donde se programa la con intervalos de tiempos que uno desea el tiempo de las lecturas, donde es aquí se crea de forma automática el archivo separado por comas con terminación “.CSV” y cada vez que se toma una lectura se crea una nueva fila.

3.7 Desarrollo de interfaz

Para el desarrollo de la interfaz para el monitoreo se realizó después de haber revisado que la estación funcionara correctamente hacer lagunas pruebas para poder realizar la configuración de los sensores dejando la estación para que estuviera midiendo durante todo el día, una vez teniendo ya los primeros datos de prueba se pudo observar el formato del archivo que se generaba para poder hacer la interpretación de los datos.

Se revisó los datos y el formato de cómo se obtenían los datos se decidió realizar una interfaz en java por medio de NetBeans se programó la interfaz de monitoreo.

3.8 Programación de applet

Se empezó programando en java hay muchas herramientas muy versátiles entonces se empezó a programar sobre un applet, Al realizar el applet en netbeans nos queda por default tres funciones que son **public void init ()** que es la función que se ejecuta inmediatamente al llamar el applet otra función necesaria es **public void paint()** en esta función se ejecuta después de ejecutar la función **init()** y es donde se pintara todos los elementos la otra función utilizada es la función **update()** que al llamarla ejecuta la función **repaint()** que es donde se hace la lectura de los archivos por medio de URL `getCodebase()` este accede a la dirección base del servidor y busco el archivo del nombre mencionado “archivoSalida.csv” el nombre debe ser exactamente como se llama en el servidor, unas teniendo este archivo en url se recorre todo el archivo por medio de un `do while()` hasta que la última fila sea nula.

```

["Plot Title: estacion 2noche"
"#", "Date Time, GMT-05:00", "Wind Speed, m/s", "Gust Speed, m/s", "Wind Direction, °", "Pressure, mbar", "Co
1,06/05/12 03:05:28 PM,1.76,4.28,33.7,821.150,,28.518,36.200,940.6,,,,,4.400
2,06/05/12 03:15:28 PM,1.76,6.04,40.7,820.850,475.00,29.015,33.500,1070.6,1.1875,7.1250,1.1875,4.418
3,06/05/12 03:25:28 PM,2.01,5.54,59.0,820.750,528.00,27.727,35.000,339.4,1.3200,7.9200,1.3200,4.406
4,06/05/12 03:35:28 PM,2.01,6.80,36.5,820.550,548.00,26.867,37.700,309.4,1.3700,8.2200,1.3700,4.393
5,06/05/12 03:45:28 PM,1.76,5.04,19.7,820.450,527.00,26.940,38.200,346.9,1.3175,7.9050,1.3175,4.369
6,06/05/12 03:55:28 PM,1.76,5.79,43.5,820.450,527.00,26.426,38.800,316.9,1.3175,7.9050,1.3175,4.369
7,06/05/12 04:05:28 PM,1.76,6.80,33.7,820.350,546.00,26.182,40.100,403.1,1.3650,8.1900,1.3650,4.363
8,06/05/12 04:15:28 PM,2.01,5.79,44.9,820.250,568.00,26.475,38.300,290.6,1.4200,8.5200,1.4200,4.339
9,06/05/12 04:25:28 PM,1.76,5.54,16.8,820.150,630.00,27.161,38.500,310.6,1.5750,9.4500,1.5750,4.333

```

Tabla 4: Archivo generado, separado por comas.

Tomamos el ultimo renglón leído en este sería un STRING donde se usa una función llamada Split("") que consiste en separar un string con el carácter introducido en los paréntesis que para nuestro proyecto fue una “,” este lo guardamos en un arreglo de string donde cada posición es un dato antes de la “,” como ya se conoce en qué posición se encuentra cada dato se toman los datos ya ordenados a su variable que pertenece.

Después de tener los datos en el arreglo de string se toman los valores para convertirlos a flotante ahora se asignan a las gráficas.

Se usó una herramienta muy útil para graficar en java que fue el jfreechart que es una librería de java muy útil para realizar graficas la que se utilizó en el proyecto fue la gráfica de línea la ventajas de estas graficas es que su escala es automática cada vez que se agrega un dato, una vez corriendo la aplicación otra herramienta es el poder realizar zoom en las gráficas para poder observar algún punto en específico, también se puede personalizar las gráficas e colores, guardar la gráfica como imagen.

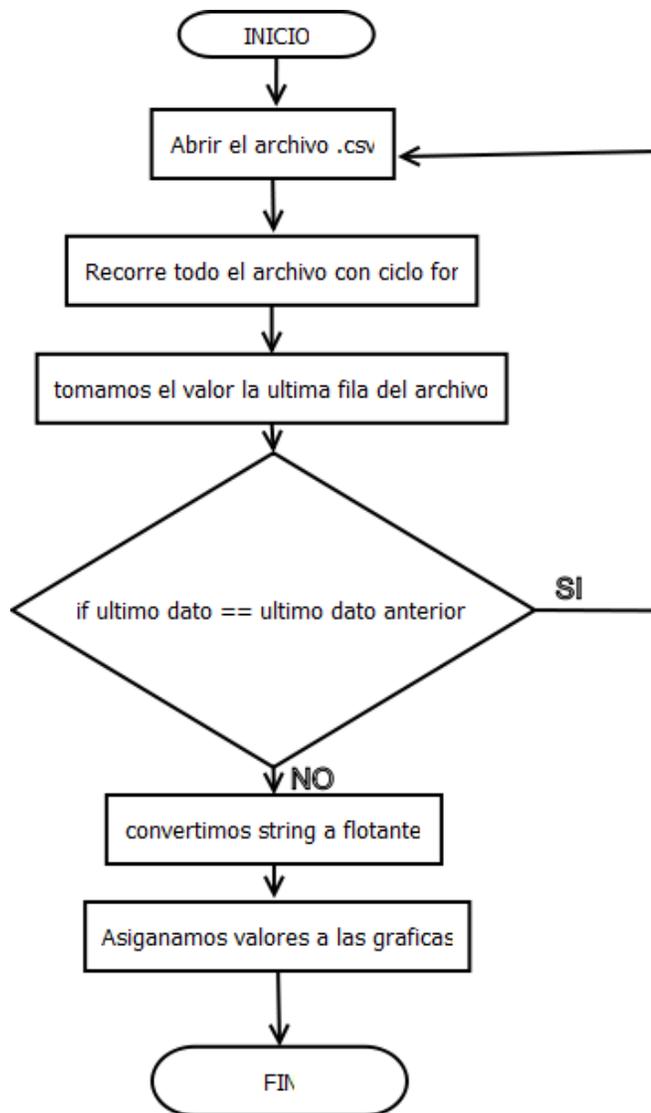
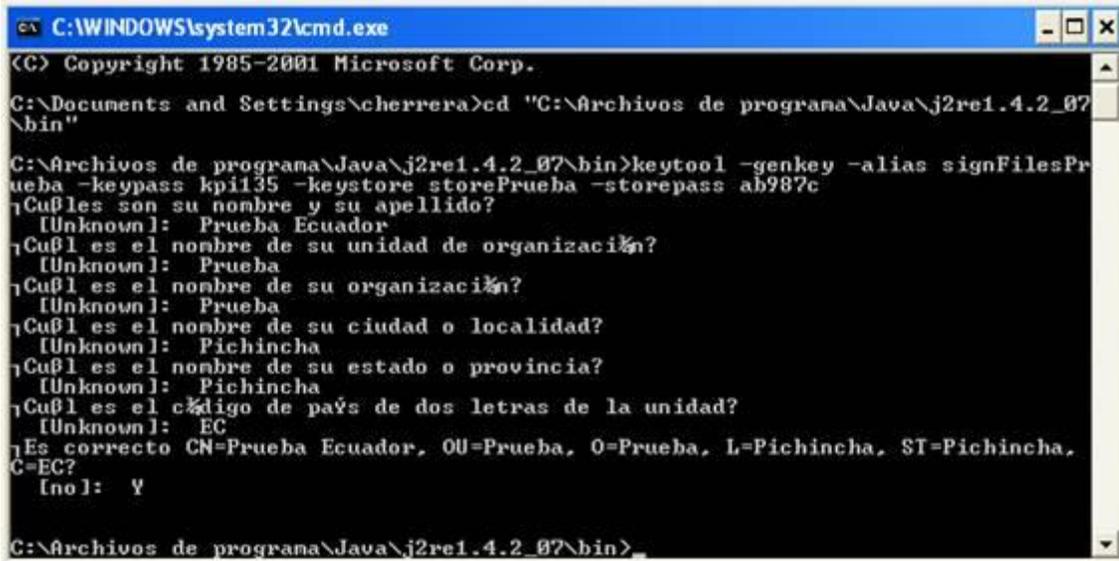


Figura 29: Diagrama de flujo.

3.9 Firmas de applet

3.9.1 Crear certificado para firmar applet.

En la siguiente imagen se muestra la creación de una firma propia para poder darle todos los permisos de acceso al applet.

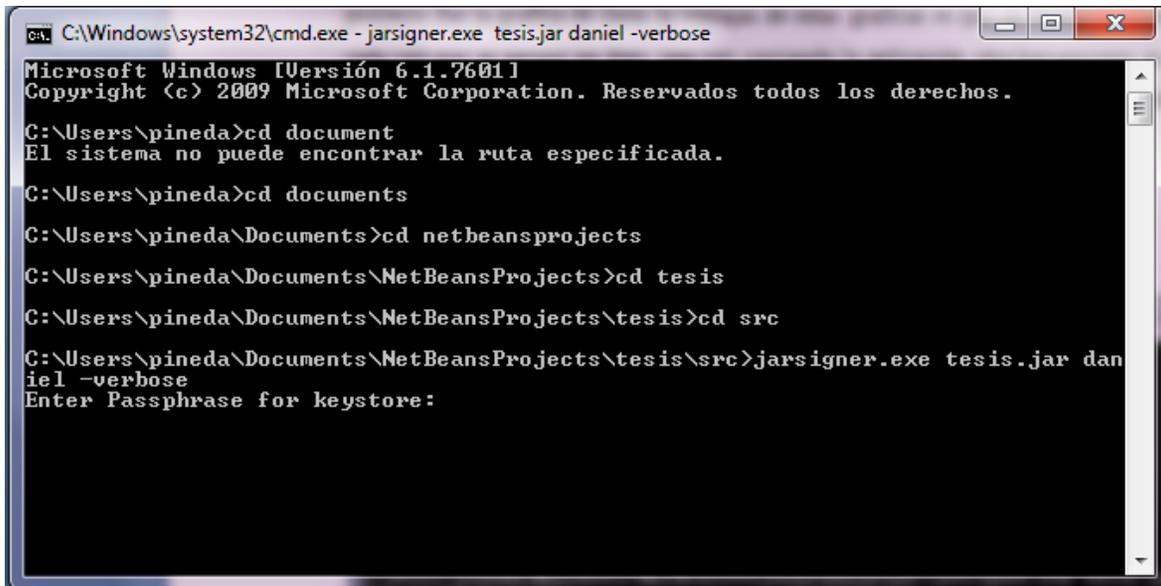


```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.
C:\Documents and Settings\cherrera>cd "C:\Archivos de programa\Java\j2re1.4.2_07\bin"
C:\Archivos de programa\Java\j2re1.4.2_07\bin>keytool -genkey -alias signFilesPrueba -keypass kpi135 -keystore storePrueba -storepass ab987c
¿Cuáles son su nombre y su apellido?
[Unknown]: Prueba Ecuador
¿Cuál es el nombre de su unidad de organización?
[Unknown]: Prueba
¿Cuál es el nombre de su organización?
[Unknown]: Prueba
¿Cuál es el nombre de su ciudad o localidad?
[Unknown]: Pichincha
¿Cuál es el nombre de su estado o provincia?
[Unknown]: Pichincha
¿Cuál es el código de país de dos letras de la unidad?
[Unknown]: EC
¿Es correcto CN=Prueba Ecuador, OU=Prueba, O=Prueba, L=Pichincha, ST=Pichincha, C=EC?
[no]: Y
C:\Archivos de programa\Java\j2re1.4.2_07\bin>
```

Figura 30: Creación de firma digital

3.9.2 Firmando aplicación java.

Por medio de símbolo del sistema Figura 31 se muestra exactamente los comandos para poder firmar el applet por medio de mi firma creada.



```
ca: C:\Windows\system32\cmd.exe - jarsigner.exe tesis.jar daniel -verbose
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\pineda>cd document
El sistema no puede encontrar la ruta especificada.

C:\Users\pineda>cd documents
C:\Users\pineda\Documents>cd netbeansprojects
C:\Users\pineda\Documents\NetBeansProjects>cd tesis
C:\Users\pineda\Documents\NetBeansProjects\tesis>cd src
C:\Users\pineda\Documents\NetBeansProjects\tesis\src>jarsigner.exe tesis.jar dan
iel -verbose
Enter Passphrase for keystore:
```

Figura 31: Firma de applet.

3.9.3 Programación HTML y acceso Red local

Una vez teniendo el applet programado ahora se toma parte para llamar esta aplicación por medio de un HTML que se describe en el siguiente código:

```
<HTML><HEAD><TITLE>
HTML Test Page</TITLE></HEAD>
<BODY bgcolor="#70DBDB" text="#001100">
<IMG SRC="EscudUAQ.jpg" WIDTH=100 HEIGHT=130 ALIGN=left>
<IMG SRC="escudoFI.png" WIDTH=100 HEIGHT=130 ALIGN=right>
<H1><CENTER>
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO</H1></CENTER><BR>
<BUTTON>
<B>DOWNLOAD</B>
<HR>
</BUTTON> </CENTER>
<APPLET
CODEBASE = "."
CODE = "tesis.tesis.class"
ARCHIVE = "javacsv.jar,tesis.jar,jfreechart-1.0.14.jar,jcommon-1.0.17.jar"
NAME = "tesis"
WIDTH = 1250
HEIGHT = 1200
HSPACE = 0
VSPACE = 0
ALIGN = middle></APPLET></BODY>
```



Figura 32: En esta figura se muestra las pruebas hechas en HTML para verificar los componentes.

Se agregó un botón de descarga del archivo para que el usuario lo utilice en cualquier momento, tenga acceso y poder abrirlo con Excel para realizar todos los análisis necesarios.

Ahora el siguiente paso fue el poder acceder por medio de red local a la aplicación, entonces se tuvo que instalar en la PC principal un servidor virtual para poder compartir el archivo y también acceder a la página HTML.

El servidor utilizado en este proyecto fue el apache (figura 33) nos permite acceder de forma remota a una página HTML donde se coloca en una carpeta predeterminada por el servidor. (figura 34).

