

Trabajo Fin de Grado

PLATAFORMA WEB PARA LA EVALUACIÓN Y DIFUSIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DEL PROYECTO EMERGIENDO CON EL SOL

Alumno: Jesús Alberto Salazar Ortega

Tutor: Prof. D. Antonio Jesús Rivera Rivas

Prof. D. Juan de la Casa Higueras

Dpto: Informática



Universidad de Jaén Escuela Politécnica Superior de Jaén Departamento de Informática

Don Antonio Jesús Rivera Rivas y Don Juan de la Casa Higueras, tutores del Trabajo Fin de Grado titulado: Plataforma Web para la evaluación y difusión de sistemas fotovoltaicos del proyecto Emergiendo con el Sol, que presenta Jesús Alberto Salazar Ortega, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

El alumno:	Los tutores:

Jaén, Febrero de 2015

Jesús Alberto Salazar Ortega

Antonio Jesús Rivera Rivas Juan de la Casa Higueras

Agradecimientos

Para empezar quería agradecer a mis padres por todo el apoyo que me han dado, no haber dudado de mí en ningún momento de que no pudiera llegar a estar aquí ahora y toda la paciencia que han tenido conmigo.

Quería agradecer a mi buen amigo David que siempre ha estado ahí para escuchar mis delirios como mis tonterías, a mi otro buen amigo Fernando que escuchaba pacientemente todas mis dudas sobre diseño web, a mis amigos que me echaban de menos cada vez que les decía que no iba a salir porque me iba a quedar en casa a trabajar y a todos mis compañeros de clase que me han acompañado ya que de algún modo u otro me ha hecho llegar hasta aquí.

También quería al profesorado de informática de la Universidad de Jaén que considero que he tenido una educación ejemplar y todo gracias a ellos.

Por último agradecer a mis dos tutores de este proyecto, Antonio y Juan con los cuales he estado encantado de compartir este proyecto.

Índice

Intr	oducción
1.1	Introducción al proyecto8
1.2	Motivación9
1.3	Objetivos12
Eme	ergiendo con el Sol
2.1	Emergiendo con el Sol14
2.1.1	Monitorización19
2.1.2	Archivos de monitorización20
2.1.3	Cálculo de datos útiles22
Tecı	nologías
3.1	Servidor26
3.1.1	Características del servidor26
3.1.2	Sistemas operativos para servidores27
3.1.3	CentOS
3.1.4	¿Por qué elegir CentOS?28
3.2	Servidor Web29
3.2.1	¿Qué es un servidor Web?29
3.2.2	Estándares empleados29
3.2.3	Motivación para la creación de un servidor web31
3.2.4	Infraestructura LAMP31
3.2.5	MariaDB33
3.2.6	Lenguajes de programación34
3.3	Gestión de datos del servidor35
3.3.1	Introducción35
3.3.2	SSH como protocolo de intercambio35
3.3.3	Lenguajes de programación36
3.4	Cliente37

Ingeniería del software

4.1	Introducción	39
4.1.1	Desarrollo del proyecto	40
4.1.2	Análisis de requerimientos	41
4.1.3	Requerimientos funcionales	42
4.1.4	Requerimientos no funcionales	45
4.2	Planificación	48
4.2.1	Planificación temporal	48
4.2.2	Estimación de costes	49
4.3	Análisis de sistema	50
4.3.1	Perfiles de usuario	50
4.3.2	Casos de uso	52
4.3.3	Escenarios	61
4.4	Diseño de Software	68
4.4.1	Diseño del sistema	69
4.4.2	Diseño de la base de datos	76
4.4.1	Diseño de la interfaz	89
Imp	lementación	
Imp 5	lementación Implementación	98
•		
5	Implementación	98
5 5.1	Implementación Arquitectura del sistema	98 99
5 5.1 5.3	Implementación Arquitectura del sistema Herramientas de desarrollo Sistema de ficheros e implementación	98 99 100
5 5.1 5.3 5.4 5.4.1	Implementación Arquitectura del sistema Herramientas de desarrollo Sistema de ficheros e implementación	98 99 100
5 5.1 5.3 5.4 5.4.1 5.4.2	Implementación	98 99 100 111
5 5.1 5.3 5.4 5.4.1 5.4.2	Implementación	98 99 100 111 113
5 5.1 5.3 5.4 5.4.1 5.4.2 5.4.3	Implementación	98 99 100 111 113
5 5.1 5.3 5.4 5.4.1 5.4.2 5.4.3 5.5 Con	Implementación	98 100 100 111 113
5 5.1 5.3 5.4 5.4.1 5.4.2 5.4.3 5.5 Con	Implementación Arquitectura del sistema Herramientas de desarrollo Sistema de ficheros e implementación Servicio web Implementación Aplicación servidor Implementación Aplicación cliente Casos de prueba	98 100 100 111 113

Anexo I. Manual de instalación del proyecto Emergiendo con el Sol	123
Anexo II. Manual de administrador	133
Anexo III. Manual de usuario	139
f Anexo~IV. Manual de instalación de centrales Emergiendo con el Sol	144
${f Anexo~V}$. Norma española de monitorización de sistemas fotovoltaicos	148

Capítulo 1

Introducción

1.1 Introducción al proyecto

En este documento se va a mostrar el proceso seguido para realizar el Trabajo de Fin de Grado relacionado con el Proyecto Emergiendo con el Sol que consiste en la monitorización y visualización de datos referentes a las centrales de fotovoltaicas de Lima, Arequipa y Tacna en Perú, donde se contempla la ampliación al proyecto más centrales que quieran añadirse a este programa.

El objetivo principal es el desarrollo de una plataforma donde se puedan mostrar los datos a través del tiempo de forma intuitiva, ver estadísticas de producción, últimos datos obtenidos por central, etc.

Para conseguir esto el diseño principal es la centralización de los datos de las distintas centrales en un servidor localizado en la Universidad de Jaén y mediante una plataforma web mostrar estos datos. Para todo esto se proporcionó una CPU donde se instalaría toda la centralización de la plataforma y se instalará en la Universidad de Jaén con su propia IP pública.

1.2 Motivación

El inicio de este proyecto se basa en la energía. Perú ha conseguido un crecimiento económico muy importante entre los países latinoamericanos. Desde un programa de reformas iniciado por Alberto Fujimori en los noventa, Perú experimenta un fuerte crecimiento económico y las previsiones son muy favorables en los próximos años. Pero todo esto se tiene que basar en una base sólida, la energía, y ahí empieza el ámbito de este proyecto.

Un buen uso de las energías renovables ampliaría enormemente las condiciones socio-económicas de los ciudadanos, hace que la región sea más autónoma, genera muchos puestos de trabajo, no hay que tener un plan de procesamiento de residuos porque no hay y sobre todo son inacabables y no contaminan.

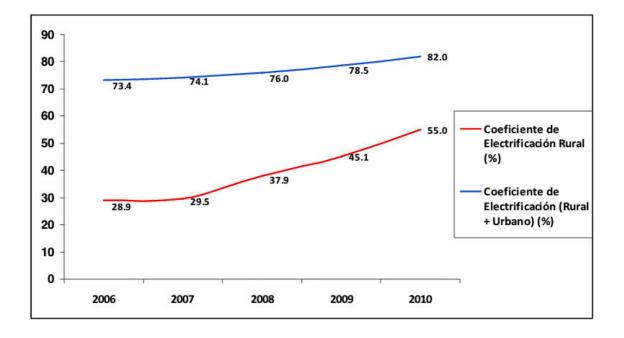


Figura 1. Estadísticas de uso energético en Perú

Encabezando el uso de energías renovables en Perú está la energía hidroeléctrica que es casi la mitad de energía consumida por el país, donde la otra mitad es consumida a partir de hidrocarburos, es decir, energía térmica no renovable y contaminadora. Esto se debe al descubrimiento de gas en zonas del bajo Urubamba Camisea que consiguió ser el principal acceso de energía antes de empezar a usar la energía hidráulica. La energía solar y la eólica solo suponen un 1.97% de la energía consumida por el país a octubre de 2015. Lo comentado anteriormente se puede ver en la siguiente imagen.

Ante la alta dependencia energética que sufren los países de Sudamérica y, en concreto, Perú, el traspaso de conocimientos que aporta este proyecto de cooperación supone una aportación hacia un cambio de la matriz energética, más independiente, que es hacia donde van orientadas las políticas energéticas del país. Siendo la tecnología fotovoltaica además, una de las formas de generación de energía renovable que mayor potencial tiene en el país.

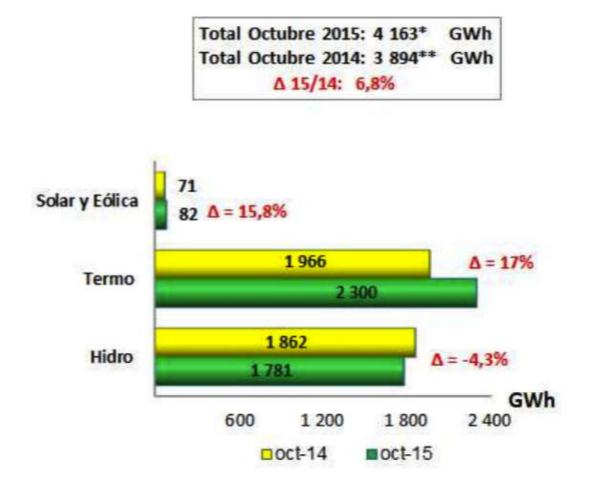


Figura 2. Gráfico sobre las diferentes energías usadas en Perú en 2015

Se pretende que Perú entre al barco de la utilización de la tecnología fotovoltaica para la generación de energía eléctrica haciéndose así como el mayor beneficiario de este proyecto, así como la comunidad universitaria con capacidades en ese campo.

A causa de todo esto se originó el proyecto Emergiendo con el Sol, Apoyo institucional al Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería, en el campo de la generación de energía eléctrica, empleando tecnología fotovoltaica. Y es aquí donde este proyecto Trabajo fin de Grado forma parte, donde nos encargaremos de la monitorización y visualización de la generación de energía de las centrales fotovoltaicas en Perú.

1.3 Objetivos

El objetivo base de este Trabajo fin de Grado es el de centralizar todos los datos monitorizables de las diferentes centrales fotovoltaicas de Perú y visualizar esos datos de forma inteligente para que puedan ser útiles para las entidades que necesiten estos datos.

Como otros objetivos tenemos que buscar la rigidez del sistema, ya que se prevén dificultades técnicas (como apagones) en las centrales donde se va a implementar este sistema, así como filtrar posibles errores de medida de los aparatos para que el sistema muestre los datos más fiables posibles.

Todo esto siguiendo el marco de las normas de monitorización de sistemas fotovoltaicos para la medida, intercambio de datos y análisis, UNE-EN 61724 de agosto 1998 que adopta la Norma Internacional CEI 61724:1998 que podemos encontrar en el Anexo V.

Capítulo 2

Emergiendo con el Sol

2.1 Emergiendo con el Sol

Este proyecto ha sido apoyado económicamente por la Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AACID), la cual tiene como objetivo principal "Fomentar la generación, difusión y transferencia de conocimientos y tecnologías para abordar problemas críticos del desarrollo humano, social y económico." (OE082)

Dentro de este contexto, el proyecto Emergiendo con el Sol tiene como objetivo específico el de prestar apoyo científico-material y la transferencia de experiencias-conocimiento por parte de investigadores del Grupo de Investigación y Desarrollo en Energía Solar (en adelante, IDEA) de la Universidad de Jaén (en adelante UJA) a la Universidad Nacional de Ingeniería (en adelante, UNI) de Lima (Perú) y más concretamente, a su Centro de Energías Renovables (en adelante CER) con el propósito de reforzar su capacidad tecnológica, docente e investigadora en el campo de la generación de energía eléctrica convencional con tecnología fotovoltaica.

Así, se pretende convertir al CER en un centro de referencia que permita dar respuesta a la necesidad existente en Perú de mejorar los conocimientos de su personal técnico de los aspectos que se refieren al funcionamiento y control de calidad de los Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red (SFCR).

La propuesta de realización de este proyecto surgió como fruto de las experiencias y trabajos compartidos entre miembros del grupo IDEA de la Universidad de Jaén y miembros del CER de la UNI desde el año 1998 en cuatro Redes Iberoamericanas financiadas por el programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) directamente relacionadas con la tecnología fotovoltaica.

Los beneficiarios directos de la acción serán los profesores, investigadores y estudiantes de la UNI, ya que como se dijo anteriormente el objetivo principal de este proyecto es el de la transferencia de conocimiento. No obstante, los beneficiarios finales son los usuarios de la cadena de valor de la generación de energía eléctrica y, por tanto, la totalidad del pueblo peruano. Además, al facilitarse el know-how

necesario para una transición hacia la generación de energía eléctrica convencional a partir de una fuente primaria no fósil, de manera limpia y respetuosa con el medio ambiente conduce a un sistema más sustentable. La transmisión de conocimiento por parte del grupo IDEA fomenta que el Estado peruano acorte el tiempo de difusión y los costos del aprendizaje, y la sociedad en su conjunto se beneficie también con la disminución de impactos ambientales locales y globales que causa el sistema eléctrico.

Perú es un país emergente y como tal para "emerger" necesita energía. Sin energía no existe desarrollo de un país. De cuales sean las fuentes de suministro, depende en gran parte el futuro del planeta. Esta irrupción en la economía mundial de los llamados "países emergentes", ha producido, utilizando palabras de la Agencia Internacional de la Energía, el siguiente efecto: "El sistema mundial de energía está en una encrucijada. Las tendencias actuales del suministro y del consumo de energía son claramente insostenibles, tanto desde el punto de vista ambiental como del económico y social. Estas tendencias pueden y deben ser modificadas; todavía hay tiempo para cambiar el rumbo".

Resultados esperados

Es de esperar que el presente proyecto contribuya sustancialmente a promover un cambio de escala en la utilización de los SFCR en Perú. Este cambio de escala dará lugar a que el Estado Nacional en su conjunto, además de los usuarios, sea el beneficiario final del proyecto. El uso masivo de SFCR de manera fiable permitirá evitar o disminuir la instalación de otras alternativas basadas en el consumo de combustibles fósiles. El ahorro resultante, podrá dedicarse o aplicarse a otros proyectos que el Estado Nacional defina como prioritarios.

Que el país cuente con técnicos propios capaces de diseñar y evaluar este tipo de sistemas puede generar cadenas de productos y servicios de alto valor agregado y empleos de alta calificación, procesos que se integrarían en clústeres dinámicos como ha ocurrido en países que han tenido políticas de difusión efectivas.

De manera generalista, los resultados inmediatos esperados de la acción propuesta en este proyecto, y se entiende como inmediatos los que se obtendrían al final de la ejecución del proyecto, se pueden agrupar en dos grandes líneas:

- 1. Que el CER sea, al igual que lo lleva siendo durante las últimas décadas en otras aplicaciones de las energías renovables, el centro de referencia en Perú en investigación, ingeniería y difusión de la tecnología de la generación de energía eléctrica convencional a partir de sistemas fotovoltaicos.
- 2. La existencia en Perú de una masa crítica de ingenieros y técnicos, que conozcan la idiosincrasia del funcionamiento del mismo, y que además estén capacitados en los entresijos de la tecnología.

De manera global, la estrategia que se adoptará para conseguir estos resultados se ejecutará a través de las siguientes actividades:

- A. Diseño, montaje, puesta en marcha y evaluación de manera conjunta entre investigadores de ambas universidades de un laboratorio para el estudio de este tipo de sistemas, tomando como base para su diseño las instalaciones de las que ya dispone la UJA para la investigación en esta tecnología, pero adaptadas a las circunstancias, necesidades y presupuesto disponible de la actuación.
- B. Realización de cursos de postgrado, curso de formación a técnicos, seminarios, jornadas, mesas redondas, paneles,... etc. que permitan, en primer lugar, alcanzar el resultado 2 y, por otro lado, una difusión en la sociedad peruana de la tecnología fotovoltaica y de los beneficios que la misma aporta.

Necesidad de suministro eléctrico en Perú y apuesta por la tecnología

Perú se encuentra ante una necesidad acuciante de suministro eléctrico que apoye la situación de crecimiento económico sostenido que el país ha experimentado durante los últimos años, y que previsiblemente se mantendrá en un futuro. Los Organismos gubernamentales encargados de la gestión energética han escogido durante el periodo 2002 -2011 para dar respuesta a esa demanda eléctrica la opción de incrementar el uso de combustibles fósiles a través de la generación térmica. Esta respuesta conduce, inevitablemente, a una dependencia energética exterior y a una agresión al medio ambiente dado el carácter contaminante de los referidos combustibles fósiles. No obstante, durante los últimos tiempos, las autoridades han comenzado a subscribir acuerdos de compraventa de electricidad a empresas promotoras extranjeras de SFCR, de forma que Perú se ha convertido en el país latinoamericano que más decididamente ha apostado por esta energía limpia en detrimento de las convencionales, no respetuosas con el medio ambiente.

A pesar de la perspectiva halagüeña descrita más arriba para el logro de un suministro eléctrico renovable, sostenible y con mínimo impacto medioambiental, Perú se enfrenta a un problema medular relacionado con este asunto. Al decir de varias empresas instaladoras y hasta donde sabemos por la exploración de la literatura científica, gran parte de las autoridades peruanas, ingenieros y personal técnico adolece de un gran desconocimiento sobre la tecnología fotovoltaica como medio de generación eléctrica, especialmente en lo que a su costo se refiere. Esto conduce a que estos colectivos no se muestren especialmente confiados en el empleo de esta tecnología en el despacho descentralizado de electricidad a la red. El aludido desconocimiento, convertido en desconfianza, se propaga al mercado, los bancos, clientes y usuarios finales, agentes necesarios para este cambio de paradigma en el sistema eléctrico peruano, del cual la población en general sería la mayor beneficiaria.