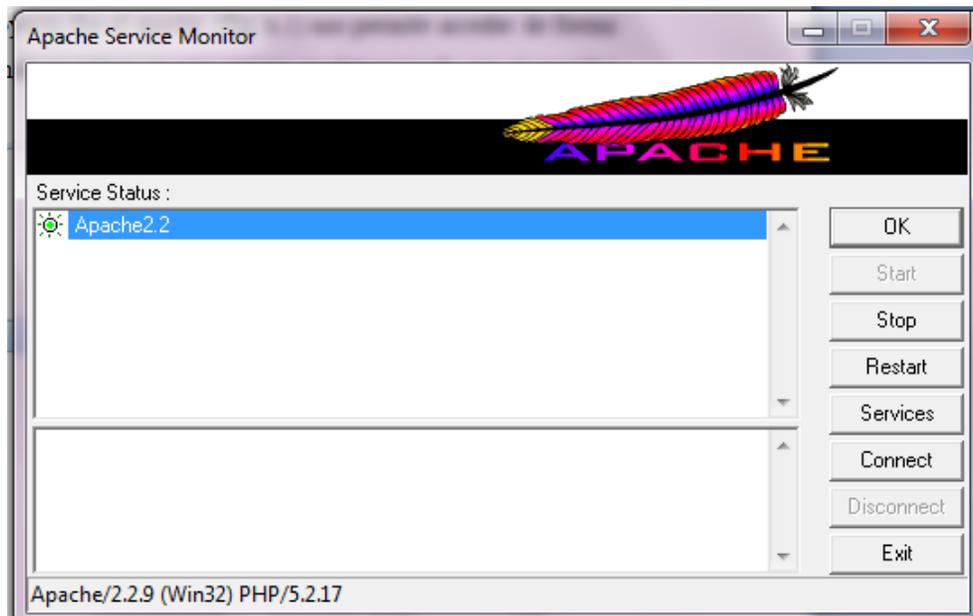


Figura 33: Servidor Apache.

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
bin	26/06/2012 09:03 ...	Carpeta de archivos	
cgi-bin	26/06/2012 09:02 ...	Carpeta de archivos	
conf	26/06/2012 09:03 ...	Carpeta de archivos	
error	26/06/2012 09:02 ...	Carpeta de archivos	
htdocs	17/07/2012 08:27 ...	Carpeta de archivos	
icons	26/06/2012 09:02 ...	Carpeta de archivos	
logs	29/07/2012 12:45 ...	Carpeta de archivos	
manual	26/06/2012 09:02 ...	Carpeta de archivos	
modules	26/06/2012 09:02 ...	Carpeta de archivos	
ABOUT_APACHE.txt	21/11/2004 11:50 a...	Documento de tex...	15 KB
CHANGES.txt	10/06/2008 01:49 ...	Documento de tex...	86 KB
INSTALL.txt	13/02/2008 05:54 a...	Documento de tex...	5 KB
LICENSE.txt	13/06/2008 09:58 ...	Documento de tex...	36 KB
NOTICE.txt	13/06/2008 09:58 ...	Documento de tex...	2 KB
OPENSSEL-NEWS.txt	13/06/2008 09:58 ...	Documento de tex...	22 KB
OPENSSEL-README.txt	13/06/2008 09:58 ...	Documento de tex...	10 KB
README.txt	09/01/2007 10:50 ...	Documento de tex...	6 KB
README-win32.txt	12/06/2008 11:25 a...	Documento de tex...	2 KB

Figura 34: Carpeta para colocar todo lo que se quiere compartir en la red con el servidor apache.

3.10 Calibración de la estación meteorológica.

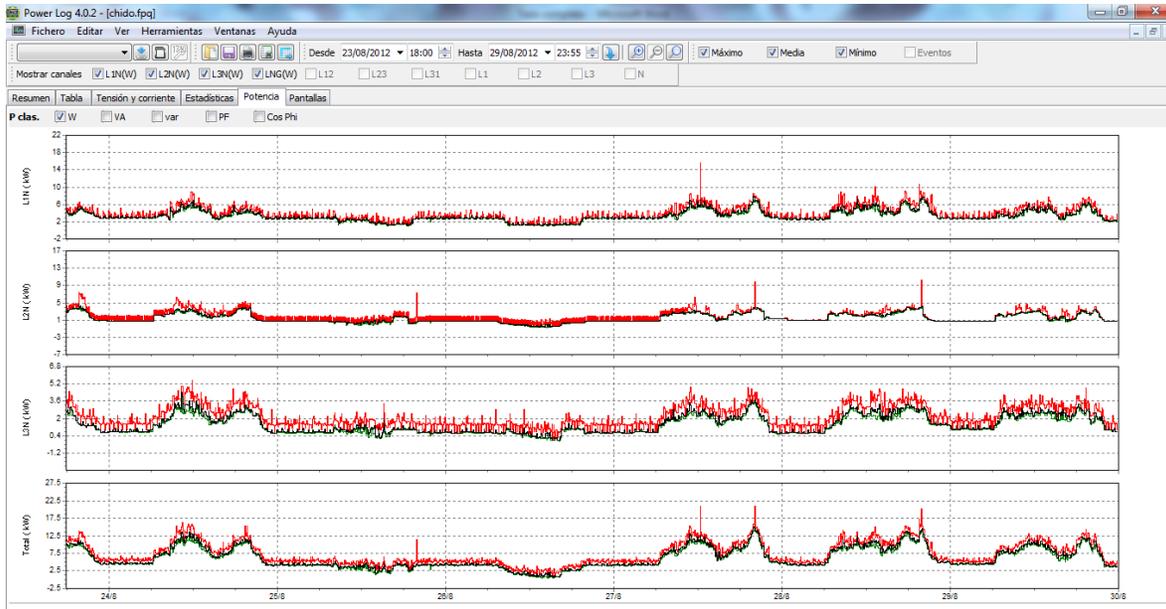
La calibración de la estación meteorológica nos enfocamos principalmente en la parte de lo que fue la potencia promedio (KW) y el consumo de potencia (KWh), para poder realizar esta calibración se utilizó un instrumento FLUKE 434 Power Quality Analyzer donde se conectó al suministro eléctrico del edificio como se muestra en las siguientes imágenes.





Figura 35: conexión del FLUKE 434.

Para poder descargar información que se almacena durante el periodo de calibración, el FLUKE 434 cuenta con una conexión vía USB para poder descargar la información solo es necesario un software que se llama power log donde se encuentra en la página de FLUKE en la siguiente imagen se muestra el software.



Fecha	Función	L3N(V) / L3(A) Min	L3N(V) / L3(A) Med	L3N(V) / L3(A) Max	LNG(V) / N(A) Min	LNG(V) / N(A) Med	LNG(V) / N(A) Max	Total Min	Total Med	Total Max
23/08/2012 06:00:00 p.m.	343msee Potencia Activa	2.7 kW	2.7 kW	3.7 kW				10.1 kW	10.2 kW	11.5 kW
23/08/2012 06:00:00 p.m.	343msee Potencia Aparente	2.7 kVA	2.7 kVA	3.7 kVA				10.1 kVA	10.2 kVA	11.5 kVA
23/08/2012 06:00:00 p.m.	343msee Potencia Reactiva	-0.3 kvar	-0.1 kvar	0.2 kvar				0 kvar	0.1 kvar	0.6 kvar
23/08/2012 06:00:00 p.m.	343msee Factor de Potencia	0.73	0.88	0.93				0.74	0.85	0.88
23/08/2012 06:00:00 p.m.	343msee Cos Phi	1.01	1.01	1.01	0 V	0 V	0 V			
23/08/2012 06:00:00 p.m.	343msee Tensión	130.63 V	131.74 V	132.06 V	0 A	0 A	0 A			
23/08/2012 06:00:00 p.m.	343msee Corriente	23 A	25 A	30 A						
23/08/2012 06:05:00 p.m.	343msee Potencia Activa	2.6 kW	2.6 kW	3.4 kW				9.7 kW	9.9 kW	10.8 kW
23/08/2012 06:05:00 p.m.	343msee Potencia Aparente	2.6 kVA	2.6 kVA	3.4 kVA				9.7 kVA	10 kVA	10.8 kVA
23/08/2012 06:05:00 p.m.	343msee Potencia Reactiva	-0.2 kvar	0 kvar	0.2 kvar				0.1 kvar	0.3 kvar	1 kvar
23/08/2012 06:05:00 p.m.	343msee Factor de Potencia	0.89	0.9	0.93				0.85	0.85	0.88
23/08/2012 06:05:00 p.m.	343msee Cos Phi	1.01	1.01	1.01	0 V	0 V	0 V			
23/08/2012 06:05:00 p.m.	343msee Tensión	131.27 V	131.72 V	132.1 V	0 A	0 A	0 A			
23/08/2012 06:05:00 p.m.	343msee Corriente	22 A	24 A	28 A						
23/08/2012 06:10:00 p.m.	343msee Potencia Activa	2.6 kW	2.8 kW	3.8 kW				9.3 kW	9.8 kW	10.8 kW
23/08/2012 06:10:00 p.m.	343msee Potencia Aparente	2.6 kVA	2.8 kVA	3.8 kVA				9.4 kVA	9.9 kVA	10.9 kVA
23/08/2012 06:10:00 p.m.	343msee Potencia Reactiva	-0.1 kvar	0 kvar	0.2 kvar				0.5 kvar	0.6 kvar	1 kvar
23/08/2012 06:10:00 p.m.	343msee Factor de Potencia	0.9	0.91	0.95				0.86	0.87	0.9
23/08/2012 06:10:00 p.m.	343msee Cos Phi	1.01	1.01	1.01	0 A	0 A	0 A			
23/08/2012 06:10:00 p.m.	343msee Tensión	131.57 V	131.93 V	132.18 V	0 V	0 V	0 V			
23/08/2012 06:10:00 p.m.	343msee Corriente	22 A	25 A	30 A						
23/08/2012 06:15:00 p.m.	343msee Potencia Activa	2.3 kW	2.4 kW	3 kW				9.4 kW	9.7 kW	10.7 kW
23/08/2012 06:15:00 p.m.	343msee Potencia Aparente	2.3 kVA	2.4 kVA	3 kVA				9.5 kVA	9.8 kVA	10.8 kVA
23/08/2012 06:15:00 p.m.	343msee Potencia Reactiva	-0.2 kvar	0 kvar	0.1 kvar				0.2 kvar	0.3 kvar	0.8 kvar
23/08/2012 06:15:00 p.m.	343msee Factor de Potencia	0.89	0.9	0.93				0.86	0.86	0.89
23/08/2012 06:15:00 p.m.	343msee Cos Phi	1.01	1.01	1.01	0 A	0 A	0 A			
23/08/2012 06:15:00 p.m.	343msee Tensión	131.68 V	132.06 V	132.31 V	0 V	0 V	0 V			
23/08/2012 06:15:00 p.m.	343msee Corriente	19 A	22 A	24 A						
23/08/2012 06:20:00 p.m.	343msee Potencia Activa	2.3 kW	2.5 kW	4.5 kW				9 kW	9.8 kW	12.3 kW
23/08/2012 06:20:00 p.m.	343msee Potencia Aparente	2.3 kVA	2.6 kVA	4.5 kVA				9.1 kVA	9.9 kVA	13 kVA
23/08/2012 06:20:00 p.m.	343msee Potencia Reactiva	-0.5 kvar	-0.2 kvar	0 kvar				0.2 kvar	0.3 kvar	2.3 kvar
23/08/2012 06:20:00 p.m.	343msee Factor de Potencia	0.88	0.9	0.94				0.82	0.85	0.89
23/08/2012 06:20:00 p.m.	343msee Cos Phi	1	1	1.01						

Figura 36: Power log.

3.11 Sistema alternativo de medición de electricidad.

Se instaló un sistema alternativo para la medición de las variables meteorológicas y energía eléctrica donde consta con un módulo TeSys T para la medición de energía eléctrica y para las variables meteorológicas toma la información de la estación meteorológica.

En la siguiente figura se muestra el TeSys T y el sistema utilizado para el monitoreo.

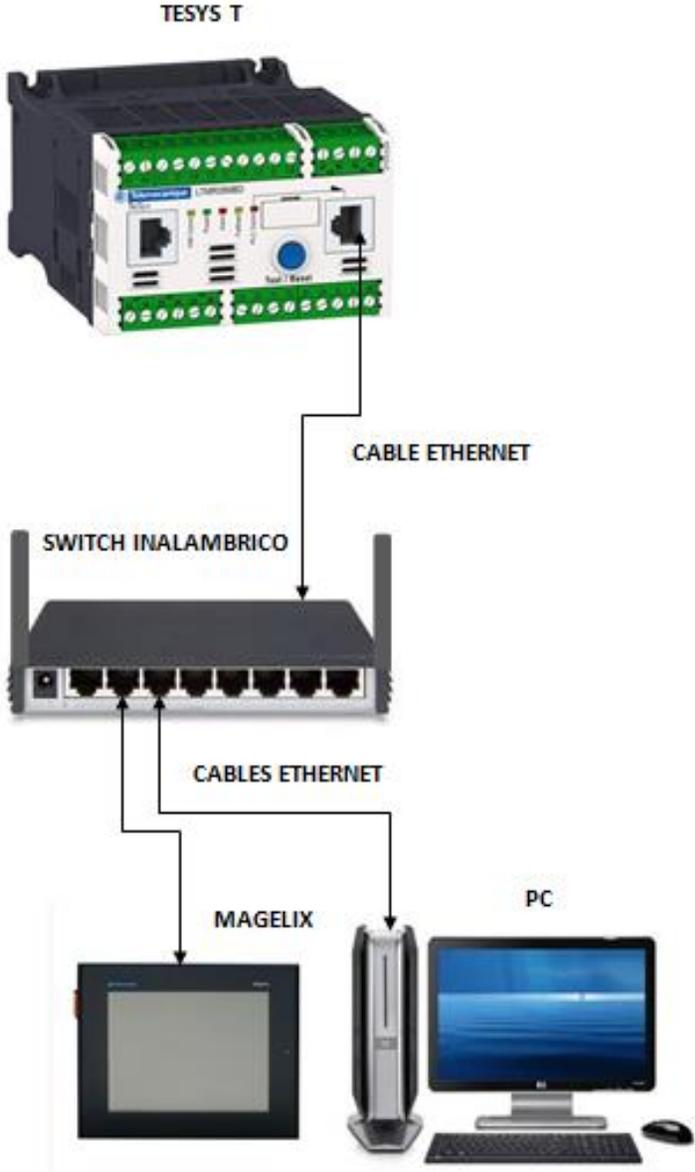


Figura 37: Sistema alternativo de monitoreo.

3.11.1 TeSys T

El controlador TeSys T ofrece capacidades de protección, control y supervisión, al tratarse de un sistema modular y flexible, se puede configurar para satisfacer las necesidades de las aplicaciones industriales. El sistema está diseñado para satisfacer las necesidades de los sistemas de protección integrados con comunicaciones abiertas y una arquitectura global.

El sistema ofrece funciones de diagnóstico e históricos, así como advertencias y fallos configurables, lo que permite predecir de forma óptima el mantenimiento de los componentes, y proporciona datos para mejorar continuamente todo el sistema.

Descripción funcional:

- detección de corriente 0,4...100 A
- entradas de corriente monofásica o trifásica
- 6 entradas lógicas TON
- 4 salidas de relé: 3 SPST, 1 DPST
- conexiones para un sensor de corriente de tierra
- conexión para un sensor de temperatura del motor
- conexión para red
- conexión para dispositivo HMI o módulo de expansión
- funciones de protección, medición y supervisión de la corriente
- funciones de control del motor
- indicador de corriente
- indicadores LED de fallo y advertencia
- indicadores de comunicación de red y alarma
- indicador LED de comunicación HMI
- función de comprobación y rearme

3.11.2 MAGELIS

Los terminales gráficos Magelis XBT GT son productos táctiles con una amplia gama de tamaños de pantalla (3,8", 5,7", 7,5", 10,4",12,1" y 15") así como diferentes modelos (monocroma, color, STN o TFT).



XBTGT11



XBTGT21/22/23



XBTGT42/43



XBTGT52/53



XBTGT63



XBTGT73

En función del modelo los terminales XBT GT se comunican con los autómatas a través de uno o dos enlaces serie integrados con protocolos de comunicación:

- De Schneider Electric (Uni-TE, Modbus).
- Otros fabricantes: Mitsubishi Electric, Omron, Allen-Bradley y Siemens.