El proyecto Emergiendo con el Sol pretende solventar el problema descrito en el párrafo anterior a través de la Cooperación con el CER-UNI de Perú a fin de fortalecer su capacidad tecnológica, docente e investigadora en relación con la generación de electricidad empleando SFCR. Este refuerzo convertirá al CER-UNI en un referente en Perú sobre esta tecnología, lo que permitirá la difusión de la misma a través de la celebración de Maestrías. Jornadas, Seminarios, etc. que irradien los conocimientos que el pueblo peruano necesita sobre esta técnica limpia de generación de electricidad. Por otro lado, el capital humano sobradamente formado y la solvencia científico técnica de este Centro -probada concretamente en las experiencias de electrificación rural mediante SFA en las que éste ha tomado parte y que son relatadas en la sección 3.1- es la mejor garantía del éxito de la propuesta que aquí se describe. Adicionalmente, conviene apuntar que Perú dispone de una situación privilegiada para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica. Así, los Departamentos de Arequipa y Tacna, situados al sur de Perú, cerca de Chile, poseen uno de los recursos solares más abundantes del mundo (irradiación solar anual sobre superficie horizontal mayor que 2.200 kWh/m2). Esta circunstancia convierte a los citados Departamentos en enclaves idóneos para la ubicación de los SFCR.

2.1.1 Monitorización

Una vez instalados estos tres SFCR: Lima, Arequipa y Tacna, el grupo IDEA se encargó del desarrollo de una aplicación de monitorización de todos los datos medibles de las centrales.

Los datos se van guardando en intervalos de 15 segundos en un fichero de formato csv donde cada línea es un registro en un momento exacto.

El entendimiento de este fichero es vital para una visión global de cómo va a funcionar el sistema, así que es importante conocer las variables y entender lo que significan, ya que gran parte de la utilidad de este proyecto es sacar valores útiles a partir de estos datos básicos.

Los datos medidos por esta aplicación son los siguientes:

Irradiancia: Esta es una de las variables más importantes a la hora de situar una central fotovoltaica, ya que define la cantidad de luz solar que de promedio baña una zona en concreto. Se mide en W/m². Esto tiene mucha relación con los paneles solares, que cuentan con muchas células solares que miden su potencia en W, así pues con una Irradiancia de 1000 W/m² y un panel solar bien situado y de 1 m² generaría de media esa potencia.

Tensión DC, Corriente DC, Potencia DC: Los módulos FV producen corriente continua (DC) y están definidas por estas variables. Estas variables dependen totalmente de la Irradiancia y de los módulos FV que son los encargados en convertir la energía solar en energía eléctrica.

Tensión AC, Corriente AC y Potencia AC activa, reactiva, aparente, frecuencia y factor de potencia: Al ser un SFCR lo que se inyecta a la red es corriente alterna, para eso se usa un inversor DC/AC y como todo sistema eléctrico tiene pérdidas en forma de calor o trabajo, así que la potencia aparentes es lo que parece general y la activa la potencia real de salida. La frecuencia es una variable usada por el inversor. La potencia reactiva y el factor de potencia no la vamos a usar en nuestro sistema.

Energía total, parcial: Son medidas de la acumulación de energía de cada central en concreto, estas variables no son imparciales y no tienen utilidad en nuestro sistema por lo que no van a ser usadas.

Temperatura de módulo y temperatura ambiente: Estas dos variables simplemente registran las temperaturas del módulo fotovoltaico y de la temperatura ambiente exterior.

2.1.2 Archivos de monitorización

Estos archivos se generan en el siguiente ejemplo de jerarquía de directorios:

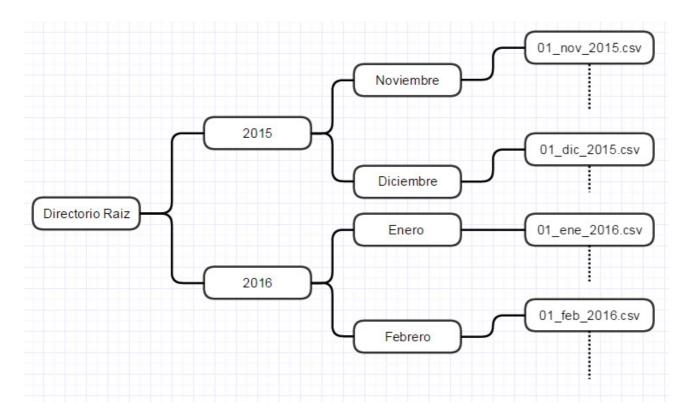


Figura 3. Diseño de directorios de archivos CSV

En la siguiente página vamos a mostrar un ejemplo de archivo monitorizado de la central de Arequipa con fecha 01_ago_2015.

Fichero de monitorización

Α	В	С	D	Е	F	G	Н	1	J	K	L	M	N	0	Р
Fecha	Tension AC	Corriente AC	Potencia activa	Potencia aparente	Potencia reactiva	Frecuencia	Factor de potencia	Energia total	Energia parcial	Tension DC	Corriente DC	Potencia DC	Irradiancia	Temp modulo	Temp ambiente
01/08/2015 0:00	235,4	0,203	5,5	47,7	-47,4	59,9	-0,118	1613,6	25,992217	5	0	0	0	8,2	13
01/08/2015 0:00	235,6	0,204	4,6	47,3	-46,9	59,9	-0,118	1613,6	25,992236	5	0	0	0	8,2	13,1
01/08/2015 0:00	235,6	0,204	4,6	47,3	-46,9	60	-0,105	1613,6	25,992255	5	0	0	0	8,3	13,2
01/08/2015 0:00	235,6	0,201	3,6	47,5	-47,3	60	-0,075	1613,6	25,99227	5	0	0	0	8,3	13,3
01/08/2015 0:01	235,5	0,201	3,6	47,5	-47,4	60	-0,109	1613,6	25,992285	5	0	0	0	8,4	13,4
01/08/2015 0:01	235,6	0,203	4,8	47,5	-47,4	60,1	-0,111	1613,6	25,992305	5	0	0	0	8,4	13,
01/08/2015 0:01	235,4	0,2	4,2	47,7	-47,9	60,1	-0,111	1613,6	25,992323	5	0	0	0	8,5	13,
01/08/2015 0:01	235,4	0,2	4,2	47,7	-47,9	60	-0,108	1613,6	25,99234	5	0	0	0	8,5	13,
01/08/2015 0:02	235,4	0,204	5	47	-47	59,8	-0,091	1613,6	25,992361	5	0	0	0	8,5	13,
01/08/2015 0:02	235,1	0,203	4,6	46,5	-47	59,8	-0,091	1613,6	25,99238	5	0	0	0	8,6	13,
01/08/2015 0:02	235,1	0,203	4,6	46,5	-47	59,9	-0,098	1613,6	25,992399	5	0	0	0	8,7	13,
01/08/2015 0:02	235,2	0,204	5,2	46,8	-47,2	59,9	-0,111	1613,6	25,992421	5	0	0	0	8,7	13,
01/08/2015 0:03	235,2	0,202	4,3	47,5	-46,7	59,9	-0,111	1613,6	25,992439	5	0	0	0	8,8	13,
01/08/2015 0:03	235,2	0,203	4,9	47,5	-46,7	59,8	-0,111	1613,6	25,992459	5	0	0	0	8,8	13,
01/08/2015 0:03	235,2	0,203	4,9	47,7	-47,2	59,8	-0,111	1613,6	25,99248	5	0	0	0	8,8	13,
01/08/2015 0:03	235,1	0,205	5,2	47,5	-47,4	59,8	-0,103	1613,6	25,992501	5	0	0	0	8,7	13,
01/08/2015 0:04	235,1	0,203	4,3	47,5	-47,4	59,8	-0,103	1613,6	25,992519	5	0	0	0	8,7	13,
01/08/2015 0:04	235,2	0,203	4,3	47,5	-47,4	59,8	-0,108	1613,6	25,992537	5	0	0	0	8,7	13,
01/08/2015 0:04	235,2	0,201	5,1	46,6	-46,8	59,9	-0,094	1613,6	25,992558	5	0	0	0	8,7	13,
01/08/2015 0:04	235,3	0,204	4,4	47	-46,7	59,9	-0,101	1613,6	25,992577	5	0	0	0	8,6	13,
01/08/2015 0:05	235,1	0,204	5,1	47,7	-47,6	59,9	-0,101	1613,6	25,992598	5	0	0	0	8,6	13,
01/08/2015 0:05	235,1	0,204	5,1	47,7	-47,6	59,8	-0,096	1613,6	25,992619	5	0	0	0	8,5	13,
01/08/2015 0:05	235,3	0,204	4,9	47,3	-47,4	59,9	-0,109	1613,6	25,99264	5	0	0	0	8,5	1
01/08/2015 0:05	235,4	0,199	3,5	47	-47,1	59,9	-0,116	1613,6	25,992654	5	0	0	0	8,5	12,
01/08/2015 0:06	235,7	0,204	4,6	47,3	-47,3	59,9	-0,116	1613,6	25,992673	5	0	0	0	8,5	12,
01/08/2015 0:06	235,7	0,204	4,6	47,3	-47,3	59,8	-0,102	1613,6	25,992693	5	0	0	0	8,5	12,
01/08/2015 0:06	235,6	0,203	4,8	46,8	-47,7	59,9	-0,089	1613,6	25,992713	5	0	0	0	8,5	1
01/08/2015 0:06	235,1	0,202	5,5	47,3	-47	59,9	-0,089	1613,6	25,992735	5	0	0	0	8,5	12,
01/08/2015 0:07	235,1	0,205	4,9	47,3	-47	59,8	-0,104	1613,6	25,992756	5	0	0	0	8,5	12,
01/08/2015 0:07	235,3	0,205	4,9	47,9	-47,3	60	-0,111	1613,6	25,992776	5	0	0	0	8,5	12,
01/08/2015 0:07	235,1	0,202	5	47,7	-46,8	60	-0,109	1613,6	25,992797	5	0	0	0	8,5	1
01/08/2015 0:07	235,4	0,202	5,2	47,5	-47,2	60	-0,109	1613,6	25,992819	5	0	0	0	8,5	1
01/08/2015 0:08	235,4	0,204	5,5	47,5	-47,2	60,1	-0,091	1613,6	25,992842	5	0	0	0	8,5	1
01/08/2015 0:08	235,1	0,204	5,5	47,2	-47,7	60	-0,088	1613,6	25,992865	5	0	0	0	8,5	1
01/08/2015 0:08	235,1	0,201	4,7	47,2	-47,5	60	-0,109	1613,6	25,992884	5	0	0	0	8,5	1
01/08/2015 0:08	235,1	0,2	4,6	47,2	-47,5	60	-0,109	1613,6	25,992903	5	0	0	0	8,5	13,

Figura 4. Ejemplo de fichero de monitorización

2.1.3 Cálculo de datos útiles

A partir de los datos que nos proporcionan las centrales podemos calcular otros datos que son útiles desde el punto de vista del análisis de estos datos.

Vamos a dejar claras unas propiedades que cumplen todas estas variables, ya que todas tienen relación con las variables generadas en X día. En nuestras centrales todos los datos tienen un tiempo entre datos de 15 segundos. Si sabemos que los segundos de un día son 86400, entonces tenemos que en un día deberían haberse generado 5760 entradas en un día. Pero puede que haya pasado algo, un error, apagón, etc. que haga que nos falten entradas en ciertos intervalos de tiempo, se considera que los valores de cualquier variable en ese intervalo de tiempo es 0. Además si la Irradiancia es menor a 70 las otras variables se consideran que son 0, ya que lo demás son errores de los sensores. Teniendo esto en cuenta, vamos a explicar las nuevas variables:

Energía AC generada, Energía DC generada e Irradiación diaria: Para conseguir los datos de estar energías generadas por hora simplemente hay que seguir la siguiente ecuación:

$$EnergiaACgenerada = \sum (PotenciaActiva*(86400/Intervalo/24))$$

$$EnergiaDCgenerada = \sum (PotenciaDC*(86400/Intervalo/24))$$

$$Irradiacion Diaria = \sum (Irradiacion*(86400/Intervalo/24))$$

Tensión AC media, frecuencia media y temperatura ambiente media: Para estas variables simplemente se ha hecho la función de promedio. Performance Ratio: El coeficiente de rendimiento (en inglés performance ratio) es una magnitud, independiente del lugar de ubicación, de la calidad de una instalación fotovoltaica y, por ello, constituye a menudo también un factor de calidad. El coeficiente de rendimiento se indica en porcentaje y expresa la relación entre el rendimiento real y el rendimiento nominal de la instalación fotovoltaica. De esta forma indica qué proporción de la energía está realmente disponible para la alimentación tras haber descontado las pérdidas energéticas (p. ej. debido a pérdidas térmicas y a pérdidas por cableado) y el consumo propio para la operación.

Cuanto más cercano al 100% sea el valor del coeficiente de rendimiento calculado para una instalación fotovoltaica, de forma más efectiva trabajará esta instalación fotovoltaica. No obstante, no es posible alcanzar un valor real del 100% puesto que durante la operación de la instalación fotovoltaica se producen siempre pérdidas inevitables (p. ej. pérdidas térmicas por el calentamiento de los módulos fotovoltaicos). Sin embargo, las instalaciones fotovoltaicas eficientes alcanzan un coeficiente de rendimiento de hasta el 80%.

El cálculo se hace de la siguiente manera:

PerformanceRatio = EnergiaACgenerada/(IrradianciaTotal*PotenciaGFVenSTC)

Y_r, **Y**_a, **Y**_f: Respectivamente se refieren al Índice de producción de referencia, Índice de producción del campo FV e Índice de producción final del sistema FV.

El Índice de producción de referencia representa el número total de horas por día durante el cual la radiación solar debería estar en niveles de irradiancia de referencia para contribuir con la misma energía incidente con la que fue monitorizada.

Se puede calcular de la siguiente forma:

Yr = Irradiancia Diaria

El Índice de producción del campo FV representa el número de horas por día que el campo FV necesitaría operar a su potencia nominal para contribuir al sistema con la misma energía diaria que la obtenida cuando el sistema fue monitorizado.

Se puede calcular de la siguiente forma:

$$Ya = EnergiaDCGenerada/PotenciaGFVenSTC$$

El Índice de producción final del sistema FV representa el número de horas por día que el campo FV necesitaría para operar a su potencia nominal para igualar su monitorizada contribución a la carga neta diaria.

Se puede calcular de la siguiente manera:

$$Yf = EnergiaACGenerada/PotenciaGFVenSTC$$

L_{BOS}, Eficiencia BOS y L_c:

Las pérdidas del BOS (del inglés Balance Of System) o L_{BOS} representa las pérdidas de los componentes del BOS. La eficiencia es solo la proporción de energía que se conserva de la conversión. Las pérdidas de captura del campo F, Lc, representan las pérdidas debidas a la operación del campo FV.

Se pueden calcular de la siguiente forma:

$$Lbos = Ya - Yf$$

Eficiencia BOS = Energia ACGenerada / Energia DCGenerada

$$Lc = Yr - Ya$$

Capítulo 3

Tecnologías

3.1 Servidor

3.1.1 Características del servidor

Al inicio del proyecto se proporcionó el siguiente ordenador con las siguientes características:

• Arquitectura: 64-bits

Número de CPUs: 4

Modelo CPU: Intel (R) Core (TM) i3-4130 CPU @ 3.40GHz

• CPU MHz: 962.625

• L1d cache: 32K

• L1i cache: 32K

• L2 cache: 256K

• L3 cache: 3072K

Memoria RAM: 1.651.624 kB

Tamaño del disco duro: 600GB

Como podemos observar es un ordenador con características medias, nuestras partes más importantes son el tamaño del disco, que nos sirve para guardar los datos de las distintas centrales, por un lado los ficheros originales y por otro la copia introducida ya a la base de datos, en el análisis del proyecto se hará un estudio de cuan adecuada es esta capacidad de disco para este proyecto.

También tenemos una cantidad de RAM reducida, pero teniendo en cuenta que es un proyecto donde su plataforma no debería sufrir una carga excesiva, no debería haber problema, además todas las consultas a la base de datos estarán optimizadas para dar un rendimiento óptimo.

3.1.2 Sistemas operativos para servidores

Un sistema operativo para servidores es un sistema operativo especialmente diseñado para funcionar en servidores, que son ordenadores especializados en trabajar con arquitectura cliente/servidor a las peticiones del cliente en la red.

El sistema operativo para servidores es una capa alta de software desde la cual otros programas software o aplicaciones pueden ejecutarse en el hardware del servidor. Este sistema ayuda a habilitar y facilitar roles típicos para un servidor, como un servidor Web, un servidor de correo, uno de base de datos, de aplicación o de impresión.

Pese a haber distribuciones de todo tipo sólo han sido estudiadas las basadas en Linux, ya que son conocidas por su mejor estabilidad, seguridad, escalabilidad y utilidad para este proyecto.

Para la categoría de servidores Linux tenemos los siguientes ejemplos de servidores que son los más utilizados:

- Ubuntu
- Red Hat Enterprise Linux
- SUSE Linux Enterprise Server
- CentOS
- Debian

3.1.3 CentOS



CentOS es una distribución de Linux basada en Red Hat Enterprise Linux, pero quitando todas las limitaciones de Red Hat, haciendo el sistema operativo libre para su uso y distribución.

Es un sistema operativo desarrollado por la comunidad y lo seguirá siendo hasta 2020, por lo tanto tendremos soporte y actualizaciones durante mucho tiempo en el caso de que vayan saliendo nuevas versiones más adelante.

3.1.4 ¿Por qué elegir CentOS?

Nuestro proyecto tiene un gran peso en una plataforma web y CentOS es una muy buena opción para este cometido, además de que posee o pueden ser instaladas fácilmente tecnologías extras que vamos a usar para por ejemplo seguridad con el protocolo SSH y para la instalación de una base de datos adecuada.

Otro objetivo es dejar este proyecto abierto para futuras actualizaciones, instalando CentOS como sistema base, gracias a su comunidad nos garantiza que seguirá funcionando durante mucho tiempo y será ampliamente actualizable a los estándares futuros y permite la escalabilidad del proyecto si fuese necesario.

3.2 Servidor Web

3.2.1 ¿Qué es un servidor Web?

Un servidor Web es un programa que usa HTTP para servir archivos que forman las páginas Web a los usuarios en respuesta a sus peticiones las cuales llegan directamente desde los clientes HTTP de sus ordenadores.

Este utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para intercambiar datos entre aplicaciones. Distintas aplicaciones de software desarrolladas en lenguaies de programación diferentes, y ejecutadas sobre cualquier plataforma, pueden utilizar los servicios web para intercambiar datos en redes de ordenadores como Internet. La interoperabilidad se consigue mediante la adicción de estándares abiertos. Las organizaciones OASIS y W3C son los comités responsables de la arquitectura y reglamentación de los Para mejorar la interoperabilidad servicios Web. entre implementaciones de servicios Web se han creado el organismo WS-I, encargado de desarrollar diversos perfiles para definir de manera más exhaustiva estos estándares. Es una máquina que atiende las peticiones de los clientes web y les envía los recursos solicitados.

3.2.2 Estándares empleados

- Web Services Protocol Stack: Así se le denomina al conjunto de servicios y protocolos de los servicios Web.
- XML (Extensible Markup Language): Es el formato estándar para los datos que se vayan a intercambiar.
- JSON (JavaScript Object Notation): Es un formato de texto ligero para el intercambio de datos.
- SOAP (Simple Object Access Protocol) o XML-RPC (XML Remote Procedure Call): Protocolos sobre los que se establece el intercambio.

- Otros protocolos: los datos en XML también pueden enviarse de una aplicación a otra mediante protocolos normales como HTTP (Hypertext Transfer Protocol), FTP (File Transfer Protocol), o SMTP (Simple Mail Transfer Protocol).
- WSDL (Web Services Description Language): Es el lenguaje de la interfaz pública para los servicios Web. Es una descripción basada en XML de los requisitos funcionales necesarios para establecer una comunicación con los servicios Web.
- UDDI (Universal Description, Discovery and Integration):
 Protocolo para publicar la información de los servicios Web. Permite comprobar qué servicios web están disponibles.
- WS-Security (Web Service Security): Protocolo de seguridad aceptado como estándar por OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards). Garantiza la autenticación de los actores y la confidencialidad de los mensajes enviados.
- REST (Representational State Transfer): arquitectura que, haciendo uso del protocolo HTTP, proporciona una API que utiliza cada uno de sus métodos (GET, POST, PUT, DELETE, etc) para poder realizar diferentes operaciones entre la aplicación que ofrece el servicio web y el cliente.
- CSS (Hoja de estilo en cascada): Es un lenguaje usado para definir
 y crear la presentación de un documento estructurado escrito en
 HTML. El W3C es el encargado de formular la especificación de las
 hojas de estilo que servirán de estándar para los agentes de usuario o
 navegadores.

3.2.3 Motivación para la creación de un servidor web

El gran interés por hacer un servicio web es que puede ser utilizado internacionalmente sin instalación previa, simplemente con un navegador que acepte JavaScript. De este modo creamos unos datos accesibles para todo el mundo interesado en nuestros servicios.

También nos da la posibilidad de crear capas de usuarios, donde los administradores pueden hacer acciones más concretas que los usuarios estándar.

Desde el punto de vista de carga del sistema también nos interesa mucho este tipo de enfoque, la Computación Distribuida es algo que optimiza mucho la carga del sistema, con esto nos referimos a que parte de los cálculos se pueden hacer desde el propio navegador del cliente por medio de JavaScript y se usará cuando sea posible para quitarle carga al sistema.

En el caso de librerías también es muy útil este enfoque, ya que vamos a necesitar librerías para visualizar gráficas adecuadamente en las cuales tenemos una amplia gama donde elegir.

3.2.4 Infraestructura LAMP

LAMP es un acrónimo usado para describir un sistema de infraestructura de internet que usa las siguientes herramientas:

- Linux, el sistema operativo; En algunos casos también se refiere a LDAP.
- Apache, el servidor web;
- MySQL/MariaDB, el gestor de bases de datos;
- Perl, PHP, o Python, los lenguajes de programación.

En nuestro caso como sistema Linux hemos elegido CentOS, que en el caso de instalarlo para ser un servidor web (para más información sobre la instalación ir al Anexo I) nos instala todos por defecto todas las aplicaciones actualizadas para utilizar LAMP como un servicio web.

Se estudió la idea de usar un Framework para mantener el servidor web, como Drupal o Jango, pero la idea fue rechazada rápidamente, ya que no necesitamos un gran gestor de usuarios ni de contenido, así que se decidió usar LAMP.

Los componentes que usamos para el LAMP son:

• Como servidor de linux: CentOS

• Como servidor web: Apache

Como gestor base de datos: MariaDB

Como lenguaje de programación: PHP

Se eligió usar esta configuración ya que es la más adecuada para el tipo de proyecto que vamos a abordar, ya que es un diseño muy personalizado se estudió empezar a hacer una plataforma web con PHP, HTML, JavaScript, AJAX y con librerías para los gráficos, este tipo de esquema simplificaba y ayudaba a lo que queríamos conseguir.

Al ser LAMP una parte de la distribución de CentOS también nos aseguramos que tenemos soporte en un futuro para todo nuestro servicio web y una comunidad enorme para apoyarla.

3.2.5 MariaDB

MariaDB es un sistema de gestión de bases de datos derivado de MySQL con licencia GPL. Está desarrollado por Michael (Monty) Widenius (fundador de MySQL) y la comunidad de desarrolladores de software



libre. Introduce dos motores de almacenamiento nuevos, uno llamado Aria -que reemplaza con ventajas a MyISAM- y otro llamado XtraDB -en sustitución de InnoDB. Tiene una alta compatibilidad con MySQL ya que posee las mismas órdenes, interfaces, APIs y bibliotecas, siendo su objetivo poder cambiar un servidor por otro directamente. Este SGBD surge a raíz de la compra de Sun Microsystems -compañía que había comprado previamente MySQL AB2 - por parte de Oracle. MariaDB es un fork directo de MySQL que asegura que permanecerá una versión de este producto con licencia GPL. Monty decidió crear esta variante porque estaba convencido de que el único interés de Oracle en MySQL era reducir la competencia que MySQL daba al mayor vendedor de bases de datos relacionales del mundo que es Oracle.

MariaDB tiene varias diferencias con respecto a MySQL que vamos a listar a continuación:

- Diferentes mecanismos de almacenamiento.
- Más facilidad de uso a los programadores añadiendo más datos, comandos, precisión, etc.
- Mayores prestaciones, funcionando más rápido con cargas complejas.

Es la base de datos que encontramos por defecto en nuestro servidor CentOS, por lo que es una buena candidata a ser un gestor de base de datos.

3.2.6 Lenguajes de programación

En este apartado tenemos muchísimas opciones donde elegir, pero empezar en el desarrollo web hay dos tipos de lenguajes de programación básicos, los que se ejecutan en el servidor y los que son ejecutados en el cliente.

Lenguaje utilizado en el servidor: PHP

Como hemos comentado anteriormente, al tener una arquitectura LAMP vamos a usar PHP como lenguaje utilizado en el servidor, pero podríamos haber usado cualquier lenguaje del lado del servidor que sea compatible con MariaDB (o estilo MySQL), como es por ejemplo Perl, ASP o JSP.

Lenguaje utilizado en el cliente: JavaScript

Para el lado del cliente también tenemos una amplia variedad de lenguajes, pero en este caso vamos a usar JavaScript acompañado de su librería JQuery, que añade muchísima más funcionalidad al JavaScript convencional. Además gracias a JQuery usaremos la técnica de desarrollo



web AJAX (Asynchronous *JavaScript And XML*) para crear una página web interactiva, sobre todo para el ámbito de los gráficos.

3.3 Gestión de datos del servidor

3.3.1 Introducción

Teniendo ya definido nuestro gestor de base de datos en esta sección vamos a explicar las tecnologías que vamos a usar para la obtención de los datos de las distintas centrales.

Cada central genera su propio conjuntos de datos monitorizados en un intervalo determinado, que es guardado en un archivo determinado, este archivo es diario, es decir, hay uno por cada día que el sistema ha sido monitorizado y cada archivo contiene todos los datos obtenidos ese día ordenados mediante la hora que fueron tomados. El formato exacto de estos archivos está explicado en 2.1.2 Archivos de monitorización.

En este apartado vamos a definir que tecnologías vamos a usar para recibir los archivos y como lo vamos a introducir.

3.3.2 SSH como protocolo de intercambio

SSH (**S**ecure **SH**ell, en español: intérprete de órdenes seguro) es el nombre de un protocolo y del programa que lo implementa, y sirve para acceder a máquinas remotas a través de una red. Permite



manejar por completo la computadora mediante un intérprete de comandos, y también puede redirigir el tráfico de X (Sistema de Ventanas X) para poder ejecutar programas gráficos si tenemos ejecutando un Servidor X (en sistemas Unix y Windows).

Este protocolo nos permite intercambiar datos de forma segura entre dos máquinas, que no tienen por qué tener la misma arquitectura, con diferentes modos de seguridad y autentificación.

A parte de ser una buena opción ya que CentOS nos da la opción de funcionar como servidor SSH y poder conectarnos remotamente a él, también nos permite transacción de archivos de clientes que nosotros elijamos mediante la criptografía asimétrica.

La criptografía asimétrica es el método criptográfico que usa un par de claves para el envío de mensajes. Las dos claves pertenecen a la misma persona que ha enviado el mensaje. Una clave es pública y se puede entregar a cualquier persona, la otra clave es privada y el propietario debe guardarla de modo que nadie tenga acceso a ella. Además, los métodos criptográficos garantizan que esa pareja de claves sólo se puede generar una vez, de modo que se puede asumir que no es posible que dos personas hayan obtenido casualmente la misma pareja de claves.

De este modo a cada central diferente le damos su clave privada única para que encripte sus ficheros y cuando nos lleguen, aparte de estar protegidos sabremos cual es la central que lo manda sin problema, esto es llamado firma electrónica. Aun así para asegurar más la seguridad, cada central nueva tiene un usuario con bajos privilegios donde le está permitido introducir sus datos, haciendo que la entrada al servidor mediante esa clave privada sea viable. Cada central tiene un pequeño espacio donde introducir sus datos.

3.3.3 Lenguajes de programación

Aquí tenemos también muchos lenguajes de programación donde elegir, pero teniendo en cuenta de que solo queremos un programa que este activo permanentemente a forma de daemon, que controla los archivos que llegan y los mete en la base de datos correctamente, así que la elección acabó por ser C++ como lenguaje para ser el controlador de toda la introducción en la base de datos, este programa tendrá más interactuación de la aquí comentada, que será descrita en 4.3.1 Diseño del sistema - Servidor

3.4 Cliente

Cada central tendrá que tener un cliente instalado en el mismo ordenador donde se están monitorizando los datos y bien configurado para funcionar correctamente con nuestro proyecto. Estos clientes son únicos para cada central, es decir, tendrán un archivo de configuración y unas claves propias para cada uno de ellos.

Se definió al principio del proyecto que estos clientes solo iban a ser instalados en ordenadores con Windows (cualquier versión) y que sería posible que tuviera problemas de conexión a internet o apagones.

Al igual que con el programa del servidor, se ha elegido usar **C++** como lenguaje de programación para tener una consistencia entre los dos programas. Aun este requería de una pequeña interfaz gráfica para su mejor visualización, la cual será realizada con **Qt**.

Qt es una biblioteca multiplataforma ampliamente utilizada para desarrollar aplicaciones con interfaz gráfica de usuario, así como también para el desarrollo de programas sin interfaz gráfica, como herramientas para la línea de comandos y consolas para servidores.

El protocolo de comunicación aquí es el **SSH** como hemos comentado antes, para ellos hemos hecho uso de la librería para C/C++ libssh que nos ofrece muchísimas opciones para trabajar con el protocolo SSH, entre ellas las que necesitamos, gracias a esta tecnología podemos tener un sistema robusto y datos consistentes.

Para la comodidad de nuestros administrados y clientes/centrales, estos clientes serán dados en forma de instalador mediante **NSIS**, un sistema profesional para general instaladores para Windows.

Capítulo 4

Ingeniería del software

4.1 Introducción

El análisis de un proyecto informático es la parte principal por la que empezar ya que por ahí se van a sostener todos los demás pilares de cualquier proyecto. Este apartado se trata básicamente de determinar los objetivos a realizar, los limites que este sistema puede llegar a tener, caracterizar y definir su estructura, las acciones que puede llevar y su funcionamiento, además de que debe de marcar las directrices que le permiten alcanzar sus objetivos principales que se le proponen y evaluar el factor causa-consecuencia.

En esta fase se analiza la situación actual a fin de desarrollar una visión de lo que se quiere en un futuro y a seleccionar las estrategias que se aplicarán para alcanzar lo deseado.

La planificación en ingeniería del Software es una de las etapas más importantes de un proyecto ya que nos hace una estimación de recursos, costes y planificación temporal, aunque este siendo un proyecto, a mi criterio, complejo y amplio es difícil poner en un marco de medidas cuantitativas variables que solo conocemos como datos cualitativos, pero aun así conseguiremos unas estimaciones razonables.

4.1.1 Desarrollo del proyecto

En este apartado veremos de forma resumida todo lo que veremos en los capítulos sucesivos, para comodidad del lector han sido separadas en diferentes áreas.

- Análisis de requerimientos: Se extraen los requisitos del producto de software. En esta etapa la habilidad y experiencia en la ingeniería del software es crítica para reconocer requisitos incompletos, ambiguos o contradictorios. Usualmente el cliente/usuario tiene una visión incompleta/inexacta de lo que necesita y es necesario ayudarle para obtener la visión completa de los requerimientos. El contenido de comunicación en esta etapa es muy intenso ya que el objetivo es eliminar la ambigüedad en la medida de lo posible.
- Especificación: Es la tarea de describir detalladamente el software a ser escrito, de una forma rigurosa. Se describe el comportamiento esperado del software y su interacción con los usuarios y/o otros sistemas.
- Diseño y arquitectura: Determinar cómo funcionará de forma general sin entrar en detalles incorporando consideraciones de la implementación tecnológica, como el hardware, la red, etc. Consiste en el diseño de los componentes del sistema que dan respuesta a las funcionalidades descritas en la segunda etapa también conocidas como las entidades de negocio. Generalmente se realiza en base a diagramas que permitan describir las interacciones entre las entidades y su secuenciado.
- Programación: Se traduce el diseño a código. Es la parte más obvia del trabajo de ingeniería de software y la primera en que se obtienen resultados "tangibles". No necesariamente es la etapa más larga ni la más compleja aunque una especificación o diseño incompletos/ambiguos pueden exigir que, tareas propias de las etapas anteriores se tengan que realizarse en esta.

- Prueba: Consiste en comprobar que el software responda/realice correctamente las tareas indicadas en la especificación. Es una buena praxis realizar pruebas a distintos niveles (por ejemplo primero a nivel unitario y después de forma integrada de cada componente) y por equipos diferenciados del de desarrollo (pruebas cruzadas entre los programadores o realizadas por un área de test independiente).
- **Documentación**: Realización del manual de usuario, y posiblemente un manual técnico con el propósito de mantenimiento futuro y ampliaciones al sistema. Las tareas de esta etapa se inician ya en la primera fase pero sólo finalizan una vez terminadas las pruebas.

4.1.2 Análisis de requerimientos

Los requerimientos especifican qué es lo que el sistema debe hacer (sus funciones) y sus propiedades esenciales y deseables. La captura de los requerimientos tiene como objetivo principal la comprensión de lo que los clientes y los usuarios esperan que haga el sistema. Un requerimiento expresa el propósito del sistema sin considerar como se va a implantar. En otras palabras, los requerimientos identifican el qué del sistema, mientras que el diseño establece el cómo del sistema.

El análisis de requerimientos es el conjunto de técnicas y procedimientos que nos permiten conocer los elementos necesarios para definir un proyecto de software. Es una tarea de ingeniería del software que permite especificar las características operacionales del software, indicar la interfaz del software con otros elementos del sistema y establecer las restricciones que debe cumplir el software.

La especificación de requerimientos suministra al técnico y al cliente, los medios para valorar el cumplimiento de resultados, procedimientos y datos, una vez que se haya construido.