Los terminales multifunción Magelis se pueden conectar a Ethernet TCP/IP con protocolo Modbus TCP y protocolos de terceros.



Figura 38: MAGELIS

Descripción:

Resolución de la pantalla

320 x 240 pixels QVGA

Tamaño de pantalla 5,7 pulg.

Tipo de software Software de configuración

Designación de software

Vijeo Designer

Sistema operativo Magelis

Nombre del procesador CPU RISC

Frecuencia de procesador

133 MHz

Descripción de memoria

Copia seg. datos SRAM 512 kB batería litio

Memoria de aplicaciones flash EPROM 16 MB

Pares de nueces Puerto maest. USB tipo A (V1.1) comunicación de puerto terminal Modicon M340

Alimentación blq term rosca extrbls

Enlace serie COM2 RJ45 RS485 <= 187,5 kbit/s

Enlace serie COM1 SUB-D 9 macho RS232C/

RS422/RS485 <= 115,2 kbits/s

Ethernet TCP/IP RJ45

Resistencia a descargas

electroestáticas

6 kV IEC 61000-4-2 nivel 3

Dimensiones de corte 156(+1/-0) x 123,5(+1/-0) mm

3.12 Control

```
["Plot Title: estacion 2noche"  
"#", "Date Time, GMT-05:00", "wind Speed, m/s", "Gust Speed, m/s", "wind Direction, ø", "Pressure, mbar", "Co  
1,06/05/12 03:05:28 PM,1.76,4.28,33.7,821.150,,28.518,36.200,940.6,,,,4.400  
2,06/05/12 03:15:28 PM,1.76,6.04,40.7,820.850,475.00,29.015,33.500,1070.6,1.1875,7.1250,1.1875,4.418  
3,06/05/12 03:25:28 PM,2.01,5.54,59.0,820.750,528.00,27.727,35.000,339.4,1.3200,7.9200,1.3200,4.406  
4,06/05/12 03:35:28 PM,2.01,6.80,36.5,820.550,548.00,26.867,37.700,309.4,1.3700,8.2200,1.3700,4.393  
5,06/05/12 03:45:28 PM,1.76,5.04,19.7,820.450,527.00,26.940,38.200,346.9,1.3175,7.9050,1.3175,4.369  
6,06/05/12 03:55:28 PM,1.76,5.79,43.5,820.450,527.00,26.426,38.800,316.9,1.3175,7.9050,1.3175,4.369  
7,06/05/12 04:05:28 PM,1.76,6.80,33.7,820.350,546.00,26.182,40.100,403.1,1.3650,8.1900,1.3650,4.363  
8,06/05/12 04:15:28 PM,2.01,5.79,44.9,820.250,568.00,26.475,38.300,290.6,1.4200,8.5200,1.4200,4.339  
9,06/05/12 04:25:28 PM,1.76,5.54,16.8,820.150,630.00,27.161,38.500,310.6,1.5750,9.4500,1.5750,4.333
```

Tabla 5: Archivo donde se tomaran las variables para el control.

El siguiente paso era una reto porque teníamos que encontrar la forma de poder mandar los datos hacia el PLC la forma más rápida y sencilla que tome fue mandar los datos hacia un PIC por medio de RS232 donde la interfaz de comunicación sería un programa en java que tiene el acceso al puerto RS232 donde este programa tiene la función de abrir el archivo y tomar las variables necesarias para el control en este proyecto fueron solo 2 variables el tiempo y la potencia medida, le programa en java inicia abriendo el puerto serial una vez elegido el puerto entra a un ciclo infinito donde abre el archivo Fig. x.2 separamos con la función Split lo guardamos en un arreglo tomamos la potencia que está en el arreglo en la posición 11, la otra variable necesaria es la hora entonces tomamos la posición 1 pero lo que necesitamos es solo la hora entonces este string lo volvemos a separar con la función Split pero ahora el carácter de separación es “.” donde se guarda en un arreglo diferente ahora la hora quedo en la posición 0 del nuevo arreglo pero tiene basura ahora para tomar la hora utilizamos otra vez la función Split pero ahora el carácter de separación es el espacio “ ” ahora nos quedó la hora en un nuevo arreglo en la posición 1 el siguiente es el código de java.

Programa de comunicación de java con rs232 donde se hizo la instalación de una librería para la comunicación RS232.

```
public class Main {
    public static void main(String[] args) throws IOException, NoSuchPortException,
    PortInUseException, UnsupportedOperationException, InterruptedException {
En este parte del programa se manda abrir el puerto y se elige el COM a utilizar en la
Fig xx se muestra como se elige.

```

```
        CommPortModem Puerto = new CommPortModem(null);
```

Inicia el ciclo infinito.

```
        while (true) {
            Thread.sleep(1000);
            FileReader fr = new FileReader("C:/Users/pineda/Downloads/actual.csv");
            BufferedReader bf = new BufferedReader(fr);
            String linea;
            String[] lectura = new String[13];
            while ((linea = bf.readLine()) != null) {
                lectura = linea.split(",");
            }
            String[] fecha = new String[3];
            fecha = lectura[1].split(":");
            String[] hora = new String[3];
            hora = fecha[0].split(" ");
            Puerto.send("H");
            Thread.sleep(300);
            Puerto.send(hora[1]);
            Thread.sleep(2000);
            Puerto.send("P");
            Thread.sleep(300);
            Puerto.send(lectura[12]);
            Thread.sleep(2000);
            Puerto.send("H");
            Thread.sleep(300);
            Puerto.send(hora[1]);
            Thread.sleep(2000);
            Puerto.send("P");
            Thread.sleep(300);
            Puerto.send(lectura[12]);
            Thread.sleep(2000);
        }
    }
}
```

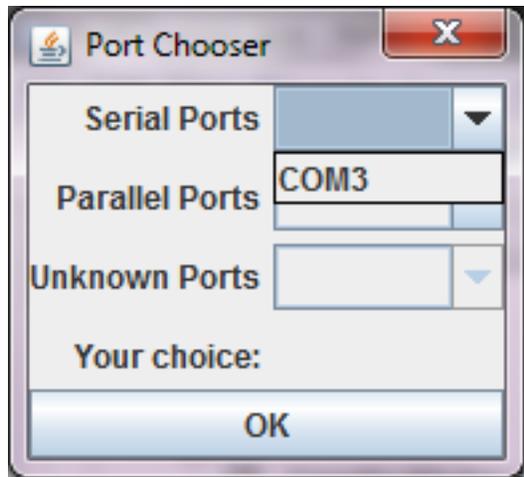


Figura 39: programa de java donde se ejecuta la eleccion del puerto.

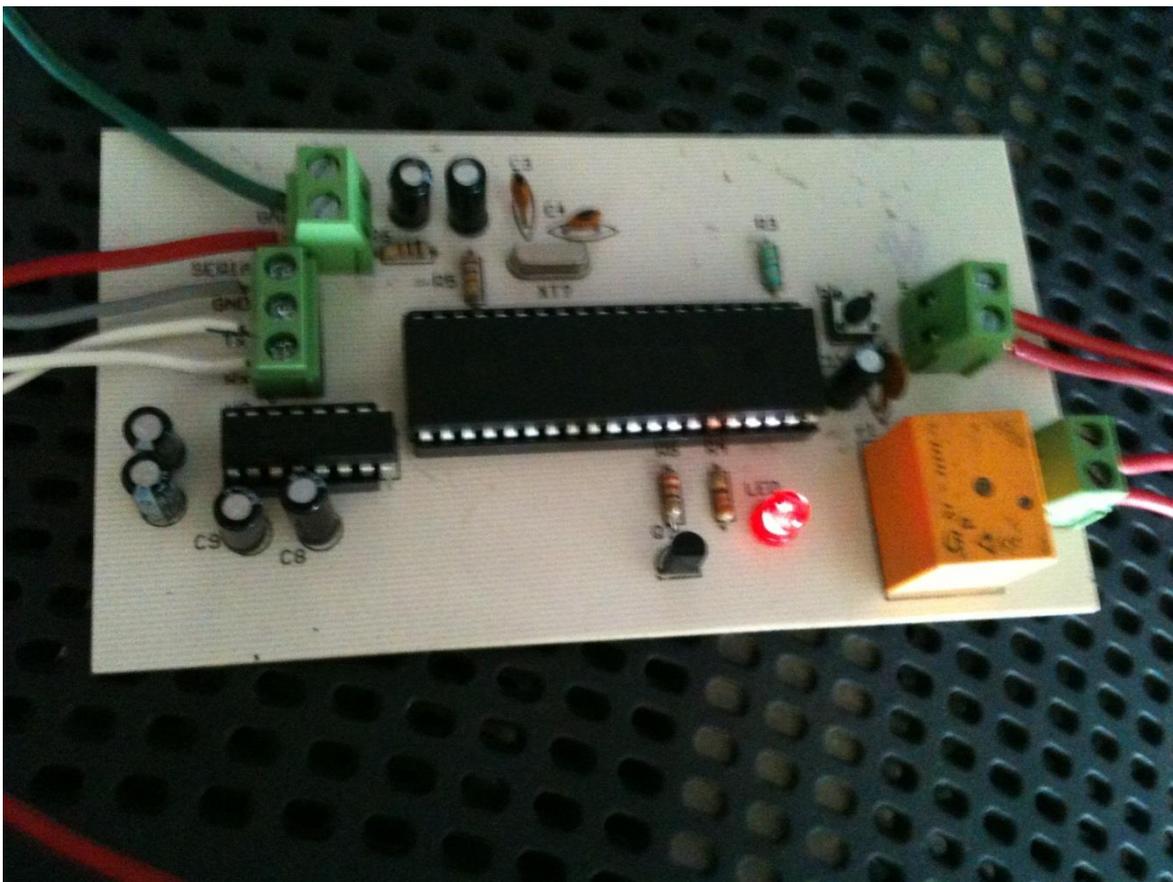


Figura 40: Conexión del PIC por RS232

En la figura anterior se muestra la tarjeta para obtener la información de 4 variables necesarias para poder hacer la parte de control, estas variables se podrían ser leídas por cualquier sistema de control. Este sistema entrega las variables de forma analógica con un voltaje de 0 – 5 volts.

Debido a la limitación del PIC de no tener un convertidor de digital a analógico, La salida PWM produce formas de onda digitales que se puede utilizarse como convertidores de digital a analógico de bajo costo con sólo unos pocos componentes externos. Para convertir la señal PWM en una tensión analógica, se utiliza un filtro de paso bajo. Las preocupaciones al elegir los componentes para el filtro son componentes de ruido inherentes a las formas de onda digital, en este caso se utilizó una resistencia y un capacitor.

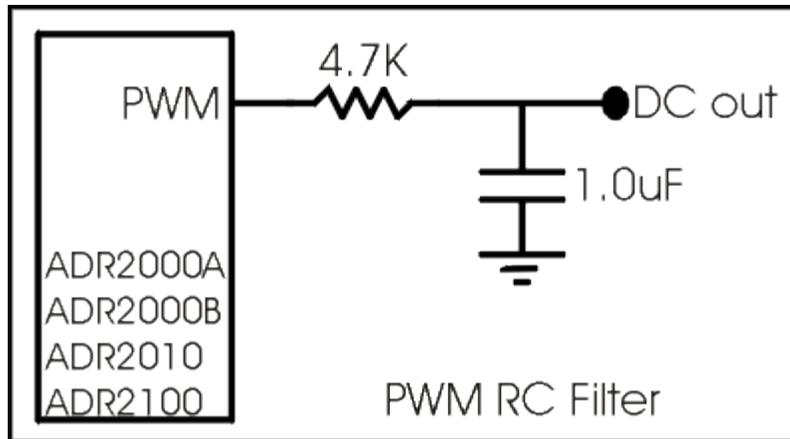
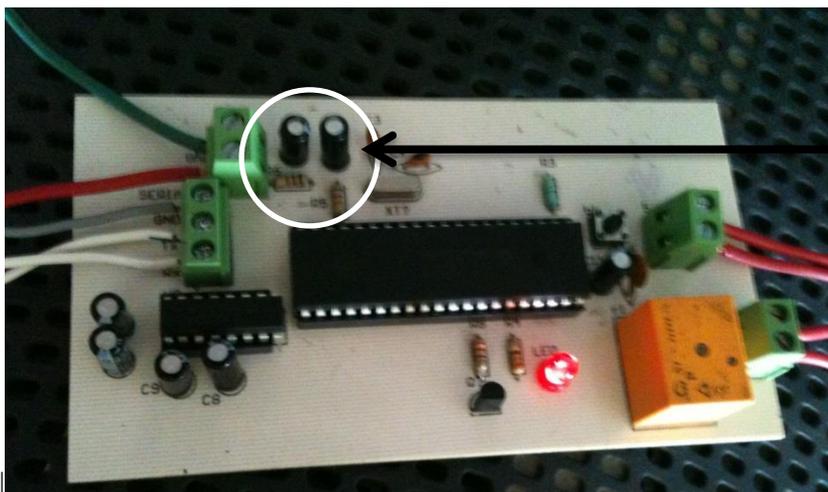


Figura 41: Filtro para conversión de PWM a voltaje.



2 Filtros para convertir PWM a Voltaje analógico.

Figura 42: Circuito utilizado para obtener la información de la PC de forma analógica.

Debido a las limitación de solo tener 2 PWM en el PIC 4550 se realizó un indicador de momento de envío de información, para las pruebas realizadas, se sacaron 2 variables por cada PWM por lo que era necesario tener un indicador de momento de envío de datos, en la prueba se utilizó un PLC donde al momento de recibir el indicador por medio del relevador le indicaba al PLC y tomaba la primer variable, después de un tiempo preestablecido mandaba la siguiente variable el PLC tiene el mismo tiempo preestablecido y tomaba la segunda variable así guardando en este caso cuatro variables.



Figura 43: Circuito mostrando el relevador.

Para poder activar el relevador debido a la corriente del PIC no es suficiente se hizo una pequeña etapa de potencia con un transistor.

El LED que se muestra en la figura solo es para indicar el momento en que el PIC está mandando la información por medio de los canales PWM.

En la siguiente figura se muestra el diagrama electrónico y el PCB.