La tarea de análisis de los requerimientos es un proceso de descubrimiento y refinamiento, el cliente y el desarrollador tienen un papel activo en la ingeniería de requerimientos de software. El cliente intenta plantear un sistema que en muchas ocasiones es confuso para él, sin embargo, es necesario que describa los datos, que especifique las funciones y el comportamiento del sistema que desea. El objetivo es que el desarrollador actúe como un negociador, un interrogador, un consultor, o sea, como persona que consulta y propone para resolver las necesidades del cliente.

El análisis de requerimientos proporciona una vía para que los clientes y lo desarrolladores lleguen a un acuerdo sobre lo que debe hacer el sistema. La especificación, producto de este análisis proporciona las pautas a seguir a los diseñadores del sistema.

Como tenemos claro el propósito de nuestro proyecto, vamos a definir los requerimientos de este. Estos requerimientos han de ser realistas, correctos, consistentes y completos. Entendiendo esto podemos clasificar los requerimientos en dos apartados, funcionales y no funcionales.

4.1.3 Requerimientos funcionales

Son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, de la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar en situaciones particulares. En algunos casos, los requerimientos funcionales de los sistemas también pueden declarar explícitamente lo que el sistema no debe hacer.

En este apartado de los requerimientos nos vamos a basar en el estudio de las funcionalidades del cliente que quiera utilizar nuestro sitio web y para que disfrute adecuadamente de una utilización del sistema. En este sistema tenemos varios roles, así que los vamos a diferenciar las funciones por rol.

Cliente sin cuenta

- El sistema deberá proporcionar medios adecuados para seleccionar la central que el usuario esté interesado en visualizar.
- El sistema deberá proporcionar los medios adecuados para seleccionar el día/mes/año que el usuario esté interesado en visualizar.
- Mostrar datos relevantes dependiendo de lo que estemos viendo, si por ejemplo estamos viendo el día actual, datos relevantes serían los datos más actuales que tenga el sistema.
- Gráficos interactivos para que la selección de datos sea útil para el usuario que quiera visualizarla.

Como podemos ver, un cliente sin cuenta o cómo podríamos decir, un cliente anónimo lo único que puede hacer si viene de visitante es visualizar todos los datos que elija de cualquier central. La funcionalidad que se busca es que cualquier persona interesada en estos datos los tenga de forma ordenada, fácil y sobre todo útil.

Ahora pasamos a las funciones que un administrador podrá usar, lógicamente las listadas anteriormente también pueden ser usadas por un administrador, que no necesita hacer identificarse para ello, pero en el caso de querer acceder a las siguientes funciones deberá hacerlo.

Administrador

- Identificarse.
- · Añadir administrador.
- Añadir una nueva central.
- Disponer de los instaladores para cada central en concreto para que puedan añadirse al programa Emergiendo con el Sol.
- Descargar los datos de la gráfica del día, mes o año seleccionado.
- Visualizar un contador de visitas.

Los administradores podrán crear nuevas centrales y por cada central se generará un instalador que es lo que el administrador deberá mandar a la central de destino para que pueda añadirse al programa.

La descarga de datos mostrados será diferente a los datos reales, ya que los ficheros base tienen demasiada información y muchísima entradas, la versión que ofrecemos es una compactada y resumida para que pueda ser útil en el caso de necesidad de consultarla.

Las centrales fotovoltaicas que forman parte de este proyecto son parte de nuestros clientes por el otro lado, la funcionalidad que le debemos ofrecer es totalmente distinta pero muy simple, el traspaso correcto de los datos. Aquí simplemente tenemos que asegurar la llegada correcta y consistente de los datos a nuestro servidor.

4.1.4 Requerimientos no funcionales

Como su nombre sugiere, son aquellos requerimientos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema, sino a las propiedades emergentes de éste como la fiabilidad, el tiempo de respuesta y la capacidad de almacenamiento. De forma alternativa, definen las restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y las representaciones de datos que se utilizan en las interfaces del sistema.

Este apartado podemos dividirlo en dos partes en requerimientos de hardware y requerimientos de software y a su vez podemos dividirlo dependiendo del sistema.

Acceso al servicio web

Para acceder a nuestra plataforma web simplemente hace falta un navegador web actual que acepte HTML 5 y JavaScript, que hoy en día es muy básico contar con esta tecnología.

Ordenador donde se instalará el cliente

El cliente está pensado para funcionar en cualquier tipo de hardware, pero como software se especifica que use una distribución de Windows. Al estar hecho en C++ y Qt, es posible que funcione también en distribuciones Linux, pero no está pensado para que sea compatible. También se requiere una conexión a internet.

Servidor

Esta es la parte de más carga de funcionalidades tiene, donde abarca desde la plataforma web, el almacenamiento de datos o la base de datos. Esto lo podemos separar en dos grandes grupos:

Hardware servidor

- CPU: Esta es la parte que más carga va a soportar ya que el servidor va a ejecutar muchas aplicaciones a la vez, se recomienda como mínimo un procesador multinúcleo.
- Memoria RAM: Para la cantidad de personas que pueden estar viendo nuestro servicio web a la vez, que se estima no sean muchas, unos 2GB de RAM deberían soportar la carga perfectamente.
- **Gráficos:** No requiere tarjeta gráfica ni pantalla.
- Capacidad de disco duro: Esto dependerá del número de centrales que queramos monitorizar, como máximo un día una central se calcula que se requerirán unos 2MB de memoria. Si por ejemplo queremos mantener 10 centrales durante 10 años necesitaremos un disco duro de mínimo: 10 centrales x 2MB x 10 años x 365 días = 73000MB que es lo equivalente a unos 70GB.

Software servidor

- Sistema operativo: Para este proyecto se ha elegido CentOS, pero debería funcionar todo el sistema en cualquier sistema similar a esta distribución de Linux con su propio apache, MariaDB/MySQL y el servidor SSH.
- Base de datos: Cualquier gestor de base de datos con notación de MySQL debería funcionar perfectamente si se quiere cambiar de gestor.
- **SSH:** Se puede usar cualquier tipo de aplicación que funcione con las propiedades básicas que se piden para un servidor SSH.

Requerimientos de la Interfaz Web

Como para cualquier tipo de interfaz a cara de usuario hay que enfocarlo en que nuestra interfaz se usable para que nuestro usuarios puedan trabajar con nuestra aplicación de forma fácil y efectiva. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) ofrece dos definiciones de usabilidad:

ISO/IEC 9126: "La usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso"

ISO/IEC 9241: "Usabilidad es la eficacia, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico"

A partir de la conceptualización llevada a cabo por la ISO, se infieren los principios básicos en los que se basa la usabilidad:

- Facilidad de Aprendizaje: facilidad con la que nuevos usuarios desarrollan una interacción efectiva con el sistema o producto. Está relacionada con la predictibilidad, sintetización, familiaridad, la generalización de los conocimientos previos y la consistencia.
- Facilidad de Uso: facilidad con la que el usuario hace uso de la herramienta, con menos pasos o más naturales a su formación específica. Tiene que ver con la eficacia y eficiencia de la herramienta.
- **Flexibilidad**: relativa a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información.
- Robustez: es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario.

4.2 Planificación

4.2.1 Planificación temporal

La siguiente estimación se hace pensando en días laborables de 5 horas.

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha de finaliza	Duración
 Búsqueda bibligráfica 	09/11/15	20/11/15	10d
Búsqueda de información	09/11/15	11/11/15	3d
Búsqueda Tecnologías	12/11/15	16/11/15	3d
Análisis documentación	17/11/15	20/11/15	4d
Instalación y configuración del servidor	23/11/15	24/11/15	2 d
■ Diseño de Software	25/11/15	19/01/16	40d
Análisis	25/11/15	30/11/15	4d
Diseño	01/12/15	04/12/15	4d
Implementación	07/12/15	19/01/16	32d
Pruebas	20/01/16	22/01/16	3d
Redacción y revisión de la memoria	23/01/16	28/01/16	5d

Figura 5. Estimación de tiempos

El proyecto se realizará de lunes a viernes siguiendo esta planificación lo cual llevará a la estimación de 300 horas para su desarrollo.

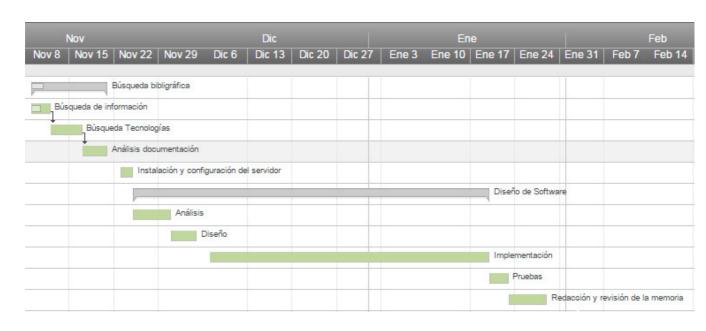


Figura 6. Diagrama de Gantt

4.2.2 Estimación de costes

Aquí se van a describir todos los costes que se estiman del desarrollo de este proyecto.

Para empezar tenemos que tener en cuenta con la gente que trabaja en este proyecto, un ingeniero de requisitos para en cargarse del trabajo de diseñar todo el sistema, la búsqueda bibliográfica y la posterior documentación. También tenemos un informático que se encargará de pasar a código todo el diseño de nuestro sistema, probarlo y documentar el proceso.

Para los salarios se ha hecho una estimación del salario de un Desarrollador de Software (12,5€ la hora) y un Programador de aplicaciones (11€ la hora).

Personal			
Ingeniero de software	128 horas * 12,5€/hora	1600€	
Informático	172 horas * 11€/hora	1892€	
Servidor			
Equipo	Torre para servidor básico	350€	
Consumo mensual	0.3kW * 24 horas * 30 días * 0.11€/kWh	24€/mes	
IP pública		20€/mes	

Tabla 1. Estimación de costes

Sumando todo estos gastos tenemos un precio inicial de 3886 euros en el primer mes y 44€ euros mensualos para mantener el servidor funcionando.

4.3 Análisis de sistema

El desarrollo de un sistema de información basado en computación incluye una fase de análisis de sistema. El Análisis de Sistemas trata básicamente de determinar los objetivos y límites del sistema objeto de análisis, caracterizar su estructura y funcionamiento, marcar las directrices que permitan alcanzar los objetivos propuestos y evaluar sus consecuencias.

Una de las formas más habituales y convenientes de analizar un sistema consiste en construir un prototipo (un modelo en definitiva) del mismo.

Para estos modelos vamos a definir qué tipos de usuarias van a entrar a nuestras aplicaciones, los casos de usos y escenarios para ejemplificar la utilización de nuestra aplicación.

4.3.1 Perfiles de usuario

Aquí tenemos varios perfiles a identificar de muy diferentes ámbitos, donde destacan los perfiles de usuarios de nuestro servicio web donde se encuentran los usuarios anónimos y los administradores. Por el otro lado tenemos otro gran perfil bien definido que son las centrales fotovoltaicas de nuestro programa.

Siendo esto así haremos un análisis de estos tipos de usuarios:

Usuario anónimo o sin registrar

Un usuario normal de nuestro servicio web no requiere especial conocimiento/entrenamiento ya que el servicio web está pensado para ser intuitivo en su diseño. Aunque los datos en los gráficos presentes pertenecen al ámbito fotovoltaico y es recomendable conocerlos para sacarle provecho a nuestro proyecto, no es un requerimiento fundamental.

Administrador

A parte de los conocimientos previos ya marcados para un usuario anónimo, un administrador tiene que tener un claro conocimiento relativo al proyecto a parte de estar involucrado activamente en el mismo. Añadir una nueva central es algo más allá que simplemente añadirla a nuestra web, primero nuestros administradores tienen que llegar a algún tipo de comunicación para tener acuerdos para añadir nuevas centrales.

No se requiere amplios conocimientos de informática para ello, pero adjuntado a esta documentación en el Anexo II podremos encontrar un manual de como instalar en nuestra plataforma nuevas centrales en el caso de que haya cualquier tipo de duda.

Central

Con central nos referimos al tipo de usuario encargado de que nuestro cliente sea instalado donde corresponde y ver su estado periódicamente para notificar si hay cualquier tipo de incidencia o error.

Lo que se le proporcionará al operario que instale nuestro cliente es un instalador muy simple con unas instrucciones mínimas. Todo esto será proporcionado por un administrador a una central en concreto. Si el operario tiene los suficientes conocimientos informáticos ni siquiera requerirá de instrucciones para una correcta instalación, aun así se proporcionará un manual en el Anexo IV.

Si se requiere una buena habilidad social para la buena comunicación con nuestros administradores para que se lleve la instalación correctamente.

4.3.2 Casos de uso

Los casos de uso son ampliamente utilizados en el modelado en el análisis de sistemas para identificar y expresar los requerimientos funcionales de un sistema. Cada caso de uso es un escenario genérico o un evento del cual el sistema debe dar una respuesta previamente definida.

En el contexto de ingeniería del software, un caso de uso es una secuencia de interacciones que se desarrollarán entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento que inicia un actor principal sobre el propio sistema. Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la comunicación y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas. O lo que es igual, un diagrama que muestra la relación entre los actores y los casos de uso en un sistema. Una relación es una conexión entre los elementos del modelo, por ejemplo la especialización y la generalización son relaciones.

Los diagramas de casos de uso se utilizan para ilustrar los requerimientos del sistema al mostrar cómo reacciona a eventos que se producen en su ámbito o en él mismo.

Un caso de uso da una descripción de los componentes, acciones y reacciones a lo que sucede. Así que lo vamos a definir de la siguiente forma:

- Nombre del caso de uso
- Actores
- Condiciones previas que se deben cumplir
- Operaciones simples que se quieren realizar
- Excepciones que puedan ocurrir

Todos los casos de uso que vamos a comentar aquí están asociados con nuestro servicio web, que es la única parte de nuestro proyecto que tiene amplia interacción con los usuarios y es la interesante de estudiar. Una definición previa, es que un actor es un rol que un usuario juega con respecto al sistema. Es importante destacar el uso de la palabra rol, pues con esto se especifica que un actor no necesariamente representa a una persona en particular, sino más bien la labor que realiza frente al sistema. En nuestro sistema podemos encontrar dos tipos de actores:

- Usuarios anónimos: Un usuario anónimo es aquel que navega en nuestro sitio web (o usa cualquier servicio de Internet) sin identificarse como usuario registrado.
- Administrador: Cualquier usuario identificado es un administrador, que se encarga de la actualización y supervisión del servicio.

Habiendo definido ya esta parte vamos a empezar a definir los casos de uso, estos mayoritariamente usarán los requerimientos funcionales que definimos en un apartado anterior.

Para empezar vamos a mostrar un diagrama del funcionamiento general del sistema:

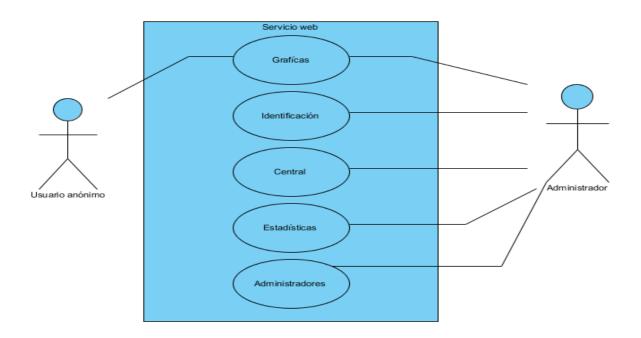


Figura 7. Diagrama frontera

Partiendo de este caso de uso genérico pasaremos a explicar cada caso de uso independientemente.

Teniendo este primer caso de uso del funcionamiento general del sistema aprovecharemos para explicar que es cada uno de los componentes que se muestran:

- Actores: Son los roles anteriormente comentados, son representados mediantes monigotes.
- **Sistema**: Todos los casos de uso pertenecen a un sistema que es representado por un rectángulo con el nombre del sistema en él.
- Casos de uso: Son las tareas que se pueden hacer dentro del sistema al que pertenecen en este caso todas esas tareas se pueden en nuestro servicio web. Se representa mediante una elipse.
- Asociaciones: Representa que el actor puede interactuar con el caso de uso para llevarla a cabo.
- Relaciones: Los casos de uso pueden tener relaciones entre ellos, se pueden dar las siguientes:

Asociación

Es el tipo de relación más básica que indica la invocación desde un actor o caso de uso a otra operación (caso de uso). Dicha relación se denota con una flecha simple.

o Dependencia o Instanciación ------

Es una forma muy particular de relación entre clases, en la cual una clase depende de otra, es decir, se instancia (se crea). Dicha relación se denota con una flecha punteada.

Generalización

Este tipo de relación es uno de los más utilizados, cumple una doble función dependiendo de su estereotipo, que puede ser de **Uso**(<<use>>>) o de **Herencia** (<<extends>>).

Este tipo de relación está orientado exclusivamente para casos de uso (y no para actores).

<<extends>>: Se recomienda utilizar cuando un caso de uso es similar a otro (características).

<<use><<use><<use><<use><<use><>use>>>: Se recomienda utilizar cuando se tiene un conjunto
de características que son similares en más de un caso de uso
y no se desea mantener copiada la descripción de la
característica.

De lo anterior cabe mencionar que tiene el mismo paradigma en diseño y modelamiento de clases, en donde está la duda clásica de **usar** o **heredar**.