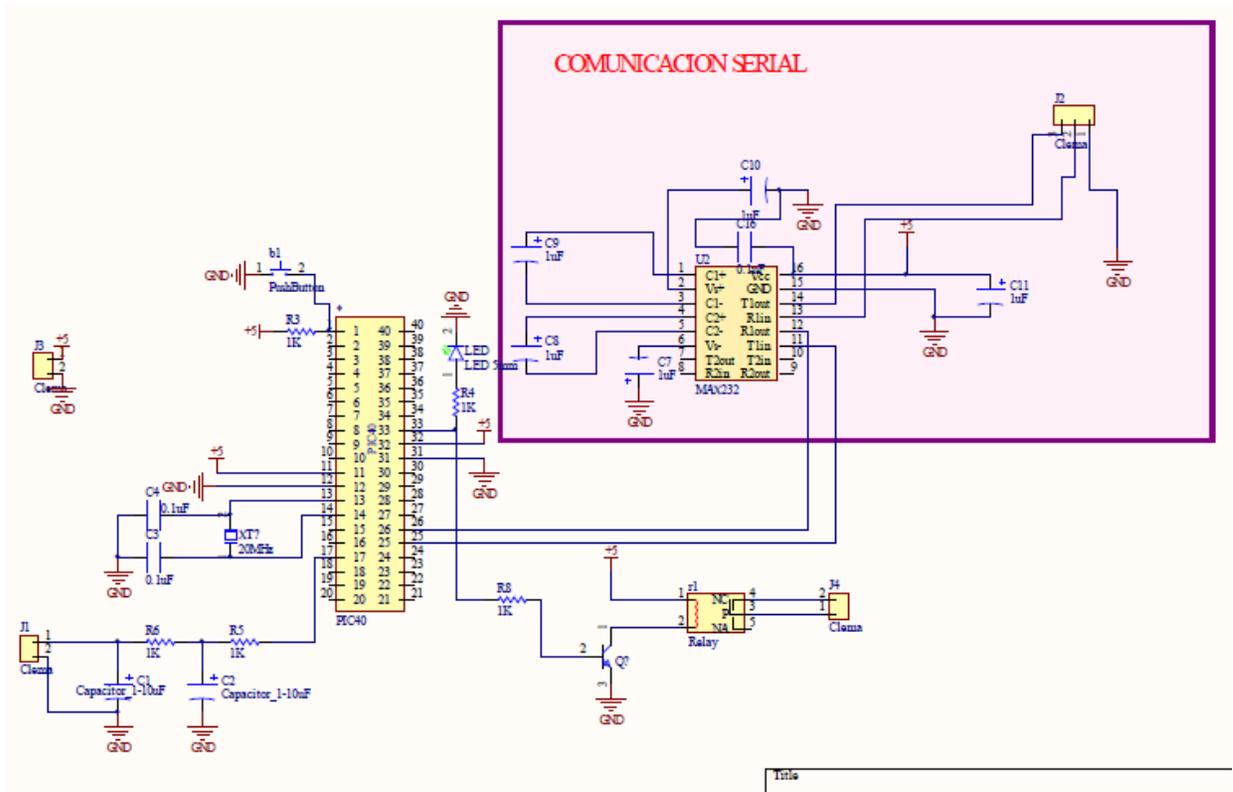


Figura 44: Circuito Electrónico

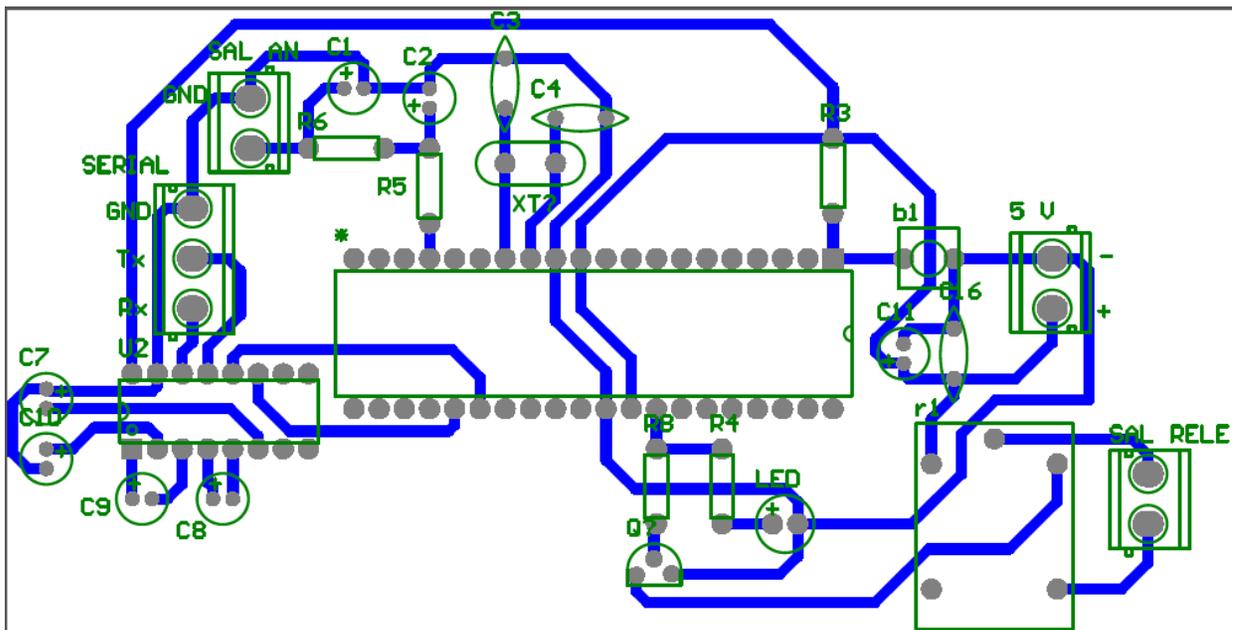


Figura 45: PCB

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto fue especificada en el capítulo III donde se describe la forma, método y características del monitoreo de una forma más detallada.

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de los experimentos correspondientes a la lectura de las variables meteorológicas y consumo de energía utilizando la interfaz desarrollada.

4.1 Resultados de la calibración.

Antes que todo se muestran los resultados de obtenidos en la parte de calibración de la estación en este caso fue la parte de medición de electricidad lo que es potencia (KW) y consumo de energía (KWh), se tomó lecturas de 3 días donde se muestra en la tabla siguiente.

Fecha	Hora	MED	MAX	FLUKE		HOBO		Error potencia promedio
				Consumo KWh	Potencia promedio KW	Potencia promedio KW	Consumo KWh	
23/08/2012	18:05	9900	10800	0.83	9.90	10.14	0.85	-0.02
23/08/2012	18:15	9700	10700	0.81	9.70	9.81	0.82	-0.01
23/08/2012	18:25	10200	11100	0.85	10.20	10.05	0.84	0.01
23/08/2012	18:35	10400	11000	0.87	10.40	10.44	0.87	0.00
23/08/2012	18:45	10300	11700	0.86	10.30	10.605	0.88	-0.03
23/08/2012	18:55	10200	11500	0.85	10.20	10.215	0.85	0.00
23/08/2012	19:05	9800	11000	0.82	9.80	10.125	0.84	-0.03
23/08/2012	19:15	9900	11500	0.83	9.90	10.125	0.84	-0.02
23/08/2012	19:25	10000	11200	0.83	10.00	9.81	0.82	0.02
23/08/2012	19:35	10800	11900	0.90	10.80	10.8	0.90	0.00
23/08/2012	19:45	10800	13800	0.90	10.80	10.47	0.87	0.03
23/08/2012	19:55	10700	13600	0.89	10.70	10.575	0.88	0.01
23/08/2012	20:05	10500	13600	0.88	10.50	10.74	0.90	-0.02
23/08/2012	20:15	10600	13600	0.88	10.60	10.5	0.88	0.01
23/08/2012	20:25	9400	12100	0.78	9.40	10.17	0.85	-0.08
23/08/2012	20:35	9200	12400	0.77	9.20	9.27	0.77	-0.01
23/08/2012	20:45	8900	9700	0.74	8.90	9.15	0.76	-0.03
23/08/2012	20:55	8600	10000	0.72	8.60	8.7	0.73	-0.01

Fecha	Hora	MED	MAX	FLUKE		HOBO		Error potencia promedio
				Consumo KWh	Potencia promedio KW	Potencia promedio KW	Consumo KWh	
23/08/2012	21:05	8300	9000	0.69	8.30	8.46	0.71	-0.02
23/08/2012	21:15	7100	8800	0.59	7.10	7.815	0.65	-0.10
23/08/2012	21:25	6900	8200	0.58	6.90	6.975	0.58	-0.01
23/08/2012	21:35	6800	8000	0.57	6.80	6.735	0.56	0.01
23/08/2012	21:45	7100	8300	0.59	7.10	7.125	0.59	0.00
23/08/2012	21:55	6100	7500	0.51	6.10	6.63	0.55	-0.09
23/08/2012	22:05	5200	6300	0.43	5.20	5.445	0.45	-0.05
23/08/2012	22:15	5400	6200	0.45	5.40	5.49	0.46	-0.02
23/08/2012	22:25	5100	7000	0.43	5.10	5.16	0.43	-0.01
23/08/2012	22:35	5000	5500	0.42	5.00	5.13	0.43	-0.03
23/08/2012	22:45	4600	5200	0.38	4.60	4.89	0.41	-0.06
23/08/2012	22:55	4300	5000	0.36	4.30	4.575	0.38	-0.06
23/08/2012	23:05	4400	5300	0.37	4.40	4.41	0.37	0.00
23/08/2012	23:15	4700	6200	0.39	4.70	4.59	0.38	0.02
23/08/2012	23:25	5200	5800	0.43	5.20	5.085	0.42	0.02
23/08/2012	23:35	4500	5800	0.38	4.50	4.71	0.39	-0.05
23/08/2012	23:45	4400	5500	0.37	4.40	4.425	0.37	-0.01
23/08/2012	23:55	4400	5700	0.37	4.40	4.425	0.37	-0.01
24/08/2012	00:05	5100	6000	0.43	5.10	4.815	0.40	0.06
24/08/2012	00:15	4700	6000	0.39	4.70	4.89	0.41	-0.04
24/08/2012	00:25	4800	5500	0.40	4.80	4.845	0.40	-0.01
24/08/2012	00:35	4500	5500	0.38	4.50	4.59	0.38	-0.02
24/08/2012	00:45	4400	4700	0.37	4.40	4.725	0.39	-0.07
24/08/2012	00:55	4900	6000	0.41	4.90	4.755	0.40	0.03
24/08/2012	01:05	4800	5500	0.40	4.80	4.965	0.41	-0.03
24/08/2012	01:15	4700	6100	0.39	4.70	4.755	0.40	-0.01
24/08/2012	01:25	4500	5400	0.38	4.50	4.815	0.40	-0.07
24/08/2012	01:35	4400	5500	0.37	4.40	4.455	0.37	-0.01
24/08/2012	01:45	4600	5600	0.38	4.60	4.605	0.38	0.00
24/08/2012	01:55	5000	6300	0.42	5.00	4.92	0.41	0.02
24/08/2012	02:05	4600	5700	0.38	4.60	4.74	0.40	-0.03
24/08/2012	02:15	4400	5500	0.37	4.40	4.605	0.38	-0.05
24/08/2012	02:25	4800	5800	0.40	4.80	4.545	0.38	0.05
24/08/2012	02:35	4700	5100	0.39	4.70	4.8	0.40	-0.02
24/08/2012	02:45	4700	5700	0.39	4.70	4.695	0.39	0.00
24/08/2012	02:55	4600	5400	0.38	4.60	4.725	0.39	-0.03
24/08/2012	03:05	4700	5900	0.39	4.70	4.68	0.39	0.00

Fecha	Hora	MED	MAX	FLUKE		HOBO		Error potencia promedio
				Consumo KWh	Potencia promedio KW	Potencia promedio KW	Consumo KWh	
24/08/2012	03:15	4900	6800	0.41	4.90	4.935	0.41	-0.01
24/08/2012	03:25	4600	5800	0.38	4.60	4.635	0.39	-0.01
24/08/2012	03:35	4900	6100	0.41	4.90	4.755	0.40	0.03
24/08/2012	03:45	4700	5800	0.39	4.70	4.83	0.40	-0.03
24/08/2012	03:55	4600	5600	0.38	4.60	4.875	0.41	-0.06
24/08/2012	04:05	4700	5300	0.39	4.70	4.815	0.40	-0.02
24/08/2012	04:15	4500	5300	0.38	4.50	4.62	0.39	-0.03
24/08/2012	04:25	4600	5800	0.38	4.60	4.65	0.39	-0.01
24/08/2012	04:35	4600	5300	0.38	4.60	4.845	0.40	-0.05
24/08/2012	04:45	4600	5300	0.38	4.60	4.635	0.39	-0.01
24/08/2012	04:55	4600	6100	0.38	4.60	4.74	0.40	-0.03
24/08/2012	05:05	4500	5600	0.38	4.50	4.5	0.38	0.00
24/08/2012	05:15	4700	6200	0.39	4.70	4.725	0.39	-0.01
24/08/2012	05:25	4600	5800	0.38	4.60	4.62	0.39	0.00
24/08/2012	05:35	4700	6300	0.39	4.70	4.65	0.39	0.01
24/08/2012	05:45	4400	5600	0.37	4.40	4.815	0.40	-0.09
24/08/2012	05:55	4800	5300	0.40	4.80	4.83	0.40	-0.01
24/08/2012	06:05	4600	5500	0.38	4.60	4.71	0.39	-0.02
24/08/2012	06:15	4800	5700	0.40	4.80	4.65	0.39	0.03
24/08/2012	06:25	5700	7200	0.48	5.70	5.4	0.45	0.05
24/08/2012	06:35	7000	8500	0.58	7.00	6.975	0.58	0.00
24/08/2012	06:45	6600	7600	0.55	6.60	6.555	0.55	0.01
24/08/2012	06:55	6500	7500	0.54	6.50	6.555	0.55	-0.01
24/08/2012	07:05	6600	7700	0.55	6.60	6.6	0.55	0.00
24/08/2012	07:15	7400	9000	0.62	7.40	7.26	0.61	0.02
24/08/2012	07:25	7000	9000	0.58	7.00	6.93	0.58	0.01
24/08/2012	07:35	7500	8200	0.63	7.50	7.47	0.62	0.00
24/08/2012	07:45	7700	8300	0.64	7.70	7.68	0.64	0.00
24/08/2012	07:55	7400	7700	0.62	7.40	7.575	0.63	-0.02
24/08/2012	08:05	7900	8800	0.66	7.90	7.815	0.65	0.01
24/08/2012	08:15	8200	9000	0.68	8.20	7.935	0.66	0.03
24/08/2012	08:25	7600	9100	0.63	7.60	7.65	0.64	-0.01
24/08/2012	08:35	7300	8200	0.61	7.30	7.35	0.61	-0.01
24/08/2012	08:45	8600	11400	0.72	8.60	7.44	0.62	0.13
24/08/2012	08:55	9500	11700	0.79	9.50	9.915	0.83	-0.04
24/08/2012	09:05	9300	10100	0.78	9.30	9.51	0.79	-0.02
24/08/2012	09:15	9200	11300	0.77	9.20	8.835	0.74	0.04