Definido esto pasamos a estudiar los diferentes casos de usos concretos que hay en nuestro sistema.

Caso de uso 1: Identificarse

Actores: Administrador

Condiciones previas: Se ha ingresado a nuestro servicio web.

Operaciones:

 El usuario va al apartado de login, introduce los datos y acepta. (E-1)

Excepciones:

E-1. Los datos son incorrectos o el usuario no existe.

Caso de uso 2: Visualizar gráficas

Actores: Usuario anónimo ó Administrador

Condiciones previas: Se ha ingresado a nuestro servicio web.

Operaciones:

- 1. El usuario selecciona la central que quiere ver (E-1, E-2)
- 2. El usuario selecciona el día/mes/año que quiere ver (E-1)

Excepciones:

- E-1. La combinación fecha-central no tiene datos.
- E-2. No existen centrales en el sistema.

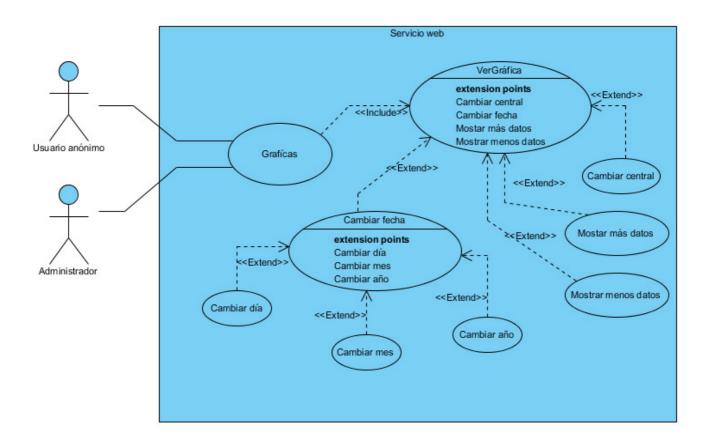


Figura 8. Caso de uso - Visualizar gráficas

Caso de uso 3: Añadir central

Actores: Administrador

Condiciones previas: Se ha ingresado a nuestro servicio web y se ha identificado correctamente.

Operaciones:

- 1.
- Añadir una nueva central (E-1,E-2) Descargar el instalador de esa central en concreto. 2.

Excepciones:

- E-1. La central que se intenta introducir ya existe.
- E-2. Los datos introducidos son incorrectos.

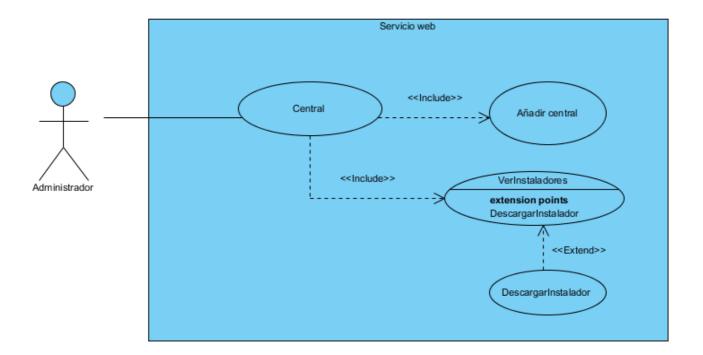


Figura 9. Añadir Central

Caso de uso 4: Descargar datos de una gráfica

Actores: Administrador

Condiciones previas: Se ha ingresado a nuestro servicio web y se ha identificado correctamente.

Operaciones:

- 1. El administrador selecciona la central que quiere ver (E-1, E-2)
- 2. El administrador selecciona el día/mes/año que quiere ver (E-1)
- 3. Descargar datos.

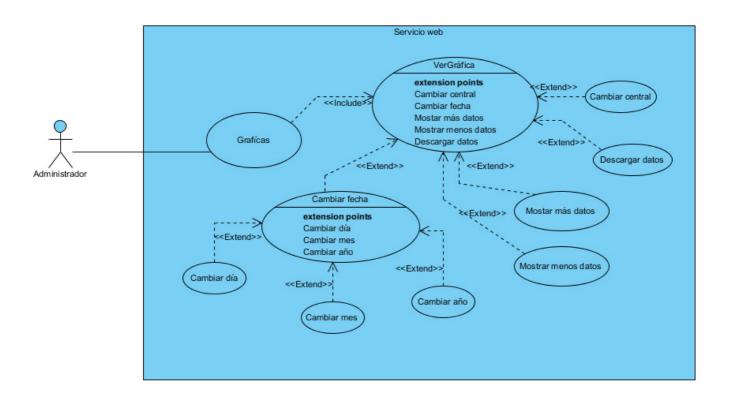


Figura 10. Descargar datos de una gráfica

Caso de uso 5: Añadir nuevo administrador

Actores: Administrador

Condiciones previas: Se ha ingresado a nuestro servicio web y se ha identificado correctamente.

Operaciones:

1. Introducir al nuevo usuario, contraseña y darle a Aceptar (E-1)

Excepciones:

E-1. Los datos son erróneos o el usuario ya existe.

Caso de uso 6: Visualizar estadísticas

Actores: Administrador

Condiciones previas: Se ha ingresado a nuestro servicio web y se ha identificado correctamente.

Operaciones:

1. El administrador selecciona ver las estadísticas.

4.3.3 Escenarios

En los casos de uso definimos funcionalidades genéricas y como se enlazaban estas operaciones. Los escenarios ejemplifican estos casos de uso en casos que se podrían dar realmente.

Estos escenarios no son más que ejemplos ficticios pero con un nivel de detalle más profundo para dar a conocer las reacciones de usuarios concretos a situaciones relacionadas con nuestro sistema para descubrir problemas o incidencias de cualquier tipo.

Estos escenarios por lo general los usuarios lo encuentras más simple de entender que una definición de funcionalidad. Así que vamos a hacer un escenario por cada caso de uso que hemos definido, se pueden hacer muchos escenarios por cada uno, pero con uno debería ser suficiente para aclarar las cosas.

Los escenarios los vamos a dividir en los siguientes componentes:

- Nombre del escenario
- Actores involucrados
- Descripción
- Eventos

Escenario 1: IdentificaciónCarlos

Actores: Carlos (Administrador)

Descripción: El administrador Carlos quiere identificarse para acceder a las funcionalidades de administrador.

- 1. El usuario Carlos entra a nuestro servicio Web
- 2. Carlos despliega el menú de usuarios y hace selecciona Iniciar sesión
- 3. Carlos introduce su nombre de usuario, contraseña y presiona Entrar
- 4. Si ha introducido los datos bien los datos volverá a la página principal con las opciones especiales de administración

Escenario 2: Visualizar Gráficas Carlos

Actores: Carlos (Administrador o usuario anónimo, no importa)

Descripción: El usuario Carlos quiere ver los datos de la central fotovoltaica de Lima del mes de abril de 2015.

- 1. El usuario Carlos entra en nuestro servicio Web
- 2. Carlos selecciona la central de Lima
- 3. Carlos selecciona el mes de abril de 2015
- 4. Si ese mes ya ha pasado y hay datos para ese mes para la central de Lima se le mostrarán, en el caso de que no haya se le avisará.

Escenario 3: AñadirCentral

Actores: Un administrador

Descripción: El administrador quiere añadir una nueva central (llamemos central Omega) a nuestro sistema y mandar el software necesario.

- El administrador a creado un convenio con la central Omega (esto no forma parte de nuestro proyecto) para unirse a nuestro sistema.
- 2. El administrador entra a nuestro servicio Web
- 3. El administrador se identifica en nuestro servicio Web como administrador
- 4. En los menús el administrador selecciona Añadir central y rellena el formulario correctamente, usando el manual de instalación de nuevas centrales en caso de duda
- El administrador ahora selecciona el menú de Gestionar centrales y ahí encontrará los instaladores de todas las centrales, se descarga el instalador de la central Omega
- 6. El administrador envía al operario de la central de Omega el instalador para que sea instalado en su central dándole el manual de instalación de clientes de centrales para su correcta instalación.
- 7. Si todo ha ido bien la central empezará a enviar datos a nuestro sistema y conforme vayan llegando se podrán visualizar en nuestro servicio web

Escenario 4: DescargarDatos

Actores: Un administrador

Descripción: Un administrador quiere descargar los datos de la central fotovoltaica de Arequipa del día 15 de julio de 2015.

- 1. El administrador entra a nuestro servicio Web
- 2. El administrador se identifica en nuestro servicio Web como administrador
- 3. El administrador selecciona la central de Arequipa
- 4. El administrador selecciona el mes de día 15 de julio de 2015
- Si ese mes ya ha pasado y hay datos para ese mes para la central de Lima se le mostrarán, en el caso de que no haya se le avisará.
- En el caso de ese día tenga datos, el administrador tendrá la opción de descargarse una copia simplificada de ese día en formato csv ordenado por hora.

Escenario 5: Añadir Administrador

Actores: Un administrador

Descripción: Un administrador quiere añadir un nuevo administrador al sistema, Jorge.

- 1. El administrador entra a nuestro servicio Web
- 2. El administrador se identifica en nuestro servicio Web como administrador
- 3. El administrador selecciona el menú de Añadir administrador
- 4. El administrador introduce un nombre de usuario y contraseña para nuevo administrador Jorge
- El administrador le da los datos de la nueva cuenta a Jorge para que puede identificarse como administrador

Escenario 6: Visualizar Estadísticas

Actores: Un administrador

Descripción: Un administrador quiere ver estadísticas de tráfico del servicio web

- 1. El administrador entra a nuestro servicio Web
- 2. El administrador se identifica en nuestro servicio Web como administrador
- 3. El administrador en la página principal ya puede ver un resumen del tráfico de la página
- El administrador selecciona la interfaz resumida de estadísticas y le dirige a unas estadísticas más detallas con varios parámetros seleccionables

4.4 Diseño de Software

El diseño es técnicamente la parte central de la ingeniería del software. Durante el diseño se desarrollan, revisan y se documentan los refinamientos progresivos de las estructuras de datos, de la estructura del programa y de los detalles procedimentales. El diseño da como resultado representaciones cuya calidad puede ser evaluada.

En buen diseño debe tener tres características fundamentales que son:

- El diseño debe implementar todos los requisitos explícitos obtenidos en la etapa de análisis.
- El diseño debe ser una guía que puedan leer y entender los que construyen el código y los que prueban y mantienen el software.
- El diseño debe proporcionar una idea completa de lo que es el software.

La actividad del diseño la vamos a dividir en tres partes: es establecimiento de la estructura del sistema (diseño del sistema), el establecimiento de la estructura de datos (diseño de los datos) y las representaciones de interfaz (diseño de la interfaz).

4.4.1 Diseño del sistema

En esta parte vamos a definir todas las clases que formarán parte de nuestro proyecto en lo que se llama un diagrama de clases.

Los diagramas de clases son diagramas de estructura estática que muestran las clases del sistema y sus interrelaciones (incluyendo herencia, agregación, asociación, etc.). Los diagramas de clase son el pilar básico del modelado con UML, siendo utilizados tanto para mostrar lo que el sistema puede hacer (análisis), como para mostrar cómo puede ser construido (diseño). El diagrama de clases de más alto nivel, será lógicamente un dibujo de los paquetes que componen el sistema. Las clases se documentan con una descripción de lo que hacen, sus métodos y sus atributos. Las relaciones entre clases se documentan con una descripción de su propósito, sus objetos que intervienen en la relación y su opcionalidad (cuando un objeto es opcional el que intervenga en una relación).

Estos diagramas se dividen en las siguientes partes:

1. **Clase**: Es la unidad básica que encapsula toda la información de un Objeto (un objeto es una instancia de una clase). A través de ella podemos modelar el entorno en estudio

En UML, una clase es representada por un rectángulo que posee tres divisiones: En donde:

- Superior: Contiene el nombre de la Clase
- Intermedio: Contiene los atributos (o variables de instancia) que caracterizan a la Clase (pueden ser private, protected o public).
- Inferior: Contiene los métodos u operaciones, los cuales son la forma como interactúa el objeto con su entorno (dependiendo de la visibilidad: private, protected o public).

2. **Atributos**: son valores que corresponden a un objeto, como color, material, cantidad, ubicación. Generalmente se conoce como la información detallada del objeto. Ejemplo: el objeto es una puerta, sus propiedades o atributos serían: la marca, tamaño, color y peso.

Tipos de atributos:

- public (+): Indica que el atributo será visible tanto dentro como fuera de la clase, es decir, es accesible desde todos lados.
- private (-): Indica que el atributo sólo será accesible desde dentro de la clase (sólo sus métodos lo pueden utilizar).
- protected (#): Indica que el atributo no será accesible desde fuera de la clase, pero si podrá ser accedido por métodos de la clase además de las subclases que se deriven (ver herencia).
- 3. **Operaciones/Métodos**: son aquellas actividades o verbos que se pueden realizar con o para este objeto, como por ejemplo abrir, cerrar, buscar, cancelar, confirmar, cargar. El nombre de una operación se escribe con minúsculas si consta de una sola palabra. Si el nombre contiene más de una palabra, cada palabra será unida a la anterior y comenzará con una letra mayúscula, a excepción de la primera palabra que comenzará en minúscula. Por ejemplo: abrirPuerta, cerrarPuerta, buscarPuerta, etc.

Tipos de métodos:

- public (+): Indica que el método será visible tanto dentro como fuera de la clase, es decir, es accesible desde todos lados.
- private (-): Indica que el método sólo será accesible desde dentro de la clase (sólo otros métodos de la clase lo pueden utilizar).
- protected (#): Indica que el método no será accesible desde fuera de la clase, pero si podrá ser accedido por métodos de la clase además de métodos de las subclases que se deriven (ver herencia).

4. Herencia (Especialización/Generalización): Indica que una subclase hereda los métodos y atributos especificados por una Súper Clase (también llamada clase padre), por ende la Subclase además de poseer sus propios métodos y atributos, poseerá las características y atributos visibles de la Súper Clase (public y protected).

Servicio Web

Teniendo todo está ya definido vamos a pasar al primer diagrama de clases, donde vamos a mostrar todas las funcionalidades y datos utilizados para nuestro servicio web.

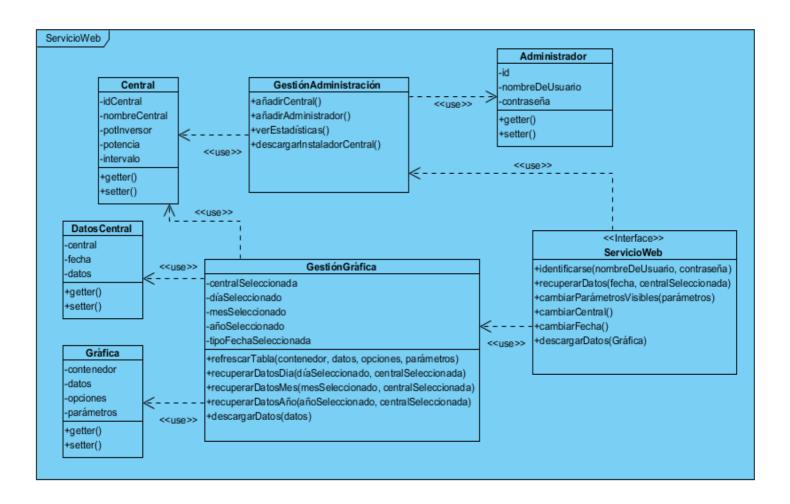


Figura 11. Diagrama de clases - Servicio Web

Ahora procedemos a explicar un poco todas estas clases necesarias un poco para que se entienda el funcionamiento de nuestro servicio web.

Para empezar tenemos los modelos de DatosCentral, Central y Administrador que hacen referencia a nuestras bases de datos MariaDB y a la estructura que tienen los mismos, DatosCentral realmente hace referencia a tres tablas diferentes con las mismas propiedades, por eso se hace una distinción del tipo de datos se consigue dependiendo de la fecha interesada, esto se explica por qué es así en el apartado de Diseño de la base de datos.

Por otro lado tenemos el modelo de Gráfica que es el objeto que usamos para mostrar una gráfica en concreto con unos parámetros determinados, controlado por el GestiónGráfica, que se encarga de saber qué tipo de central está actualmente, que fecha, que parámetros se están seleccionando/deseleccionando, etc. También tenemos el GestiónAdministración que se encarga de todo el apartado de los menús de administración cuando un administrador se identifica.

Por último tenemos nuestra clase ServicioWeb que nos sirve de interfaz para unir todas las funcionalidades que hemos explicado.

Cliente

En el siguiente diagrama veremos la composición de la parte programa que vamos a instalar en las centrales cliente, el esquema es bastante simple ya que la tarea también es bastante simple, mandar los datos a nuestra central de forma correcta.

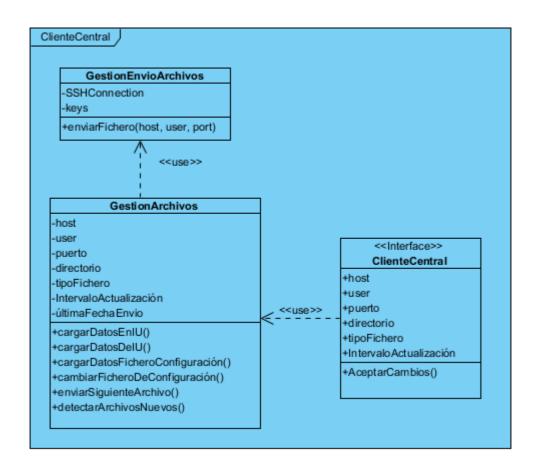


Figura 12. Diagrama de clases - Cliente

Como podemos ver en este diagrama de clases la unidad principal es el ClienteCentral que es la interfaz que une el programa con el usuario, en esta interfaz el cliente podrá configurar todos los datos pertenecientes a lo que sería la conexión con el servidor y como se van a enviar los archivos, el usuario en cualquier momento podría cambiar la configuración y todas las clases que usa pasarían a usar los nuevos datos.