Fecha	Hora	MED	MAX	FLUKE		HOBO		Error potencia promedio
				Consumo KWh	Potencia promedio KW	Potencia promedio KW	Consumo KWh	
24/08/2012	09:25	10800	12500	0.90	10.80	10.335	0.86	0.04
24/08/2012	09:35	10900	12100	0.91	10.90	10.56	0.88	0.03
24/08/2012	09:45	11400	13600	0.95	11.40	11.28	0.94	0.01
24/08/2012	09:55	11700	13700	0.98	11.70	11.43	0.95	0.02
24/08/2012	10:05	11300	13500	0.94	11.30	11.43	0.95	-0.01
24/08/2012	10:15	11800	14000	0.98	11.80	11.07	0.92	0.06
24/08/2012	10:25	13500	15000	1.13	13.50	12.81	1.07	0.05
24/08/2012	10:35	11100	12600	0.93	11.10	12.45	1.04	-0.12
24/08/2012	10:45	10400	11200	0.87	10.40	10.695	0.89	-0.03
24/08/2012	10:55	11800	13700	0.98	11.80	11.085	0.92	0.06
24/08/2012	11:05	11400	13500	0.95	11.40	12	1.00	-0.05
24/08/2012	11:15	12400	15100	1.03	12.40	11.88	0.99	0.04
24/08/2012	11:25	13000	15200	1.08	13.00	12.375	1.03	0.05
24/08/2012	11:35	12200	14100	1.02	12.20	12.885	1.07	-0.06
24/08/2012	11:45	13000	15200	1.08	13.00	12.105	1.01	0.07
24/08/2012	11:55	12900	15600	1.08	12.90	12.99	1.08	-0.01
24/08/2012	12:05	12900	14400	1.08	12.90	12.42	1.04	0.04
24/08/2012	12:15	11100	13100	0.93	11.10	11.475	0.96	-0.03
24/08/2012	12:25	11700	12700	0.98	11.70	11.31	0.94	0.03
24/08/2012	12:35	12100	12900	1.01	12.10	12	1.00	0.01
24/08/2012	12:45	11200	12000	0.93	11.20	11.01	0.92	0.02
24/08/2012	12:55	9800	10500	0.82	9.80	10.92	0.91	-0.11
24/08/2012	13:05	10700	12100	0.89	10.70	10.215	0.85	0.05
24/08/2012	13:15	10100	11600	0.84	10.10	10.695	0.89	-0.06
24/08/2012	13:25	9300	10800	0.78	9.30	9.435	0.79	-0.01
24/08/2012	13:35	9200	10900	0.77	9.20	9.165	0.76	0.00
24/08/2012	13:45	10000	11500	0.83	10.00	9.54	0.80	0.05
24/08/2012	13:55	8300	9400	0.69	8.30	8.94	0.75	-0.08
24/08/2012	14:05	8300	9300	0.69	8.30	8.115	0.68	0.02
24/08/2012	14:15	9700	10700	0.81	9.70	8.925	0.74	0.08
24/08/2012	14:25	8400	9800	0.70	8.40	8.88	0.74	-0.06
24/08/2012	14:35	7000	8900	0.58	7.00	7.77	0.65	-0.11
24/08/2012	14:45	6800	7500	0.57	6.80	6.9	0.58	-0.01
24/08/2012	14:55	6700	7500	0.56	6.70	6.54	0.55	0.02
24/08/2012	15:05	6500	8200	0.54	6.50	6.675	0.56	-0.03
24/08/2012	15:15	6300	7700	0.53	6.30	6.435	0.54	-0.02
24/08/2012	15:25	6500	7800	0.54	6.50	6.315	0.53	0.03

Fecha	Hora	MED	MAX	FLUKE		HOBO		Error potencia promedio
				Consumo KWh	Potencia promedio KW	Potencia promedio KW	Consumo KWh	
24/08/2012	15:35	6800	8400	0.57	6.80	6.555	0.55	0.04
24/08/2012	15:45	6600	7900	0.55	6.60	6.3	0.53	0.05
24/08/2012	15:55	7800	8900	0.65	7.80	7.26	0.61	0.07
24/08/2012	16:05	7000	8100	0.58	7.00	7.29	0.61	-0.04
24/08/2012	16:15	7300	8600	0.61	7.30	7.35	0.61	-0.01
24/08/2012	16:25	7000	7900	0.58	7.00	7.74	0.65	-0.11
24/08/2012	16:35	7500	8800	0.63	7.50	7.23	0.60	0.04
24/08/2012	16:45	7300	9200	0.61	7.30	7.365	0.61	-0.01
24/08/2012	16:55	7500	8600	0.63	7.50	7.545	0.63	-0.01
24/08/2012	17:05	7900	10500	0.66	7.90	7.59	0.63	0.04
24/08/2012	17:15	8000	9600	0.67	8.00	7.62	0.64	0.05
24/08/2012	17:25	7800	8900	0.65	7.80	8.055	0.67	-0.03
24/08/2012	17:35	9300	10400	0.78	9.30	8.73	0.73	0.06
24/08/2012	17:45	9500	12600	0.79	9.50	9	0.75	0.05
24/08/2012	17:55	10000	10700	0.83	10.00	10.395	0.87	-0.04
24/08/2012	18:05	9800	10600	0.82	9.80	9.75	0.81	0.01
24/08/2012	18:15	10500	11300	0.88	10.50	10.245	0.85	0.02
24/08/2012	18:25	10100	10900	0.84	10.10	10.095	0.84	0.00
24/08/2012	18:35	10300	11400	0.86	10.30	10.23	0.85	0.01
24/08/2012	18:45	10600	11900	0.88	10.60	10.68	0.89	-0.01
24/08/2012	18:55	10300	11300	0.86	10.30	10.38	0.87	-0.01
24/08/2012	19:05	11500	12300	0.96	11.50	11.295	0.94	0.02
24/08/2012	19:15	10600	12100	0.88	10.60	10.635	0.89	0.00
24/08/2012	19:25	11700	15400	0.98	11.70	11.1	0.93	0.05
24/08/2012	19:35	11000	13300	0.92	11.00	11.175	0.93	-0.02
24/08/2012	19:45	11000	15200	0.92	11.00	11.295	0.94	-0.03
24/08/2012	19:55	10500	10800	0.88	10.50	10.965	0.91	-0.04
24/08/2012	20:05	10900	11800	0.91	10.90	10.74	0.90	0.01
24/08/2012	20:15	10300	12000	0.86	10.30	10.965	0.91	-0.06
24/08/2012	20:25	8900	9700	0.74	8.90	9.21	0.77	-0.03
24/08/2012	20:35	8200	9400	0.68	8.20	8.55	0.71	-0.04
24/08/2012	20:45	8000	9400	0.67	8.00	7.83	0.65	0.02
24/08/2012	20:55	7300	8300	0.61	7.30	7.47	0.62	-0.02
24/08/2012	21:05	7200	8500	0.60	7.20	7.515	0.63	-0.04
24/08/2012	21:15	7400	8900	0.62	7.40	7.29	0.61	0.01
24/08/2012	21:25	7100	8200	0.59	7.10	7.38	0.62	-0.04
24/08/2012	21:35	7100	8200	0.59	7.10	7.14	0.60	-0.01

Fecha	Hora	MED	MAX	FLUKE		HOBO		Error potencia promedio
				Consumo KWh	Potencia promedio KW	Potencia promedio KW	Consumo KWh	
24/08/2012	21:45	6200	7600	0.52	6.20	6.075	0.51	0.02
24/08/2012	21:55	5200	6800	0.43	5.20	5.52	0.46	-0.06
24/08/2012	22:05	4900	6600	0.41	4.90	5.1	0.43	-0.04
24/08/2012	22:15	4800	5700	0.40	4.80	4.965	0.41	-0.03
24/08/2012	22:25	4200	4900	0.35	4.20	4.5	0.38	-0.07
24/08/2012	22:35	4700	5900	0.39	4.70	4.695	0.39	0.00
24/08/2012	22:45	4300	5800	0.36	4.30	4.23	0.35	0.02
24/08/2012	22:55	4400	5100	0.37	4.40	4.425	0.37	-0.01
24/08/2012	23:05	4300	4900	0.36	4.30	4.41	0.37	-0.03
24/08/2012	23:15	4300	6200	0.36	4.30	4.365	0.36	-0.02
24/08/2012	23:25	4200	5900	0.35	4.20	4.185	0.35	0.00
24/08/2012	23:35	4200	5400	0.35	4.20	4.035	0.34	0.04
24/08/2012	23:45	4300	5400	0.36	4.30	4.29	0.36	0.00
24/08/2012	23:55	4500	6200	0.38	4.50	4.515	0.38	0.00
25/08/2012	00:05	4200	5400	0.35	4.20	4.245	0.35	-0.01
25/08/2012	00:15	4100	5200	0.34	4.10	4.32	0.36	-0.05
25/08/2012	00:25	4400	5100	0.37	4.40	4.23	0.35	0.04
25/08/2012	00:35	4400	5100	0.37	4.40	4.575	0.38	-0.04
25/08/2012	00:45	4700	5100	0.39	4.70	4.62	0.39	0.02
25/08/2012	00:55	4300	4900	0.36	4.30	4.26	0.36	0.01
25/08/2012	01:05	4400	5500	0.37	4.40	4.29	0.36	0.03
25/08/2012	01:15	4300	5900	0.36	4.30	4.29	0.36	0.00
25/08/2012	01:25	4400	5400	0.37	4.40	4.35	0.36	0.01
25/08/2012	01:35	4500	5500	0.38	4.50	4.44	0.37	0.01
25/08/2012	01:45	4300	5700	0.36	4.30	4.305	0.36	0.00
25/08/2012	01:55	4100	5300	0.34	4.10	4.125	0.34	-0.01
25/08/2012	02:05	4200	5400	0.35	4.20	4.17	0.35	0.01
25/08/2012	02:15	4500	6100	0.38	4.50	4.44	0.37	0.01
25/08/2012	02:25	4800	6500	0.40	4.80	4.65	0.39	0.03
25/08/2012	02:35	4000	4800	0.33	4.00	4.065	0.34	-0.02
25/08/2012	02:45	4200	4900	0.35	4.20	4.17	0.35	0.01
25/08/2012	02:55	4600	5300	0.38	4.60	4.35	0.36	0.05
25/08/2012	03:05	4700	5200	0.39	4.70	4.77	0.40	-0.01
25/08/2012	03:15	4600	6500	0.38	4.60	4.53	0.38	0.02
25/08/2012	03:25	4200	5200	0.35	4.20	4.17	0.35	0.01

Tabla 6: Resultados de calibración de la estación meteorológica contra FLUKE 434.

En la tabla se muestra la información obtenida del FLUKE 434 mostrando fecha, hora de lectura la potencia mínima, máxima y la potencia promedio tomada en ese tiempo, en las últimas columnas se muestra las lecturas arrojadas por la estación meteorológica, donde se saca el error de la potencia promedio con respecto al FLUKE 434.

Haciendo el análisis de los resultados arrojados se calculó el error promedio de todo el tiempo de lectura donde nos da un excelente resultado con un porcentaje de error promedio de % 0.66.

En la siguiente Tabla se muestran los datos obtenidos directos del programa Power log 4.0.2.

Fecha	Función	Total Min	Total Med	Total Max
25/08/2012 06:20:00 a.m.	343mse Potencia Activa	4.2 kW	4.4 kW	5.5 kW
25/08/2012 06:20:00 a.m.	343mse Potencia Aparente	4.9 kVA	5.2 kVA	6.3 kVA
25/08/2012 06:20:00 a.m.	343mse Potencia Reactiva	2.4 kvar	2.6 kvar	3 kvar
25/08/2012 06:20:00 a.m.	343mse Factor de Potencia	0.77	0.79	0.84
25/08/2012 06:20:00 a.m.	343mse Cos Phi			
25/08/2012 06:20:00 a.m.	343mse Tensión			
25/08/2012 06:20:00 a.m.	343mse Corriente			
25/08/2012 06:25:00 a.m.	343mse Potencia Activa	4.3 kW	4.6 kW	5.4 kW
25/08/2012 06:25:00 a.m.	343mse Potencia Aparente	5 kVA	5.3 kVA	6 kVA
25/08/2012 06:25:00 a.m.	343mse Potencia Reactiva	2.4 kvar	2.5 kvar	2.9 kvar
25/08/2012 06:25:00 a.m.	343mse Factor de Potencia	0.77	0.8	0.85
25/08/2012 06:25:00 a.m.	343mse Cos Phi			
25/08/2012 06:25:00 a.m.	343mse Tensión			
25/08/2012 06:25:00 a.m.	343mse Corriente			
25/08/2012 06:30:00 a.m.	343mse Potencia Activa	4.2 kW	4.6 kW	5.5 kW
25/08/2012 06:30:00 a.m.	343mse Potencia Aparente	4.9 kVA	5.3 kVA	6.3 kVA
25/08/2012 06:30:00 a.m.	343mse Potencia Reactiva	2.4 kvar	2.6 kvar	3 kvar
25/08/2012 06:30:00 a.m.	343mse Factor de Potencia	0.77	0.8	0.83
25/08/2012 06:30:00 a.m.	343mse Cos Phi			
25/08/2012 06:30:00 a.m.	343mse Tensión			
25/08/2012 06:30:00 a.m.	343mse Corriente			
25/08/2012 06:35:00 a.m.	343mse Potencia Activa	4.2 kW	4.3 kW	5.1 kW
25/08/2012 06:35:00 a.m.	343mse Potencia Aparente	4.9 kVA	5 kVA	5.9 kVA
25/08/2012 06:35:00 a.m.	343mse Potencia Reactiva	2.4 kvar	2.5 kvar	2.9 kvar
25/08/2012 06:35:00 a.m.	343mse Factor de Potencia	0.77	0.79	0.8
25/08/2012 06:35:00 a.m.	343mse Cos Phi			
25/08/2012 06:35:00 a.m.	343mse Tensión			
25/08/2012 06:35:00 a.m.	343mse Corriente			
25/08/2012 06:40:00 a.m.	343mse Potencia Activa	4.1 kW	4.3 kW	5.5 kW
25/08/2012 06:40:00 a.m.	343mse Potencia Aparente	4.7 kVA	4.9 kVA	6.2 kVA
25/08/2012 06:40:00 a.m.	343mse Potencia Reactiva	2.2 kvar	2.4 kvar	2.9 kvar
25/08/2012 06:40:00 a.m.	343mse Factor de Potencia	0.77	0.79	0.83
25/08/2012 06:40:00 a.m.	343mse Cos Phi			

Tabla 7: Tabla de potencia como la muestra el POWER LOGIC.

4.2 Resultados de la interfaz de monitoreo.

Con la versatilidad que se tiene con la programación de applet se terminó una interfaz administrable y editable para mostrar la información de la forma más agradable.

En las siguientes imágenes se explica y se muestra algunas herramientas que se tienen en los gráficos del applet.

Con la ventaja del servidor instalado cualquier PC que esté conectada a la RED donde está conectada la PC servidor (PC que está conectada directo a la estación meteorológica) podrá observar y tendrá acceso a la información.

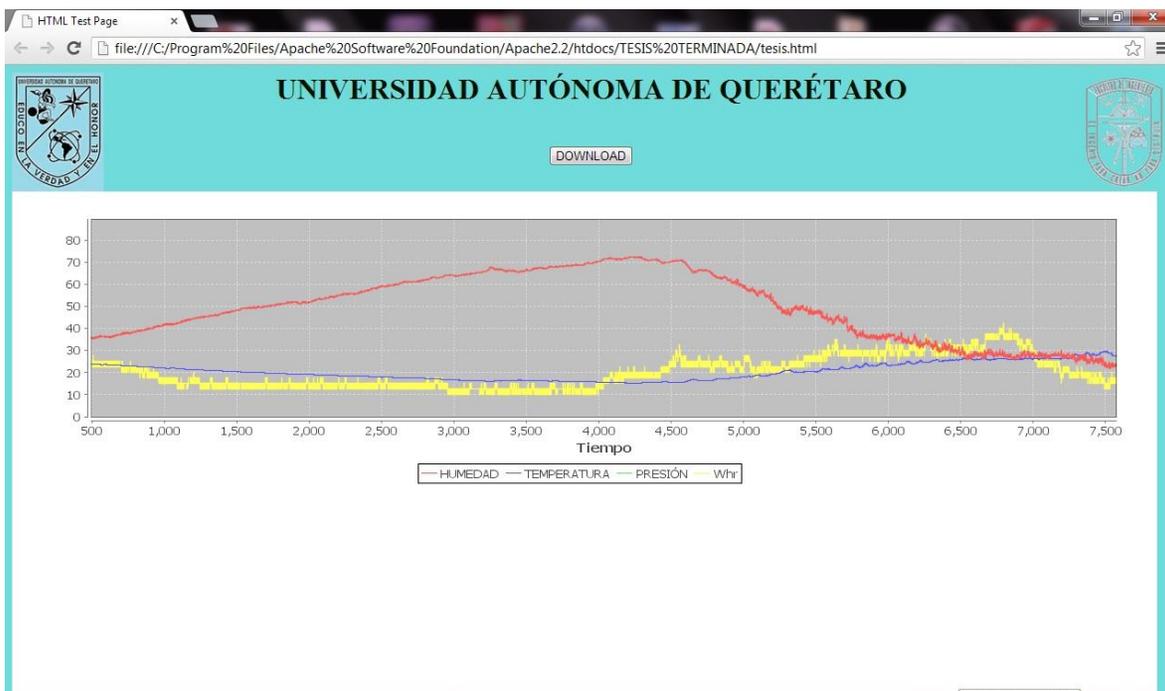


Figura 46: Interfaz mostrando 4 variables.

En la figura anterior se muestra la imagen de 4 variables, una de las ventajas de esta aplicación es que se puede dar zoom a cualquier parte del gráfico que se requiere ver más a detalle.

En la siguiente imagen se muestra la interfaz pero abierta desde otra PC conectada a la misma red.



Figura 47: Interfaz abierta en otra red.

La conexión a la interfaz solo se necesita conocer la IP de la PC servidor, se escribe la IP en la barra de direcciones de cualquier explorador de internet que sea compatible con JAVA.

Se agregó un botón para descargar el archivo de la base de datos de todas las variables que arroja la estación meteorológica. Al momento de presionar descarga el archivo más actual de información.

En la siguiente imagen se muestra la descarga, se muestra también una imagen del archivo que se descarga, donde es archivo con extensión “.csv” pero se puede abrir con Excel.

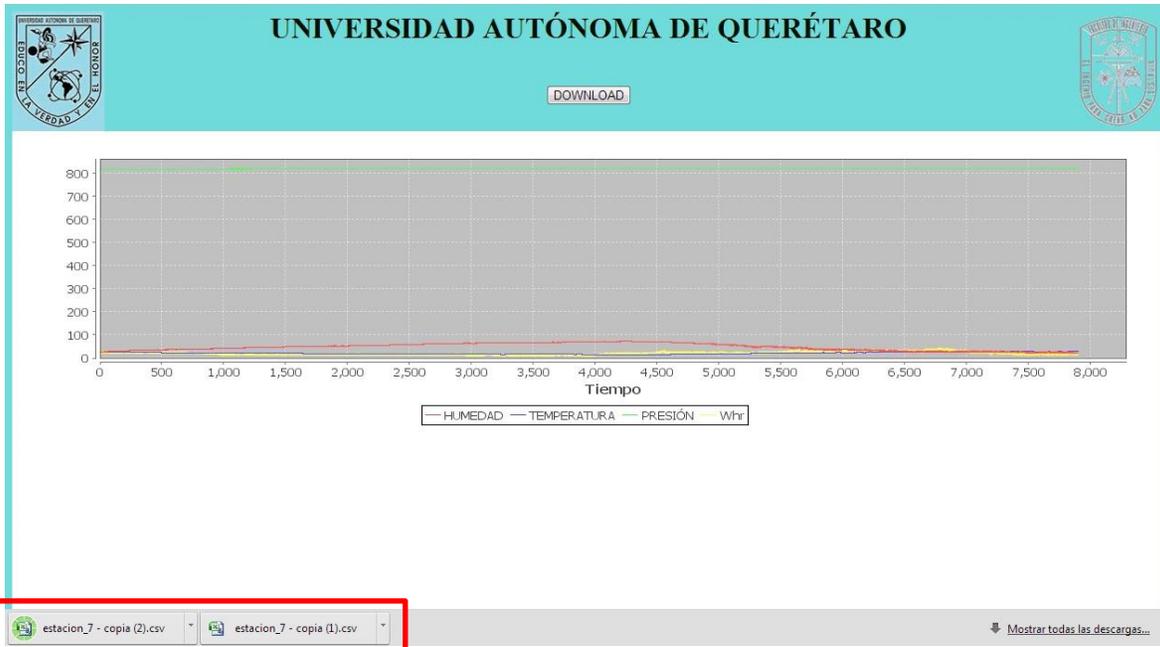


Figura 48: Se muestra el momento de descarga del archivo.

1	Data Format:		
2	dateTimeDelimiter: "		
3	decimalSeparator: "."		
4	dataDelimiter: "		
5	dateFormat: MM/dd/yy		
6	timeFormat: hh:mm:ss a		
7	gmtOffset: "-5"		
8	daylightSavings: false		
9			
10	Logger Info:		
11	- &1		
12	launchDescription: "estacion 2noche"		
13	model: HOBO U30 Station		
14	vendor: Onset Computer Corporation		
15	serialNumber: 10121088		
16	memorySize: 524288		
17	firmwareVersion: 3.00		
18	firmwareVersionRaw: 768		
19	deploymentNumber: 16		
20	Series Info:		
21	- name: "Wind Direction"		
22	type: value		
23	unitName: "ø"		
24	OMClassName: OMeasurementH21		
25	OMPartNumber: S-WDA-XXXX		

Time, GMT-05:00	Wind Directic	Pressure,	Wind Speed, m/	Gust Speed,	Temp, °C	RH, %	DewPt, °C	Solar Radiatic	Batt, V	Counts, #	Rain, mm
1 06/26/12 07:03:08 PM	8.4	817.45	1.76	3.78	26.109	25.7	5	105.6	4.188		
2 06/26/12 07:03:18 PM	352.4	817.55	2.01	2.77	26.109	25.9	5.1	105.6	4.188	9	0
3 06/26/12 07:03:28 PM	46.3	817.55	1.76	2.52	26.109	26	5.1	100.6	4.188	10	0
4 06/26/12 07:03:38 PM	346.8	817.55	2.01	2.27	26.109	26	5.1	108.1	4.188	9	0
5 06/26/12 07:03:48 PM	29.5	817.55	2.01	2.52	26.085	26.4	5.3	100.6	4.188	10	0
6 06/26/12 07:03:58 PM	68.8	817.65	1.76	2.01	26.109	26.2	5.2	105.6	4.188	9	0
7 06/26/12 07:04:08 PM	60.4	817.65	1.26	1.76	26.085	26.4	5.3	101.9	4.188	10	0
8 06/26/12 07:04:18 PM	322.9	817.65	0.76	1.01	26.085	26.4	5.3	101.9	4.188	8	0
9 06/26/12 07:04:28 PM	352.4	817.55	1.01	1.26	26.085	26.1	5.2	114.4	4.188	9	0
10 06/26/12 07:04:38 PM	355.2	817.55	0.5	0.76	26.085	26.2	5.2	99.4	4.188	10	0
11 06/26/12 07:04:48 PM	353.8	817.65	0.25	0.5	26.085	26.4	5.3	93.1	4.194	9	0
12 06/26/12 07:04:58 PM	329.9	817.65	0.5	1.01	26.085	26.4	5.3	100.6	4.188	10	0
13 06/26/12 07:05:08 PM	327.1	817.55	2.52	2.77	26.085	26.3	5.3	96.9	4.188	9	0
14 06/26/12 07:05:18 PM	324.3	817.65	1.76	2.27	26.085	26.4	5.3	96.9	4.188	9	0
15 06/26/12 07:05:28 PM	338.3	817.65	2.27	3.02	26.061	26.4	5.3	96.9	4.188	10	0
16 06/26/12 07:05:38 PM	338.3	817.65	1.01	1.26	26.061	26.7	5.5	94.4	4.188	9	0
17 06/26/12 07:05:48 PM	261.1	817.55	0.5	0.76	26.036	26.8	5.5	95.6	4.188	10	0
18 06/26/12 07:05:58 PM	174.1	817.65	0.76	1.26	26.036	27	5.6	90.6	4.188	9	0
19 06/26/12 07:06:08 PM	293.4	817.65	1.51	2.27	26.036	26.8	5.5	95.6	4.188	9	0
20 06/26/12 07:06:18 PM	339.7	817.65	1.26	1.76	26.036	26.7	5.4	94.4	4.188	10	0
21 06/26/12 07:06:28 PM	345.4	817.55	1.76	2.01	26.012	26.4	5.3	104.4	4.188	9	0
22 06/26/12 07:06:38 PM	355.2	817.65	0.76	1.26	26.012	26.6	5.4	105.6	4.188	10	0
23 06/26/12 07:06:48 PM	63.2	817.65	0	0.5	26.012	27	5.6	96.9	4.188	10	0

Tabla 8: Muestra de la tabla de la información.

La grafica muestra varias herramientas útiles para el análisis de la información de las gráficas.

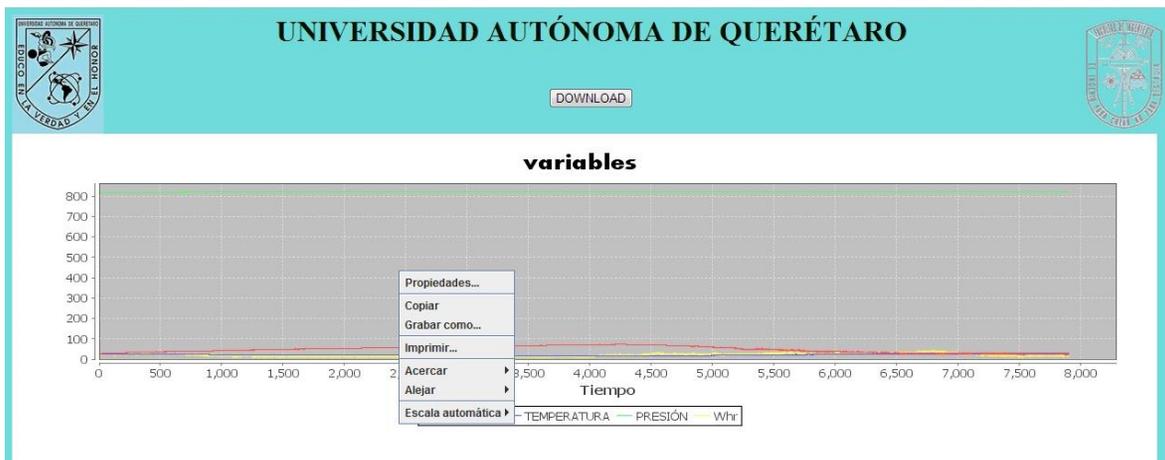


Figura 49: Se muestra las principales opciones de la gráfica.

Opciones:

- Propiedades
- Copiar
- Guardar como...
- Imprimir...
- Acercar
- Alejar
- Escala automática

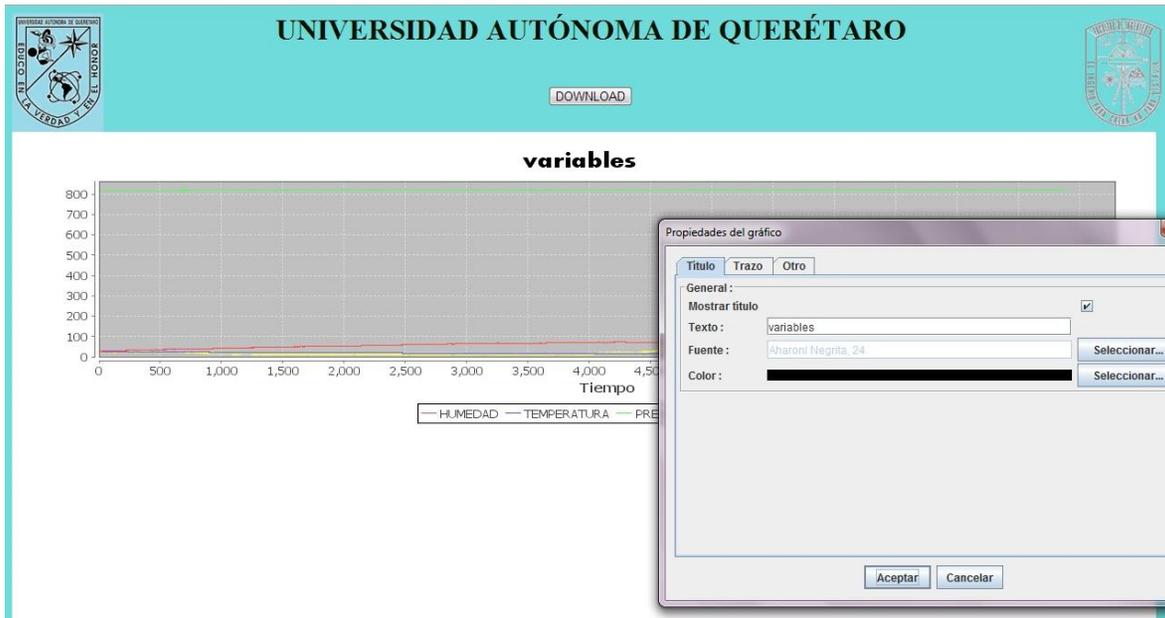


Figura 50: Propiedades de título de la gráfica.

Estas propiedades se muestran tres pestañas de opciones una es el título, trazo y otro.

En esta parte se muestra el título de la gráfica, la fuente donde se selecciona el tipo y el tamaño de letra, y además el color del texto.

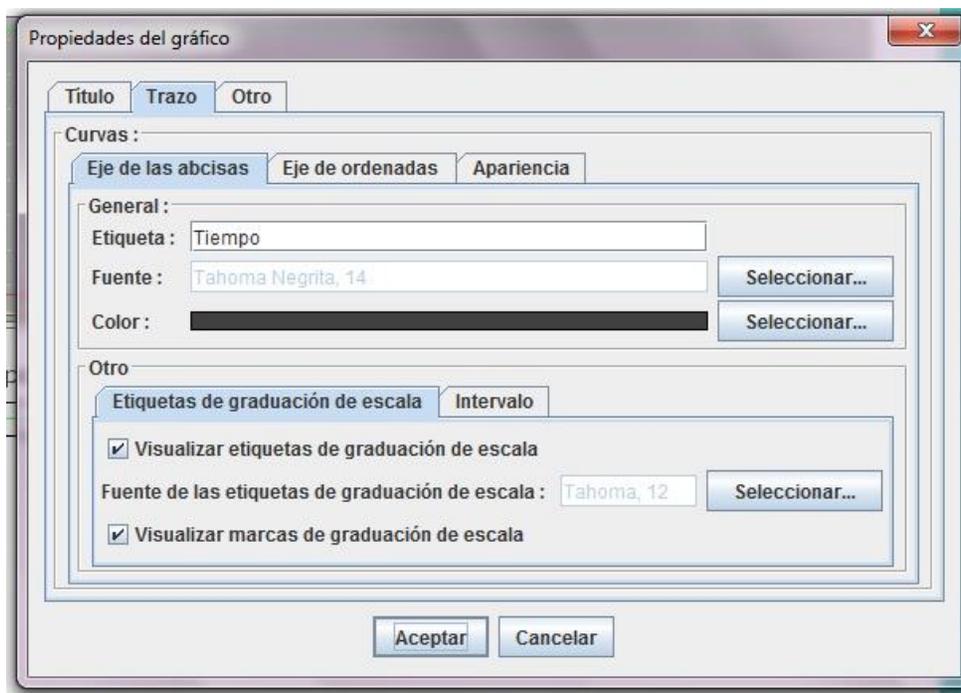


Figura 51: Pestaña trazo.

En la pestaña de trazo, se le puede colocar el nombre y el color de los ejes.