En la parte de GestiónArchivos tenemos todo lo relacionado con la monitorización de archivos y la gestión de los datos. Por un lado se encarga de saber en cada momento cual es el último archivo generado, cuales archivos han sido enviados o no y cuáles son los siguientes a enviar. Parte de esto lo sabe porque también se encarga de mantener la consistencia del programa, todos los datos son guardados en un fichero externo y en caso de fallo o error ese archivo quede de referencia para la conexión del servidor actual y guardar la información de la monitorización.

La GestionEnvíoArchivos es básicamente la librería que vamos a usar para utilizar el protocolo SSH para mandar archivos al servidor, esta librería cuenta con una interfaz con muchos métodos diferentes, pero nosotros solo necesitamos uno: envío de archivo a un servidor, con lo que únicamente necesitamos para ello el host, el nombre de usuario, el puerto y nuestra clave asíncrona.

Servidor

El siguiente diagrama es aún más simple, que es el que corresponde al programa instalador en el servidor que se encarga de observar que archivos van llegando e introduciéndolos a la base de datos dependiendo de qué central han llegado.

A continuación vemos el diagrama del servidor:

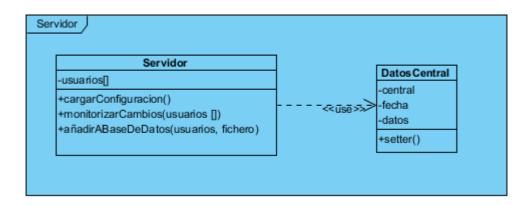


Figura 13. Diagrama de clases - Servidor

Como podemos ver la clase servidor solo se encarga de monitorizar los usuarios que hay actualmente en el sistema, si algún archivo nuevo aparece lo mete en nuestra base de datos, que es la clase DatosCentral que ya hemos visto anteriormente y de la cual se alimenta nuestra gráfica del servidor web.

El propio Servidor monitoriza también si ha sido introducido un nuevo usuario para también monitorizarlo.

4.4.2 Diseño de la base de datos

Una vez hecho esto vamos a ver como llevamos todo ese diseño a una estructura lógica y eficiente para la base de datos. Si contamos con buenos esquemas en las aplicaciones, los datos capturados y almacenados tendrán una estructura que refleja adecuadamente las entidades del mundo real y no se verán expuestos a continuas transformaciones.

Este proyecto se ha dividido en tres tipos de elementos principales:

- Las centrales que tendrán como atributos: nombre, potencia, potencia del inversor e intervalo entre los datos.
- Los usuarios/administradores que solo dispondrán de id, usuario y contraseña.
- Los datos de las centrales donde cada entrada dispone del nombre de la central, la fecha y 12 variables diferentes sobre distintos datos fotovoltaicos. Aquí se han separado en tres tablas diferentes por optimización del sistema.

Modelo Entidad-Relación

El modelo entidad-relación, ER es un modelo de datos que permite representar cualquier abstracción, percepción y conocimiento en un sistema de información formado por un conjunto de objetos denominados entidades y relaciones, incorporando una representación visual conocida como diagrama entidad-relación. Pasamos a explicar las diferentes partes de un diagrama entidad-relación.

Ejemplares - Conjuntos - Extensión - Instancia. Se denominan ejemplares a los registros que guardan una serie de características similares o que pueden ser agrupados o clasificados dadas sus características comunes en grupos bien delimitados. A los ejemplares también se los conoce como registros de una tabla de una base de datos, o en términos de abstracción como la extensión de la base de datos. Por ejemplo es la lista de usuarios de una biblioteca, la lista de productos con sus características, la lista de tipos de documentos y su definición.

Entidad. La entidad es cualquier clase de objeto o conjunto de elementos presentes o no, en un contexto determinado dado por el sistema de información o las funciones y procesos que se definen en un plan de automatización. Dicho de otra forma, las entidades las constituyen las tablas de la base de datos que permiten el almacenamiento de los ejemplares o registros del sistema, quedando recogidos bajo la denominación o título de la tabla o entidad. Por ejemplo, la entidad usuarios guarda los datos personales de los usuarios de la biblioteca, la entidad catalogo registra todos los libros catalogados, la entidad circulación todos los libros prestados y devueltos y así sucesivamente con todos los casos.

Atributos - Intención. Son las características, rasgos y propiedades de una entidad, que toman como valor una instancia particular. Es decir, los atributos de una tabla son en realidad sus campos descriptivos, el predicado que permite definir lo que decimos de un determinado sujeto. Por ejemplo de una entidad o tabla catálogo, se pueden determinar los atributos título, subtítulo, título paralelo, otras formas del título, autor principal, otras menciones de responsabilidad, edición, mención de edición, editorial, lugar de publicación, fecha de publicación,...

Relación. Vínculo que permite definir una dependencia entre los conjuntos de dos o más entidades. Esto es la relación entre la información contenida en los registros de varias tablas. Por ejemplo, los usuarios suelen clasificarse según una lista de tipos de usuarios, ya sean profesores, alumnos o investigadores. De esta forma es posible emitir la relación entre el usuario Jorge Martínez como alumno y Enrique Valtierra como profesor. Las relaciones son definidas de forma natural en un diagrama relacional para expresar un modelo cognitivo que dará lugar posteriormente a las interrelaciones de las entidades.

Clave. Es el campo o atributo de una entidad o tabla que tiene como objetivo distinguir cada registro del conjunto, sirviendo sus valores como datos vinculantes de una relación entre registros de varias tablas.

- Superclave. Es la combinación de campos clave que identifican unívocamente un registro en una tabla o entidad.
- Clave principal primaria. Permiten identificar unívocamente cada registro de una tabla. Por ejemplo campo auto-numérico interno ID.
- Clave candidata. Campos que cumplen las condiciones de identificación única de registros, pero que no fueron definidos como principales por el diseñador. Por ejemplo el DOI (Document Object Identifier) es un campo que define unívocamente un registro de un documento en una tabla o entidad concreta. No obstante a efectos de gestión interna del sistema el campo principal ID que contiene un valor numérico correlativo, permite un tratamiento más sencillo que el DOI.

Clave externa. Campo clave conformado por el valor de una clave principal primaria de otra tabla. Por ejemplo el campo id_tipodeusuario en la tabla usuarios es un campo clave externo que guarda el valor del campo primario ID de la tabla tipo de usuario, especificando de esa forma que un usuario como Enrique Valtierra sea de tipo 2 es decir profesor.

Integridad referencial. Se denomina integridad referencial al tipo de interrelación que se produce entre tablas mediante un campo clave que deberá contener la cadena alfanumérica exacta al identificador de la tabla auxiliar para poder realizar la relación entre los registros. En caso contrario no se produce la relación. Además, se trata de un mecanismo que evita duplicidades e incorrecciones ya que la propiedad de integridad referencial conmina a que los datos de un usuario además de su identificador ID sean distintos al de los demás. Dicho de otra forma, no pueden existir dos registros iguales con los mismos datos.

Una vez ya definidos los diferentes componentes del modelo entidad relación vamos a pasar definiendo el esquema conceptual.

Normalización de bases de datos

El proceso de normalización de bases de datos consiste en designar y aplicar una serie de reglas a las relaciones obtenidas tras el paso del modelo entidad-relación al modelo relacional.

Las bases de datos relacionales se normalizan para:

- Evitar la redundancia de los datos.
- Disminuir problemas de actualización de los datos en las tablas.
- Proteger la integridad de los datos.

En el modelo relacional es frecuente llamar tabla a una relación, aunque para que una tabla sea considerada como una relación tiene que cumplir con algunas restricciones:

- Cada tabla debe tener su nombre único.
- No puede haber dos filas iguales. No se permiten los duplicados.
- Todos los datos en una columna deben ser del mismo tipo.

Las formas normales son aplicadas a las tablas de una base de datos. Decir que una base de datos está en la forma normal N es decir que todas sus tablas están en la forma normal N.

En general, las primeras tres formas normales son suficientes para cubrir las necesidades de la mayoría de las bases de datos.

Primera Forma Normal

Una tabla está en Primera Forma Normal si:

- Todos los atributos son atómicos. Un atributo es atómico si los elementos del dominio son simples e indivisibles.
- La tabla contiene una clave primaria única.
- La clave primaria no contiene atributos nulos.
- No debe existir variación en el número de columnas.
- Los Campos no clave deben identificarse por la clave (Dependencia Funcional)
- Debe Existir una independencia del orden tanto de las filas como de las columnas, es decir, si los datos cambian de orden no deben cambiar sus significados

Esta forma normal elimina los valores repetidos dentro de una Base de Datos.

Segunda Forma Normal

Dependencia Funcional. Una relación está en 2FN si está en 1FN y si los atributos que no forman parte de ninguna clave dependen de forma completa de la clave principal. Es decir que no existen dependencias parciales. (Todos los atributos que no son clave principal deben depender únicamente de la clave principal).

Tercera Forma Normal

La tabla se encuentra en 3FN si es 2FN y si no existe ninguna dependencia funcional transitiva entre los atributos que no son clave.

Esquema conceptual

Aquí ya tenemos las entidades y las relaciones que serán entidades para nuestro esquema.

Las entidades de las que disponemos ahora son **Usuarios**, **Centrales**, **DatosDiarios**, **DatosMensuales**, **DatosAnuales**.

Las relaciones son:

Los **Usuarios** no tienen relación.

Las Centrales tienen relación de uno a muchos con DatosDiarios, DatosMensualesy DatosAnuales.

nombre potencia inversor usuario intervalo Central contraseña . Tiene datos ei (1,1)(1,1)(1,1)fecha fecha var1...var12 DataMonth Data DataYear var1...var12 (nombreCentral (nombreCentral nombreCentral fecha

var1...var12

Podemos ver el esquema conceptual en la siguiente figura:

Figura 14. Esquema conceptual

Esquema conceptual modificado

Para conseguir este esquema solo hay que modificar las siguientes cosas:

No debe haber entidades débiles, y puesto que no tenemos ninguna este paso se cumple.

Las relaciones no deben tener atributos, es decir, que yo haya tablas relacionando simplemente datos, las cuales no hay.

Y deshacer las relaciones de muchos a muchos, las cuales no tenemos en el diseño de nuestra base de datos.

Como cumplimos previamente con todos los pasos, diremos que nuestro esquema conceptual modificado es igual a nuestro esquema conceptual.

Tablas de la base de datos

Ya teniendo el concepto de nuestra base de datos podemos pasar a implementar las tablas para almacenar los datos de cada tipo. Aquí definiremos todas las tablas usadas.

En cada tabla definiremos los atributos y las propiedades de ellos, que tipo de dato es, si es clave, si puede ser nulo, etc.

En nuestro caso vamos a tener 5 tablas distintas, una para los usuarios, otra para las centrales y otra para los datos de las centrales divididos en datos diarios, mensuales o anuales.

Tabla user

Atributo	Tipo	Propiedades	Descripción
id	INT	Clave primaria, no nulo	Identificador administrador
username	VARCHAR(20)	No nulo	Nombre del usuario
password	VARCHAR (40)	No nulo	Contraseña del usuario

Tabla 2. Tabla user

Tabla centrals

Atributo	Tipo	Propiedades	Descripción
id	INT	Clave primaria, no nulo	Identificador de la central
central	VARCHAR(20)	No nulo, único	Nombre de la central
power	FLOAT	No nulo	Potencia del generador fotovoltaico
inversor	FLOAT	No nulo	Potencia del inversor
time	FLOAT	No nulo	Tiempo que hay entre cada dato monitorizado en la central

Tabla 3. Tabla centrals

Tabla data

Atributo	Tipo	Propiedades	Descripción
date	INT	Clave primaria, no nulo	Fecha del dato tipo UNIX
central	VARCHAR(20)	Clave primaria, no nulo	Nombre de la central
var1	FLOAT		Tensión AC
var2	FLOAT		Corriente AC
var3	FLOAT		Potencia activa
var4	FLOAT		Potencia aparente
var5	FLOAT		Potencia reactiva
var6	FLOAT		Frecuencia
var10	FLOAT		Tensión DC
var11	FLOAT		Corriente DC
var12	FLOAT		Potencia DC
var13	FLOAT		Irradiancia
var14	FLOAT		Temperatura módulo
var15	FLOAT		Temperatura ambiente

Tabla 4. Tabla data

Tabla dataMonth

Atributo	Tipo	Propiedades	Descripción
date	INT	No nulo	Fecha del dato tipo UNIX
dateCompact	VARCHAR (20)	Clave primaria, No nulo	Fecha tipo: AAAA:MM:DD
central	VARCHAR (20)	Clave primaria, no nulo	Nombre de la central
var1	FLOAT		Tensión AC
var2	FLOAT		Corriente AC
var3	FLOAT		Potencia activa
var4	FLOAT		Potencia aparente
var5	FLOAT		Potencia reactiva
var6	FLOAT		Frecuencia
var10	FLOAT		Tensión DC
var11	FLOAT		Corriente DC
var12	FLOAT		Potencia DC
var13	FLOAT		Irradiancia
var14	FLOAT		Temperatura módulo
var15	FLOAT		Temperatura ambiente

Tabla 5. Tabla dataMonth

Tabla dataYear

Atributo	Tipo	Propiedades	Descripción
date	INT	No nulo	Fecha del dato tipo UNIX
dateCompact	VARCHAR (20)	Clave primaria, No nulo	Fecha tipo: AAAA:MM
central	VARCHAR (20)	Clave primaria, no nulo	Nombre de la central
var1	FLOAT		Tensión AC
var2	FLOAT		Corriente AC
var3	FLOAT		Potencia activa
var4	FLOAT		Potencia aparente
var5	FLOAT		Potencia reactiva
var6	FLOAT		Frecuencia
var10	FLOAT		Tensión DC
var11	FLOAT		Corriente DC
var12	FLOAT		Potencia DC
var13	FLOAT		Irradiancia
var14	FLOAT		Temperatura módulo
var15	FLOAT		Temperatura ambiente

Tabla 6. Tabla dataYear

También se ha añadido un trigger o disparador que es activado cuando se inserta una nueva fila a la central. Este comprueba que si la Irradiancia es menor a 70, entonces los valores de Corriente AC, Potencia activa, Potencia reactiva, Frecuencia, Corriente DC y Potencia DC son 0, ya que deben valer 0, si valen otro valor son error de medida. También en el caso de que la irradiancia sea menor que 40 la Corriente DC será igual a 0.

```
CREATE TRIGGER ins_check BEFORE INSERT ON data FOR EACH ROW BEGIN

IF NEW.var13 < 40 THEN

SET NEW.var10 = 0;

END IF;

IF NEW.var13 < 70 THEN

SET NEW.var2 = 0;

SET NEW.var3 = 0;

SET NEW.var4 = 0;

SET NEW.var5 = 0;

SET NEW.var11 = 0;

SET NEW.var12 = 0;

END IF;

END;//
```

Figura 15. Disparador catalogador de datos

Para finalizar también hemos añadido un evento que se ejecuta una vez cada hora que rellena las tablas dataMonth y dataYear alimentándose de los datos de la tabla data. El cálculo de un día para una central con todos los datos que nos interesa es una carga importante. Si tenemos 5760 datos diarios y trabajamos con 12 variables son 69120 valores con los que trabajamos para hacer diferentes cálculos. Para mostrar los datos de un mes tendríamos que hacer como máximo este cálculo 31 veces, y para un año más. Para reducir el cálculo de esta funcionalidad, en vez de calcularlas en el momento, las calculamos cada hora y las almacenamos sin sacrificar mucho espacio de almacenamiento, ya que cada mes tendría 30 entradas en dataMonth y 1 en dataYear. Y un cálculo a la hora no supone mucho para nuestra base de datos.

4.4.1 Diseño de la interfaz

Una vez ya tenemos el diseño de nuestra base de datos bien definida para la estructura de nuestro sistema el siguiente paso es pasar al diseño de una buena interfaz para mostrar esos datos de la forma más eficiente que sea posible.

Esta posiblemente sea una parte de las más importantes del diseño del proyecto, ya que los procedimientos y funcionales del sistema pueden ser exquisitos, pero sin una buena interfaz que la respalde, solo hará entorpecer al usuario en vez de ayudarlo.

Aquí como tenemos dos tipos de interfaces muy diferentes vamos a explicarlas por partes.

Guía de estilo para el servicio web

Para seguir un estilo se eligió usar el diseño estándar de Bootstrap a partir de una plantilla acorde a nuestras necesidades.

Necesitamos una barra de menú en la parte superior donde estará el nombre de nuestro proyecto Emergiendo con el Sol, a parte de nuestras opciones como Identificarse y muchas de las opciones de administrador. Para las centrales se busca un menú lateral donde se listen todas las centrales para que puedan ser seleccionadas. También se busca un espacio central muy grande para nuestras gráficas se sientan cómodas.

Dicho esto se eligió el modelo de Bootstrap: SB Admin 2 una plantilla de Bootstrap gratuita.