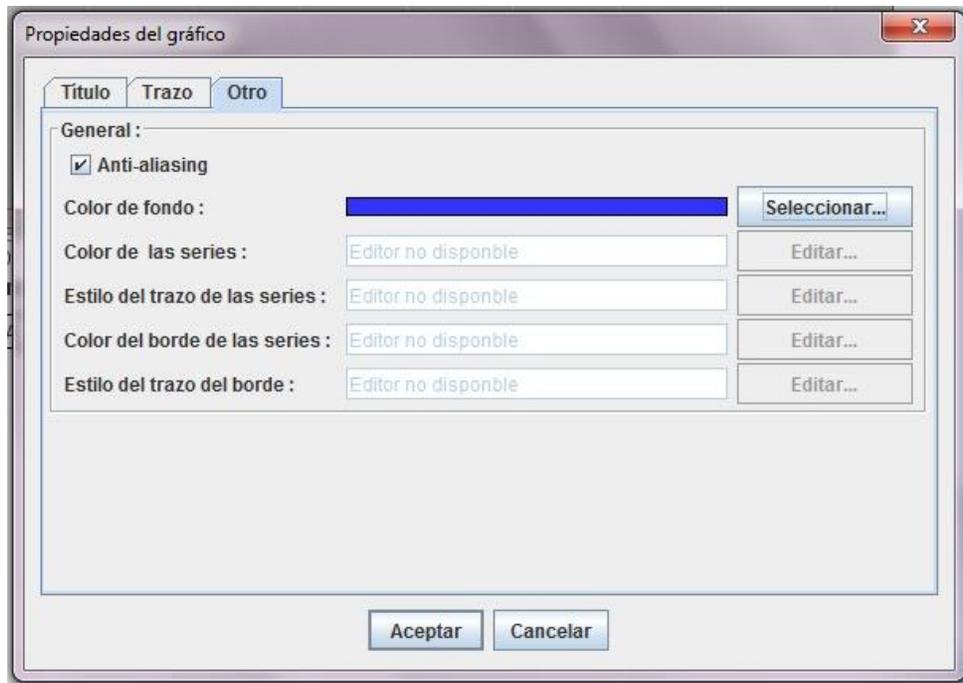


Figura 52: Pestaña Otro.

En esta pestaña se tiene la opción de seleccionar el color de fondo de la gráfica.



Figura 53: Guardar Como.

En esta opción puedes seleccionar la dirección donde se va guardar el archivo del gráfico, este archivo se guarda como imagen con extensión “.PNG”.

4.3 Resultados del sistema alterno.

Consiste en la medición en el consumo de energía eléctrica del área de posgrado de la facultad de ingeniería de la UAQ (Universidad Autónoma de Querétaro) además de tener la opción de manipular la hora de suministro de energía eléctrica de los edificios de posgrado de la misma.

MENU PRINCIPAL

A continuación se muestra el método de acceso a las pantallas del monitoreo de energía eléctrica en este primer caso será al centro de monitoreo.

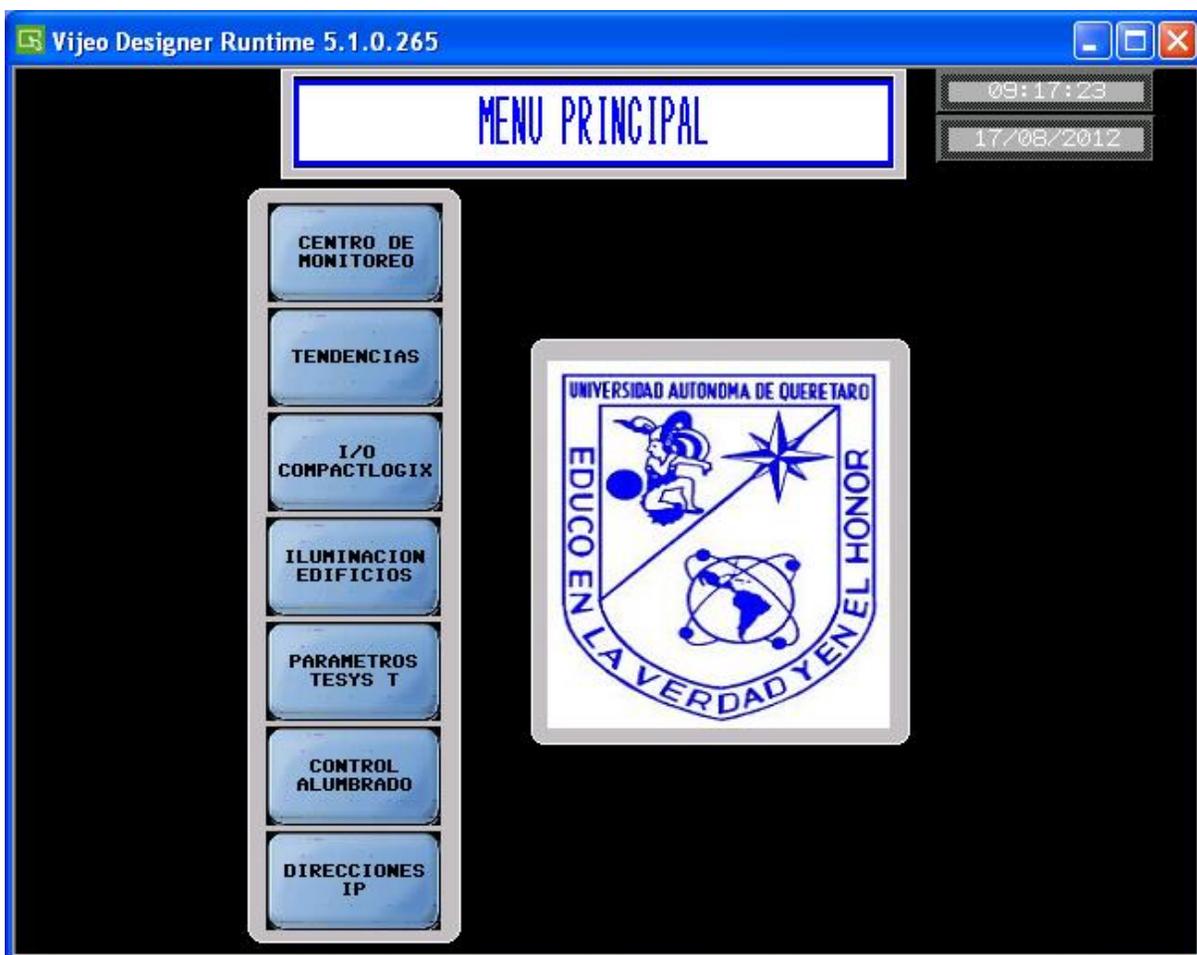


Figura 54: Menú principal.

CENTRO DE MONITOREO:

En este gráfico que se muestra a continuación como acceder a cada una de las variables a monitorear como pueden ser corriente, voltaje, potencia, tendencias ó parámetros. Cada uno de los botones en la parte inferior de la pantalla mostrada abre lo mencionado en dicho botón.

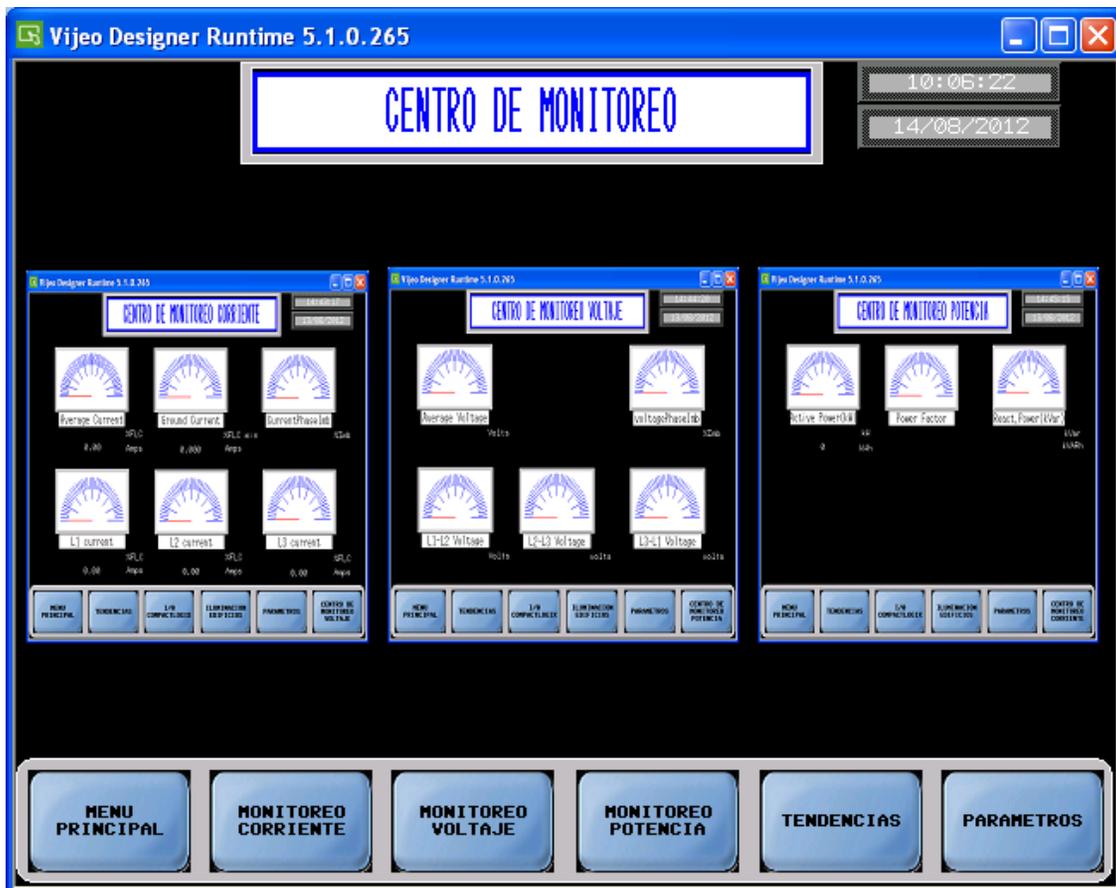
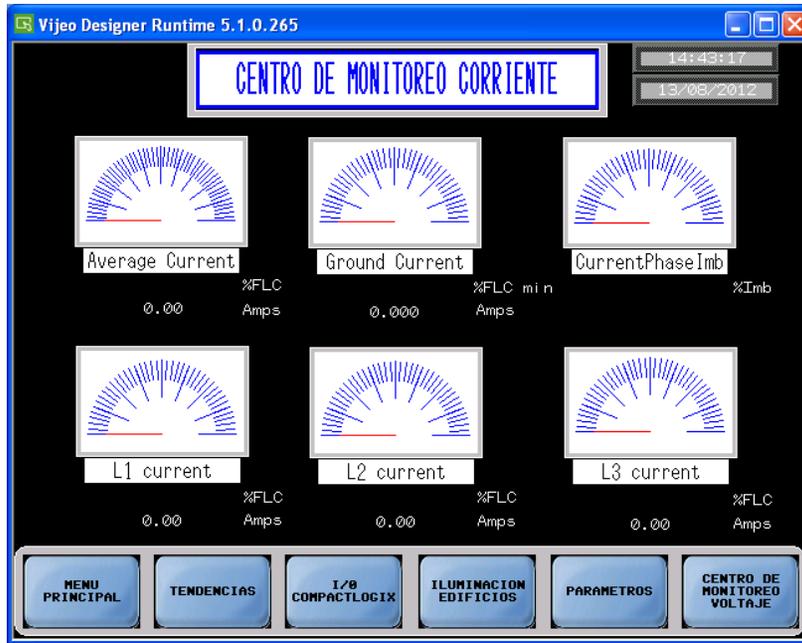


Figura 55: Centro de monitoreo.

Al presionar el botón que tiene la leyenda monitoreo de corriente abre la siguiente pantalla.



Cada uno de los medidores dentro de la imagen toma los valores medidos y los representa, cada uno de ellos mide lo mencionado en la parte inferior de ellos.

Otras pantallas mostradas con los botones de la parte inferior del centro de monitoreo se mostraran a continuación:

MONITOREO DE VOLTAJE:

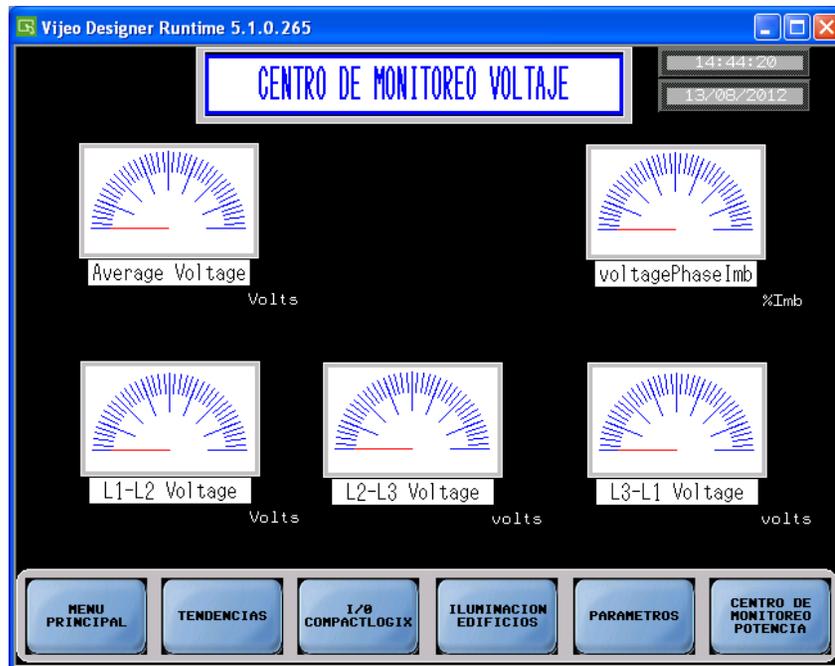


Figura 56: Centro de monitoreo voltaje.

MONITOREO DE POTENCIA:

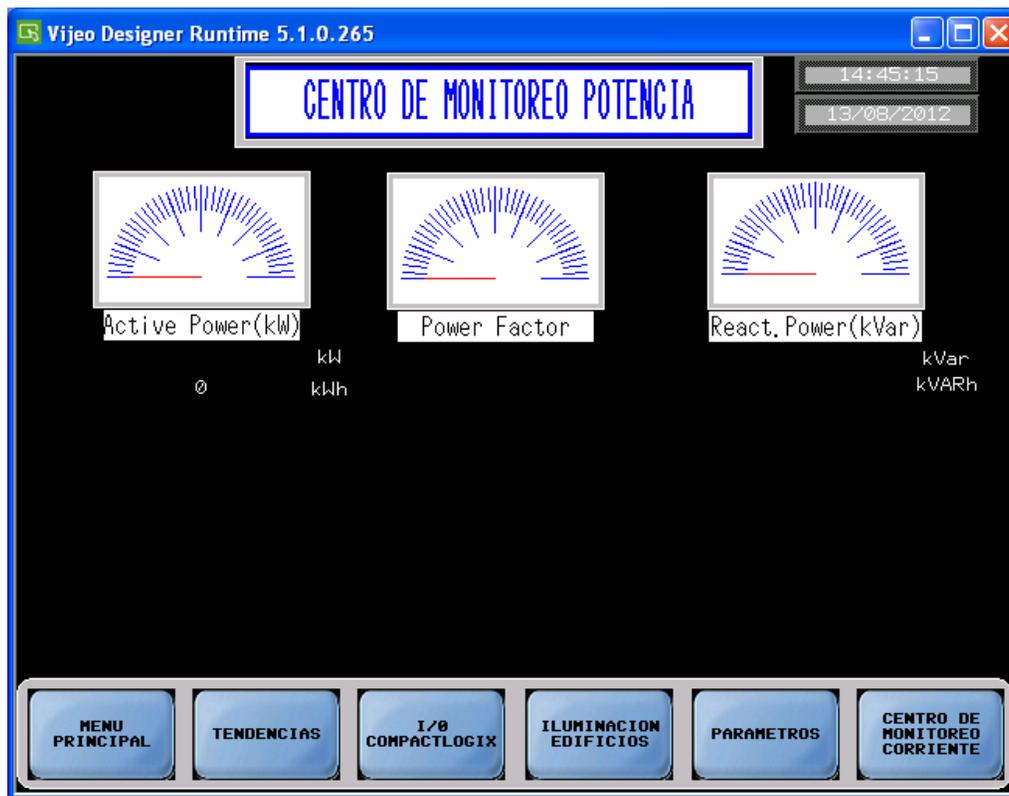


Figura 57: Centro de monitoreo de Potencia.