Figura 16. Plantilla de Bootstrap SB Admin 2

Como podemos ver en el ejemplo de plantilla, tenemos una barra de menú superior, una lateral y mucho espacio en el centro, que como vemos, hay espacio suficiente para gráficas de un buen tamaño. Así pues nuestra página seguirá este estilo como diseño principal.

También hay que tener en cuenta en el diseño los diferentes logos que se colocarán de la Universidad de Jaén, de la Junta de Andalucía, CERN, Grupo IDEA y Simidat.

En nuestro diseño también vamos a usar una metáfora, se conoce como metáfora a la utilización de una expresión con un sentido diferente y en un contexto distinto al habitual. Las metáforas son muy útiles para ya que hacen más sencilla el uso de la interfaz en este sistema.

Para cambiar los días, meses o años se utiliza un calendario de la librería de jQuery, donde la misma librería implementa la gráfica.



Figura 17. Metáfora de calendario seleccionable

Imaginemos que tenemos una gráfica, y encima de la gráfica aparece esta metáfora donde la fecha que aparecería sería la fecha actual, así que el usuario sobreentiende que está viendo datos de la fecha actual, además en todo momento se mostrará que central y fecha está viendo el usuario.

Al lado de la fecha tenemos el icono de un calendario, que es aquí donde está la metáfora, si tenemos la fecha y justo al lado hay un calendario se da a entender que con el calendario podemos cambiar la fecha. Esto lo implementa jQuery en su librería, así que debería estar ampliamente reconocida.



Figura 18. Metáfora de calendario

Storyboard

Un storyboard es un guion gráfico de las acciones a llevar a cabo para conseguir un objetivo en modo de ejemplo.

Estos storyboards tienen una estrecha relación con las funcionalidades, caso de uso y escenarios que hemos visto anteriormente, puesto que son ejemplos de funcionalidades en viñetas pero de un modo más práctico. La transición entre viñetas se representa con fechas.

Los storyboards son extremadamente útiles para que el usuario o cliente que ha encargado la aplicación pueda evaluar el trabajo realizado y efectuar a tiempo cambios en las fases iniciales ya que corregir aspectos en las últimas fases suele ser demasiado costoso.

Vamos a representar los escenarios de nuestro servicio web ya que son los más interesantes y su realización nos puede clarificar mucho el diseño de la página.

Storyboard - Identificación

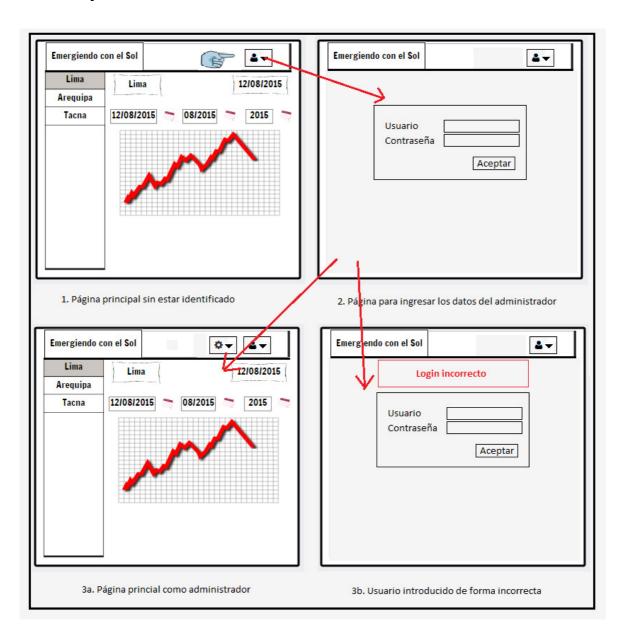


Figura 19. Storyboard - Identificación

Storyboard - Uso de gráficas

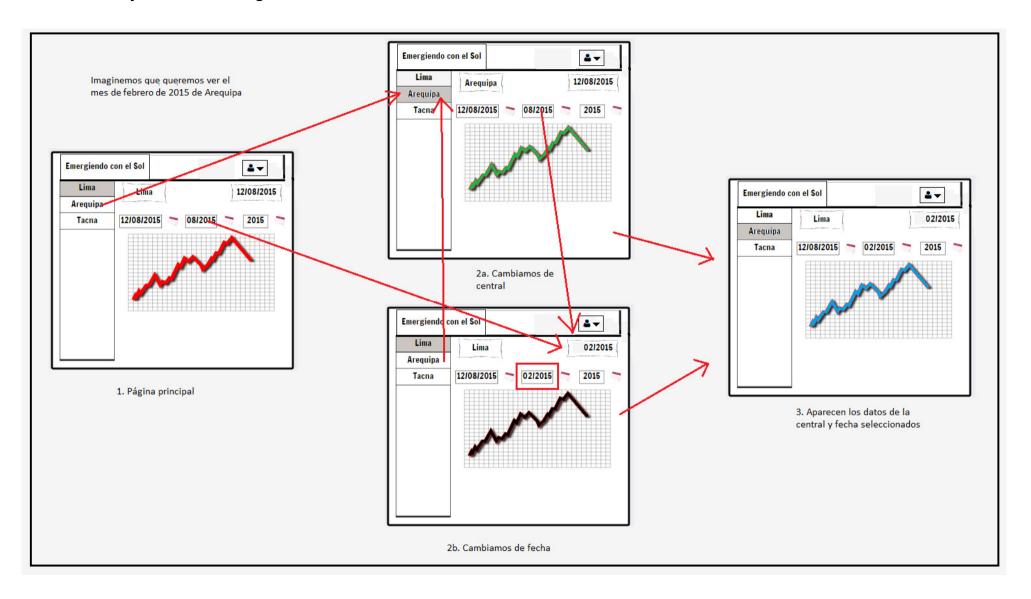


Figura 20. Storyboard - Uso de gráficas

Storyboard – Añadir Central

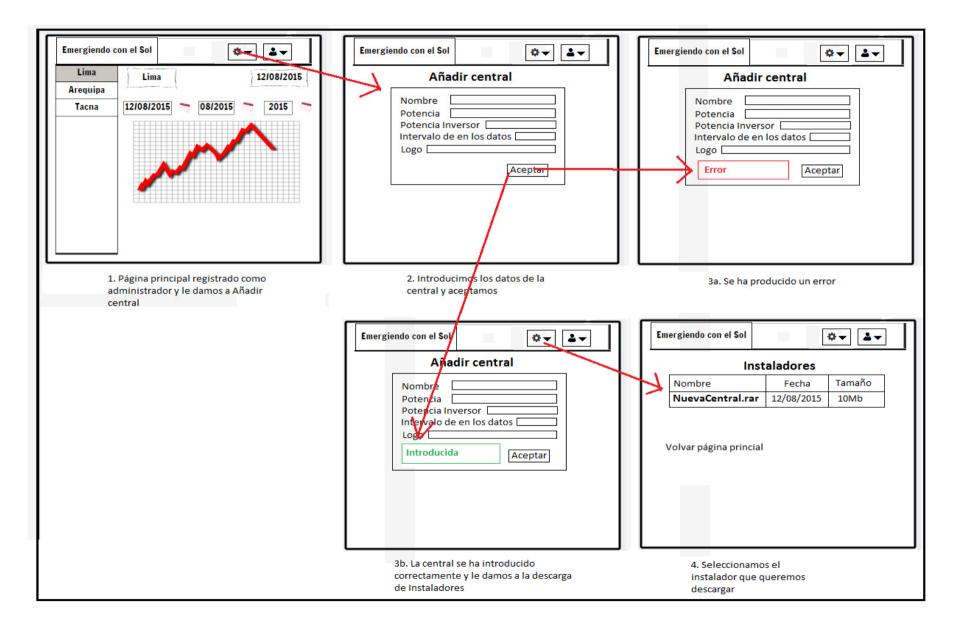


Figura 21. Storyboard - Añadir Central

Storyboard – Añadir administrador

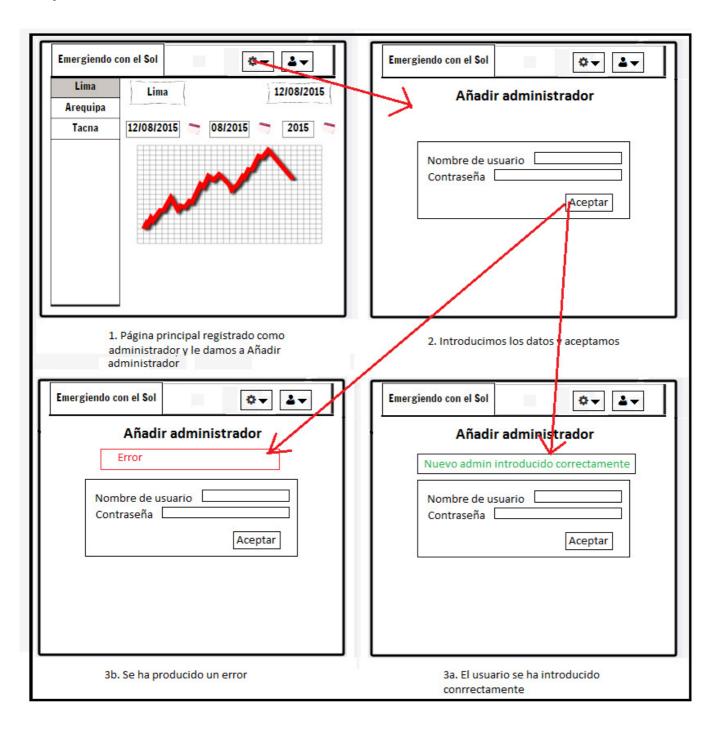


Figura 22. Storyboard - Añadir administrador

Guía de estilo para el cliente

Aquí la máxima prioridad es que sea lo más simple e independiente posible, que no requiera supervisión alguna, así que se diseñó una interfaz muy minimalista.

Para empezar tenemos una parte superior para mostrar el estado del programa y que informe al operario de que todo esté bien. En la parte inferior veremos datos de configuración que podemos cambiar y aceptar, la única interactuación con el usuario es cambiar y aceptar estos datos.

Para darle más independencia, se hará que esta aplicación se ponga solamente en la barra de tareas para que solo trabaje en segundo plano y no moleste, y solo sea abierta cuando se requiera.

5 Implementación

Una vez teniendo el Análisis y el Diseño del sistema estudiados pasamos a la última parte que es la Implementación, que es el desarrollo de las aplicaciones descritas anteriormente.

5.1 Arquitectura del sistema

Nuestra arquitectura se basa en el esquema Cliente-Servidor, donde tenemos realmente dos tipos de clientes que van a trabajar independientemente y nuestro servidor que se encargará de proporcionar a estos clientes lo que necesiten.

Para empezar una central activa va mandando datos periódicamente a nuestro servidor y posteriormente un usuario podrá visualizar estos datos acordemente, nos tenemos que encargar que esto suceda correctamente.

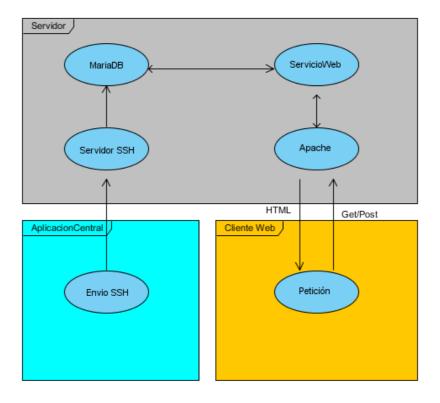


Figura 23. Arquitectura Cliente-Servidor

El Cliente Web hace una petición Get a nuestro servidor para cargar la página principal, en primera instancia mediante AJAX se manda la fecha actual y la central preseleccionada mediante un POST a nuestro servidor, que devuelve esos datos concretos, todas las demás peticiones se hacen igualmente con AJAX y usando métodos POST. Estos POST son enviados a nuestros archivos PHP que son principalmente usados para este cometido. El JavaScript se encarga de trabajar con la tabla para que los datos se muestren correctamente, ya que la librería de gráficas es para JavaScript/jQuery.

El SSH se centra en el envío de archivo por parte de las centrales a nuestro servidor que este desde un programa creado por nosotros se introducirán en nuestra base de datos MariaDB.

5.3 Herramientas de desarrollo

En nuestro proyecto tenemos muy diferentes tipos de aplicaciones por lo tanto se han usado varias herramientas de desarrollo.

Para el cliente de las centrales se ha usado Desktop Qt 5.4.1 compilando con MinGW ya que para hacer aplicaciones con Qt y en C++ es la opción más cercana.

Para el desarrollo del Servicio Web se ha usado el NetBeans en su faceta de desarrollo web, el cual da mucho soporte para crear aplicaciones web fácilmente. No ha sido instalado ningún tipo de servidor web local, todo se ha hecho en el servidor original mandando los archivos con SCP.

Para el desarrollo de la aplicación que se instala en el cliente también usamos NetBeans ya que la aplicación es desarrollada con C++ y esta herramienta de desarrollo me parece perfecta para el cometido. Simplemente la compilación de este código se hizo en un sistema Linux.

5.4 Sistema de ficheros e implementación

Para empezar vamos a ver el sistema de ficheros de cada aplicación para ver que ficheros son los que vamos a utilizar y después por apartados vamos a explicar resumidamente cual es el contenido de cada archivo o directorio.

5.4.1 Servicio web

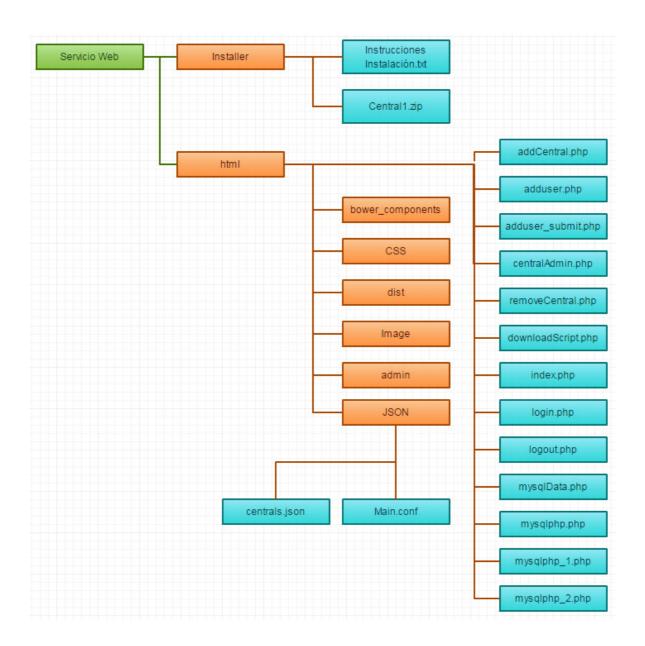


Figura 24. Arquitectura de ficheros del Servicio Web

Como podemos ver en el diagrama anterior tenemos dos directorios principales, el Installer y el html. En el html está principalmente todo el contenido de nuestro servicio web, es decir, es la parte visible desde la red y a lo que Apache proporciona acceso. En Installer tenemos los instaladores de las centrales que tengamos introducidas en nuestro sistema, por cada central aquí tendremos un archivo zip que dentro tendrá nuestro instalador e instrucciones de instalación.

Ahora vamos a ver los diferentes contenidos del directorio html por partes:

Bower_components, dist, admin y CSS son directorios que tienen componentes útiles y las páginas de estilo para el diseño visual de nuestras páginas y funcione correctamente visualmente. La mayoría de estos archivos son parte de la plantilla de estilo de Bootstrap de SB Admin 2. En la carpeta CSS podemos encontrar plantillas de estilo propias para añadir correctamente los cambios para adecuarlos a nuestro diseño personalizado además de también algo de JavaScript para hacer menús desplegables y demás cosas visuales.

Image es un directorio donde se almacenan todos los logos e imágenes de nuestro sitio web, al añadir una central podemos ingresar un logo que se verá junto con nuestra gráfica, estos logos también se guardarán en esta carpeta con el nombre de la central a la que representan.

JSON en está carpeta tiene una gran importancia desde el punto de vista de la lógica del sistema, tiene dos archivos que vamos a explicar individualmente.

El archivo de **centrals.json** tiene la siguiente forma:

```
{
"Lima":{"Nombre":"Lima","Potencia GFV":"3","Potencia Inversor":"3","Image":"Lima.jpg","visible":"1"},
"Arequipa":{"Nombre":"Lima","Potencia GFV":"3","Potencia Inversor":"3","Image":"Arequipa.jpg","visible":"1"},
"Tacna":{"Nombre":"Lima","Potencia GFV":"3","Potencia Inversor":"3","Image":"Tacna.jpg","visible":"1"}
}
```

Figura 25. JSON de ejemplo incluido en centrals.json

Son simplemente datos almacenados en una estructura de JSON que utiliza nuestro servicio web para saber que centrales están activas, cuales son datos y así cambiando este archivo podemos añadir más centrales fácilmente sin tener que tocar nada relacionado a nuestro servicio web.

En el archivo **Main.conf** nos encontramos con la misma idea pero para nuestro cliente instalador en el servidor, el archivo tiene la siguiente forma:

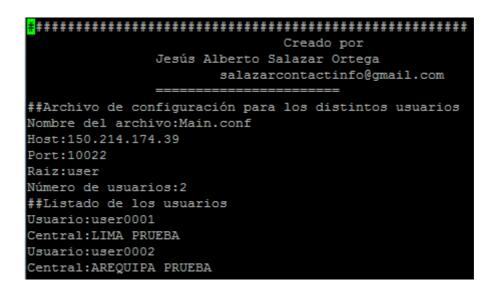


Figura 26. Fichero de configuración Main.conf

Aquí los datos más relevantes son el número de usuarios, que en este ejemplo son 2, y más abajo vemos los usuarios que hay con su nombre de usuario y la central con la que están relacionados, así el user0001 tiene los datos relacionados con la central de LIMA PRUEBA. Al añadir una nueva central este archivo se modificará para albergar a 3 usuarios, donde se añadiría el user0003 con su respectiva central.