TENDENCIAS:

Esta pantalla es un menú interno para mostrar las tendencias de cada una de las variables a medir (corriente, voltaje y potencia).

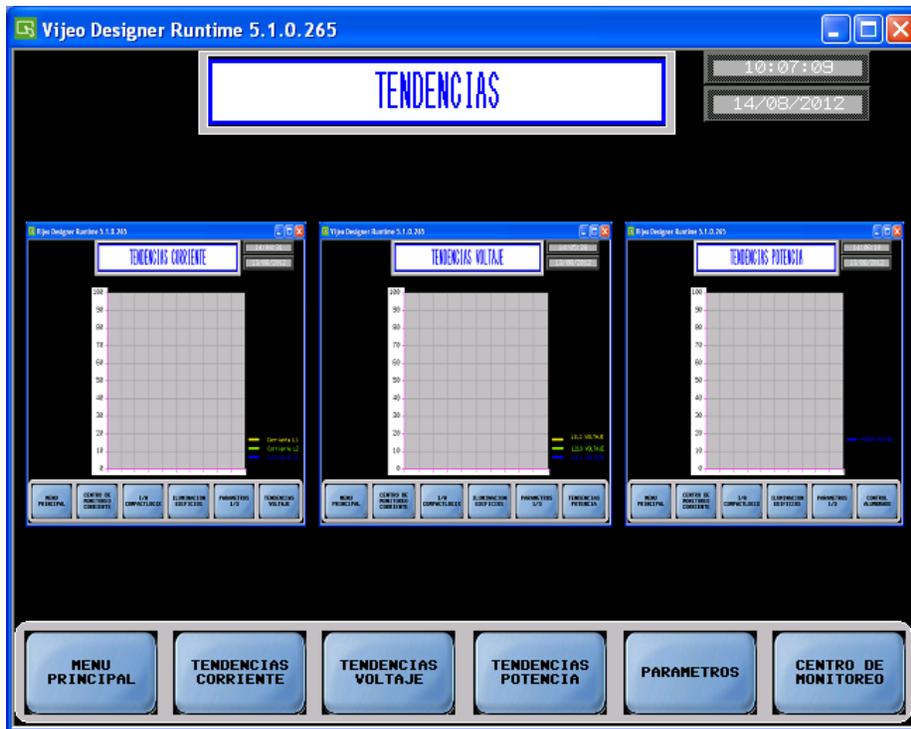


Figura 58: Tendencias

TENDENCIAS DE CORRIENTE:

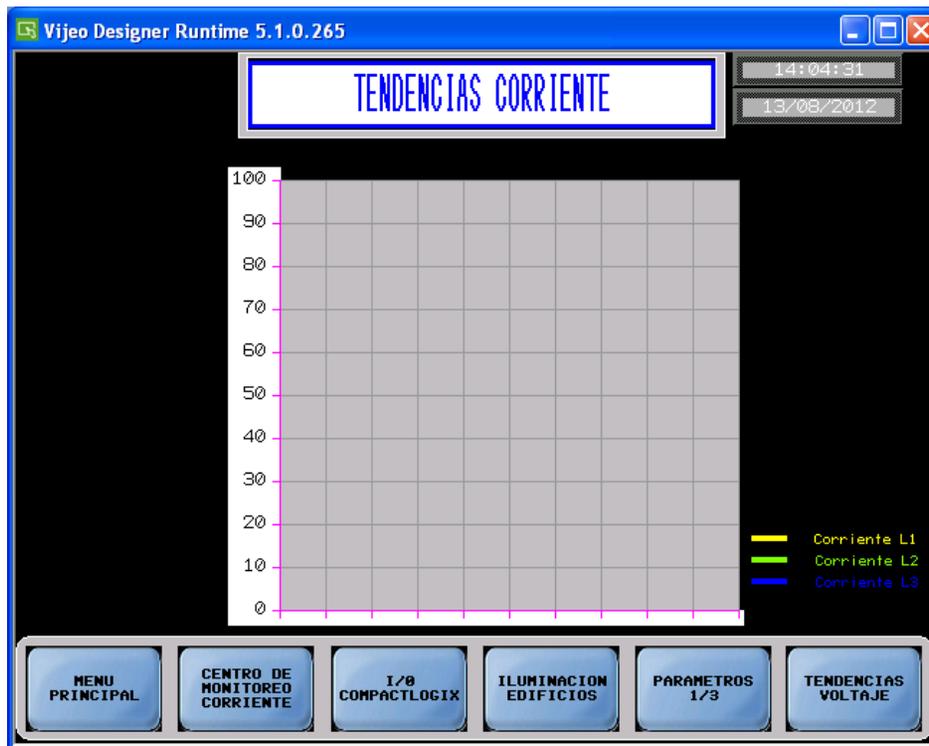


Figura 59: Tendencias Corrientes

TENDENCIAS DE VOLTAJE:

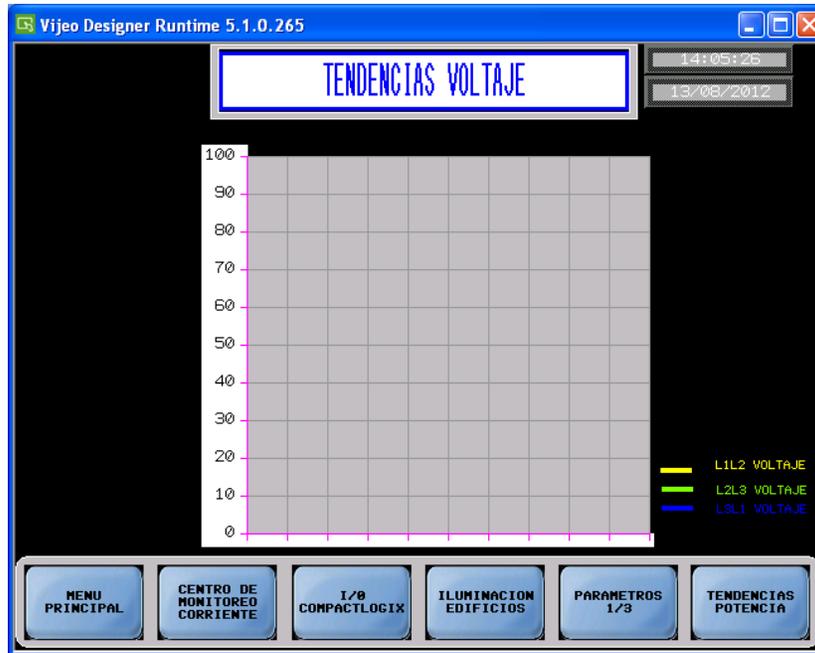


Figura 60: Tendencias Voltaje

4.4 Resultados control.

En esta parte lo que se logro fue tener las variables de forma analógica en el PIC.

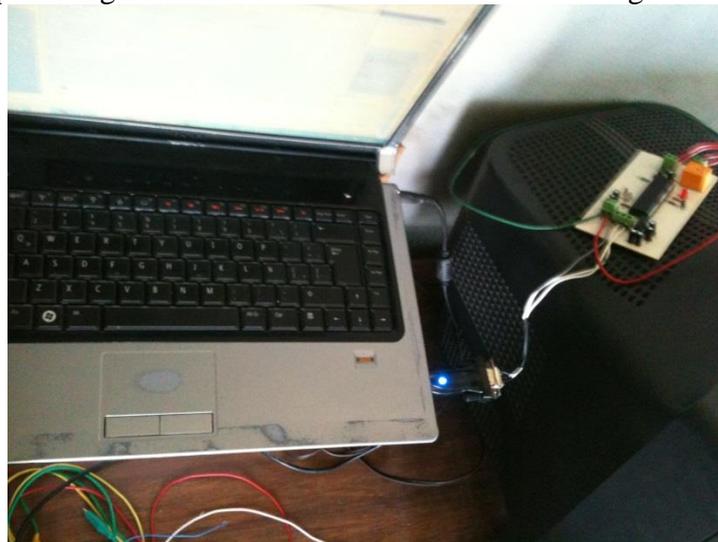


Figura 61: Conexión de circuito RS-232.

CAPITULO V

5. CONCLUSIÓN.

Con el desarrollo de este proyecto se logró establecer el monitoreo de variables meteorológicas y eléctricas de forma remota para el estudio del comportamiento del consumo de electricidad dependiendo de las variables meteorológicas, Los alumnos de la facultad de ingeniería de la carrera de automatización podrán tener acceso a las variables para que las utilicen en cualquier otro estudio.

Se podrá por medio del estudio de comportamiento del consumo de electricidad, podrá realizar una prevenir el consumo para poder realizar un control de demanda y poder reducir los costos de electricidad.

La parte de control se dejó el sistema donde se tienen unas variables de forma analógicas y se pueda implementar cualquier sistema de control, o implementar algún sistema de estudio de control.

La ventaja de este proyecto es que se dejó de forma didáctica tanto en la parte de monitoreo como la parte de control, donde se puede mejorar el sistema e implementar cualquier sistema de adquisición de datos para la parte de control.

CAPITULO VI

6. REFERENCIAS.

Energy international agency (EIA) en publicación *Energy Performance Certification of Buildings A Policy Tool to Improve Energy Efficiency*. -2004

Ramazan Bayindir, Erdal Irmak, Ilhami Colak, Askin Bektas, *Development of a real time energy monitoring platform*, 2010 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Comisión Federal de Electricidad (CFE). Síntesis Informativa sobre el Sector Energético, *Boletín de prensa 26 de Febrero del 2012*, www.saladeprensa.cfe.gob.mx.

Homepage on the *Energy Performance in Buildings Directive supported by the European Commission* http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm.

Luis Andreula, *red de monitoreo y supervisión de las variables eléctricas en sub-estaciones*. Julio, 2010.

Javier Cabrera Vázquez, Eduardo Castañeda Paredes, “*CONTROL DIFUSO PARA ENERGÍAS RENOVABLES*”, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Física. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Departamento de Electrónica.

Denyss Estévez Montalvo Marzo Monitoreo, *Control y Adquisición de Datos de Energía Eléctrica*, 2005

Ing. Eduardo Tiravanti Zapata "*Tecnología Moderna Para El Ahorro De La Energía Eléctrica*" 2006

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía CONUEE, *Sistemas de Monitoreo para Control y Ahorro de Energía Eléctrica*, IV Seminario de Ahorro de Energía, Cogeneración y Energía Renovable: “Eficiencia Energética en la Industria”, México, D. F., Octubre 2008

Schneider Electric, Eficiencia Energética, Manual de soluciones, 2010

M.C. Mario Salvador Esparza González, Juan Pablo Altamira Rodríguez

Controlador de demanda máxima, *Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Departamento de Ing. Eléctrica y Electrónica.*

ASRHAE/IESNA Standards, ASRHEA Standard - Energy Standards for Buildings except Low-Rise Residential Buildings. American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.

Dorsey JG, Siewiorek DP. *Online power monitoring for wearable systems.* In: Proceedings of the 6th IEEE international symposium on wearable computers, Seattle, WA, USA; 2002.

Servicio Efectivos de Medición Hunt “*Sistemas de Monitoreo para Control y Ahorro de Energía Eléctrica*” XIV Seminario de Ahorro de Energía, Cogeneración y Energía Renovable: “Eficiencia Energética en la Industria” Mexico, D. F. Octubre 2008

Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE); Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Nichos de Mercado para sistemas fotovoltaicos en conexión a la red eléctrica en México, (2009) www.giz.de/Themen/en/dokumente/en-market-niches-for-gride-connected-photovoltaic-systems-mexico.pdf.

FLUKE; Manual de usuario, *FLUKE 433/434 Three Phase Power Quality Analyzer*, (2004), http://assets.fluke.com/manuals/433_434_umspa0000.pdf.

Hernández, C. Tarifas subsidiadas, causa de ineficiencia, *Revista Energía a debate*, 26 (2008) 53-56.

International Energy Agency (IEA). CO₂ emissions from fuel combustion Highlights, *IEA statistics*, (2011), www.iea.com.

Comisión Reguladora de Energía (CRE); Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ); Guía para trámites con la Comisión Reguladora para permisos de generación e importación de energía eléctrica con energías renovables, cogeneración y fuente firme, (2010) <http://www.giz.de/Themen/de/dokumente/sp-Guia-para-tramites-de-permisos-con-la-CRE.pdf>.

Comisión Federal de Electricidad (CFE) *Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión 2011*. (COPAR - generación) México D.F., 2011.

Comisión Federal de Electricidad (CFE) *Catálogo de Unidades Generadoras en Operación*, 2011 México D.F., 2011.

International Energy Outlook 2011 Office of Integrated Analysis and Forecasting. Energy Information Administration, U.S. Department of Energy. Washington, D.C., 2011.

Secretaría de Energía (SENER) *Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026*, México, 2012

International Energy Agency (IEA), *Electricity Information 2011, Energy Balances of OECD Countries 2011, Energy Balance of Non-OECD Countries 2011* Paris, France, 2011.

Ing. Jesús A. Báez Moreno. *Administración de la Demanda Eléctrica, Medición de Energía y Corrección del Factor de Potencia*. Marzo 28, 2003.

Llamas Armando, *Costos unitarios mezclados*. Centro de Estudios de Energía, 12 de Junio 2004 (REV Enero 2007).
<http://www.mty.itesm.mx/etie/deptos/ie/profesores/allamas/cursos/ueee/tarifas/CUA.doc>

Maruyama Kazuhiro. Demand control apparatus and power distribution control system. (2007), European Patent EP0561255.

Andrews et al. , Peak electrical demand control. (1993). Disponible de WorldWide Web:

<http://ateam.lbl.gov/Design-guide/DGHtm/rightsizing.choosinganenergy.efficientdesign.htm>

Onset HOBO data loggers, “U30 NRC Manual”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/11866-F-MAN-U30-NRC.pdf

Onset HOBO data loggers, “10270-G-MAN-MAGNELAB-CT”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/10270-G-MAN-MAGNELAB-CT.pdf

Onset HOBO data loggers, “Wind Speed Smart Sensor”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/13287-D-MAN-SWSA.pdf

Onset HOBO data loggers, “Wind Direction Smart Sensor”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/15290-B-MAN-SWDA.pdf

Onset HOBO data loggers, “Temperature/RH Smart Sensor Manual”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/11427-I-MAN-S-THB.pdf

Onset HOBO data loggers, “5942-E-MAN-S-LIA”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/5942-E-MAN-S-LIA.pdf

Onset HOBO data loggers, “Rain Gauge Smart Sensor Manual”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/14091-C-MAN-SRGX.pdf

Onset HOBO data loggers, “12291-D-MAN-S-BPB”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/12291-D-MAN-S-BPB.pdf

Onset HOBO data loggers, “10332-K-MAN-WATTNODE”,

http://wpc.306e.edgecastcdn.net/80306E/onsetcomp_com/files/manual_pdfs/10332-K-MAN-WATTNODE.pdf