Una vez explicados los directorios y su contenido vamos a hablar de los demás archivos que forman parte del servicio web.

index.php es el directorio principal de cualquier servicio web por convenio y es donde Apache se dirige inicialmente cuando visitamos el directorio raíz, así que podemos decir que es nuestra página de inicio.

Esta página se muestra de dos distintos modos, al entrar por primera vez aparece la página de inicio normalmente y si nos Identificamos aparecerán todas las opciones de administrador, que vienen a ser: Añadir central, Añadir Administrador, Gestionar Centrales, Descargar Datos, Ocultar Centrales y la visualización de estadísticas. Esto se hace gracias a PHP, una vez nos identificamos iniciamos una sesión de PHP interna, y la página se muestra dependiendo de si está identificado o no el usuario.

En el menú lateral izquierdo salen todas las centrales del sistema, esto se carga dinámicamente, cargando el archivo centrals.json que hemos visto anteriormente. Así que cada vez que se añada una nueva central y refresquemos la página, nos salen los datos de la nueva central.

En la parte superior estarán los logos de la Universidad de Jaén y de la Junta de Andalucía ya que son los más importantes, junto a ellos estará el nombre de la central y las diferentes opciones, si no estamos Identificados saldrán un menú para ello, si lo estamos saldrá el menú de Añadir Central, Administrador, Gestionar Centrales y Cerrar Sesión.

En la parte central tenemos varios apartados, en la superior se ve el nombre de la central y la fecha que actualmente estamos visualizando en la gráfica, esto puede tener tres tipos de formatos dependiendo de la fecha:

- Lima Día 12 de Noviembre de 2015
- Arequipa Noviembre de 2015
- Tacna Año 2015

Abajo nos saldrá una ventana con referente a todo sobre las gráficas, donde vamos a hablar sobre los cambios de fecha.



Figura 27. Menú de selección de fechas

Lo que vemos en la imagen anterior son las metáforas de la que se habló en capítulos anteriores que representa la posibilidad de cambio de fecha. Esta funcionalidad viene de una librería de jQuery para calendarios dinámicos para JavaScript, el funcionamiento de cada una es, cuando se ha elegido una fecha en una de ellas, estas se conecta a su propio archivo php, donde hay una para fechas diarias, otro para meses y otro para años, y devuelve los datos de la fecha y central que había seleccionada. Como el interés es que esto sea totalmente dinámico, cada selección de fecha lleva a una llamada AJAX que hace una petición POST a uno de nuestro ficheros PHP donde devuelve los datos que a través de nuestro JavaScript modificamos la gráfica todo de forma muy dinámica.

Al cargar la página los datos que se muestran son los de la primera central añadida al sistema y la fecha actual del navegador del cliente.

En este mismo encabezado podemos encontrar otras tres opciones.

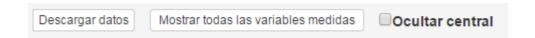


Figura 28. Menú con funciones referentes a la gráfica

Las opciones de descargar datos y ocultar central son solo visualizadas si el usuario está identificado como Administrador, y la otra opción, Mostrar todas las variables medidas, solo si se está visualizando una fecha de un día en concreto, si se está visualizando un mes o un año se oculta. Dicho esto ahora vamos a describir la implementación de cada una.

Para la opción de descargar datos tenemos tres casos, que son descargar datos de un día en concreto, de un mes o de un año. Cada una tiene una lógica

diferente, ya que se trata con diferentes datos y con diferentes intervalos de tiempo, cada una con su función diferentes.

Esto función está pensada para no tener ningún impacto en el sistema, ya que al descargar los datos no los estamos descargando directamente del servidor, porque lo datos ya los tenemos realmente porque se están mostrando en la gráfica que hemos tenido que seleccionar la central y fecha previamente. Así que estas funciones simplemente recuperan estos datos y las exportan a CSV convenientemente y son descargados por el navegador del cliente.

La opción de Ocultar central sirve para en el caso de que queramos quitar una central siendo un administrador, desde aquí podemos ocultarla para que los usuarios anónimos no la vean, aun así cualquier administrador puede verlas. La implementación de esto es sencilla gracias al archivo centrals.json, donde cada central tiene un parámetro de visibilidad, cambiando este parámetro le decimos a la página que centrales debe mostrar. Con esta opción no hacemos un borrado de datos en la base de datos ni nada por el estilo, solo quedan ocultas.

Mostrar todas las variables medidas fue añadida para simplificar la central en un inicio, en primera instancia al cargar nuestro página de inicio se carga la primera central que introducimos y la fecha actual que tenga el navegador del cliente y con esos datos se rellena la gráfica. Los datos de inicio que se muestran son la irradiancia, la temperatura del módulo, la corriente DC, la tensión DC y la potencia AC activa, ya que desde el punto de vista de la monitorización son los datos más relevantes, en el caso de que queramos ver todos los demás datos monitorizados tenemos esta opción que nos revela las demás variables para ser seleccionadas.

Más abajo ya tenemos la gráfica con muchas opciones para cambiar las series de la gráfica. La iniciarse la página, las 5 series de inicio vienen marcadas de forma predeterminada, pero lo podemos cambiar a placer. Estas series cambian dependiente de si estamos viendo la fecha de un día, mes o año.

En el apartado de la gráfica tenemos varias cosas a tener en cuenta, en la misma gráfica tenemos las leyendas de las series que están activas, todo esto forma parte de la librería propia para gráficas FlotChart que trae muy buenas opciones para gráficas que requieran series. En el lateral derecho tenemos las escalas de las diferentes series, las cuales son dinámicas, es decir, si por ejemplo solo se está mostrando la Tensión DC que se mide en Voltios, solo saldrá la escala de Voltaje, si hay más de una se van apilando para mostrar cada series en su escala. Las escalas son autoajustables, es decir se amoldan a los datos que contienen, por lo que siempre tendremos series visibles a las otras. Es cálculo de todo esto también forma parte de la librería.

Por otro lado también se quería tener una gráfica interactiva, es decir, si pasamos el ratón por encima que nos muestre información sobre lo que estamos seleccionando. Esto se ha conseguido también con propias funcionalidades de la librería para controlar la posición de ratón y así ver que datos se están seleccionando, gracias a eso podemos información relevante a la selección.

Dependiendo de la central que se esté seleccionando, en la parte superior izquierda de la gráfica se mostrará un logo de la central en cuestión, este logo es introducido por un administrador al añadir una nueva central y su dirección es guardada en el archivo centrals.json en el directorio Image que hemos visto.

Cuando seleccionamos la fecha de un día en concreto nos saldrá un menú lateral a la derecha de nuestra gráfica con datos referentes al día que estamos visualizando. Este menú puede tener tres estados, si ese día no tiene ningún dato, aquí se mostrará que no hay datos, si es un día que ha pasado, se mostrarán variables que indicarán el rendimiento de la central en ese día en concreto, y esa fecha tiene datos, pero son los últimos datos que hay, esto pasará solo cuando se esté visualizando el mismo día que se están generando los datos y aquí se mostrará los últimos datos de los que se tiene registro para ese día.

Una vez introducido los datos, estos se refrescan cada 10 minutos automáticamente, así que se puede dejar el navegador abierto y periódicamente se irá actualizando la tabla.

En cado de estar identificado como administrador, debajo de la tabla veremos unas estadísticas de los visitantes de la página y su localización.



Figura 29. Ejemplo del visor de monitorización de visitas

Aquí podemos ver por ejemplo cuantos visitantes tenemos de cada país y estadísticas varias. Esto está hecho con un módulo de Supercounters.com donde nos dan un identificador que colocamos con nuestro JavaScript en nuestra página principal y cada vez que alguien entra envía los datos a este servicio que nos cuenta las visitas. Si queremos más información de la visitas solo tenemos que hacer click en este resumen.

Por último en la parte inferior tenemos un pie de página con los logos de nuestros grupos de colaboradores del proyecto Emergiendo con el Sol, el grupo IDEA, el CERN y el grupo Simidat.

adduser.php y adduser_submit.php son los archivos encargados de añadir nuevos administrador, se puede acceder a esta opción desde nuestro index.php siendo administrador. adduser.php es nuestra interfaz gráfica para esta función simplemente tiene el menú superior con un formulario para introducir los datos de nuestro nuevo usuario y estos datos se envía a adduser_submit.php que va a validar los datos, si son incorrectos devolverá un mensaje de error que saldrá por pantalla. En caso afirmativo introducirá al nuevo usuario a nuestra tabla user y mandará un mensaje por pantalla que confirme la acción.

login.php si no estamos identificados y le damos a Iniciar sesión, nos mandará a esta dirección que nos presentará un formulario para introducir nuestro usuario y contraseña. Si lo introducimos correctamente nos mandará otra vez a la página principal pero en modo administrador, si no, nos saldrá un mensaje de error. También habrá un enlace a la página principal en el caso de que no queramos identificarnos. La identificación se realiza comprobando los datos introducidos con los datos que tenemos en nuestra base de datos en la tabla user. Una vez identificado se inicia una sesión de usuario de PHP que le da acceso a todas las áreas protegida con privilegios.

logout.php si estamos identificados podemos darle a Cerrar Sesión que ejecutará este script que lo único que hace es borrar la sesión de usuario creada en PHP, así no tiendo acceso a las áreas protegidas.

addCentral.php si estamos identificados podemos usar la opción de Añadir Central que nos mandará a una página con un formulario con datos para rellenar respecto a la nueva central, nombre, potencia, datos de inversor, intervalos de tiempo entre datos y el logotipo. Una vez aceptamos se comprueban que estén todos los datos correctos y que el logotipo cumple restricciones de tamaño, tipo, etc. En caso no favorable se comunicará por pantalla que tipo de error ha ocurrido. Si no, la central se añadirá a nuestra tabla central, y se modificarán los archivos centrals.json y Main.conf para guardar los nuevos cambios. Con los cambios en centrals.json conseguimos que la nueva central dinámicamente aparezca ya en la página principal, y con Main.conf que nuestro nuevo usuario sea creado por nuestro programa instalado en el servidor.

centralAdmin.php y downloadScript.php estos dos archivos se encargan de la visualización de las centrales para poder ser descargados fácilmente.

Central	Tipo	Tamaño	Fecha de modificación
AREQUIPA PRUEBA.zip	Archivo zip	19 MB	Jan 31 2016 6:45 PM
Instrucciones Instalación.txt	Text File	3 KB	Jan 2 2016 3:38 PM
LIMA PRUEBA.zip	Archivo zip	19 MB	Jan 31 2016 6:45 PM

Figura 30. Menú de gestor de instaladores de centrales

En la imagen anterior vemos un ejemplo de dos archivos rar, que son las dos centrales que hay en el ejemplo instalado en el sistema, estos rar contienen los instaladores, cada uno diferente para cada central. En el sistema de directorios estos archivos se podían ver en el directorio Installer, pero este directorio está fuera de nuestro directorio web donde Apache trabaja, por lo que no se puede ver desde el exterior (no queremos que cualquier pueda conseguir nuestros instaladores), así que el script downloadScript.php se encarga de enlazar estos archivos de la carpeta Installer a nuestro script centralAdmin.php para su descarga segura.

removeCentral.php simplemente se encarga de cambiar la opción de visibilidad de nuestro archivo centrals.json cuando seleccionamos la opción Ocultar central como administrador. Simplemente cambia la visibilidad a 0 o a 1 dependiendo de lo que tenía antes, es decir, cambia el estado.

mysqlData.php este es un archivo de configuración que contiene todos los datos para la conexión a nuestra base de datos. Este archivo es utilizado por todos los demás que necesitan conectarse a la base de datos de algún modo. Se ha hecho para que en caso de cambiar algún parámetro de la base de datos, al cambiar la configuración de este archivo, todos los demás usarán ya la configuración correcta haciendo nuestra web más modular.

mysqlphp.php, mysqlphp_1.php, mysqlphp_2.php estos script son los encargados de devolver los datos de nuestras tablas dependiendo del tipo de fecha y la central. Como se ha comentado anteriormente estos archivos son llamados por una función AJAX haciendo que nuestra gráfica sea dinámica.

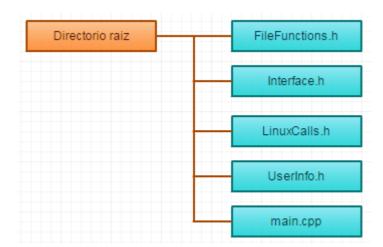
Si seleccionamos una fecha y esa fecha es de un día en concreto esta se enviará al archivo mysqlphp.php juntos con el nombre de la central. Pero este archivo no se encarga de devolver todas las entradas de un día en concreto para una central, ya que esos son 5760 entradas lo que es equivalente a 1MB de datos y eso para un servidor de nuestra características es demasiado. Nuestro script se encarga de coger una cantidad de datos dependiendo del intervalo entre datos que haya y hacer la media entre esos datos. Para un intervalo entre datos de 15

segundos hemos hecho una media cada 10 minutos, que son una media de 40 valores en ese intervalo, lo cual es muy razonable y nos devolvería 144 entradas haciendo que los datos devueltos pesen mucho menos y nuestra página tenga unos tiempo de respuesta mucho más razonables.

A parte de estos datos también devuelve los datos de nuestro panel lateral derecho, donde los cataloga en día sin datos, en estadísticas de un día completo o los últimos valores medidos si la central sigue mandando datos para ese día. Las estadísticas nos ponderadas con todos los valores que hay, no los cuales hemos hecho una media para mostrar en nuestra gráfica.

Los otros dos archivos sigue la misma metodología pero con meses y años respectivamente.

Una vez explicados todos estos archivos ya tenemos una vista global de la implementación de todo nuestro servicio web.



5.4.2 Implementación Aplicación servidor

Figura 31. Arquitectura de ficheros de la aplicación del servidor

En la figura anterior tenemos nuestra arquitectura para nuestra aplicación instalada en el servidor, que vamos a explicar por partes.

UserInfo.h simplemente contiene una clase que contiene atributos referentes a los mismos, sirve para guardar la relación entre el nombre de usuario y la central con la que está relacionada. Contiene también todo los setters y getters.

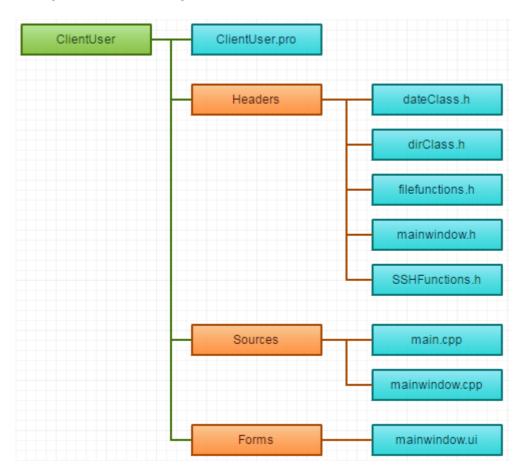
LinuxCalls.h esta librería solo contiene una función que sirve para mandar un comando de shell a Linux desde C++, esto nos servirá para ejecutar comando como crear usuarios o ejecutar el comando de crear los instaladores.

FileFunctions.h esta librería sirve sobre todo para cargar el archivo de configuración correctamente. Este archivo es el que hemos hablado anteriormente, Main.conf. La principal función aquí es vector<UserInfo> loadConfig(const string& filename) que nos devuelve un vector con todos los usuarios cargados del archivo Main.conf.

Interface.h aquí tiene todas las funciones que interactúa con Linux aparte de sacar mensajes por pantalla de lo que va realizando con objetivo de una mejor depuración, es por eso por lo que esta librería se llama así.

Aquí se encargar de todas las comprobaciones del fichero si está correcto o de crear los usuarios si no existen, crear sus claves, su archivo de configuración específico, sus instaladores con NSIS, comprimirlos y ponerlo en la carpeta Installer para que nuestro servicio web tenga acceso a ellos. Aquí hay que tener en cuenta que también se crea un archivo de configuración para el cliente cuando se genera el instalador que ya vendrá configurado para cada central en concreto.

Main.cpp simplemente se encarga de la llama ordenada a estas funciones, cargar el fichero y ver si están todos los usuarios e instaladores y después de eso entra en el modo de monitorización con ayuda de Inotify, que es un subsistema del kernel de Linux que tiene como función ver los cambios en los directorios y notificar de estos cambios. Gracias a estos simplemente elegimos los directorios que queremos monitorizar, que serán todos los directorios donde nos llegan los archivos de cada central. A parte también monitorizamos si hay algún cambio en el archivo Main.conf, en caso de que cambie cargamos la nueva configuración, se crearán las nuevas centrales pertinentes y se monitorizará con la nueva configuración.



5.4.3 Implementación Aplicación cliente

Figura 32. Arquitectura de ficheros de la aplicación cliente

En la imagen anterior tenemos una arquitectura típica para un programa hecho con Qt.

Este programa se instalará con el instalador NSIS creado para este cometido, donde se encargará de instalar este programa ya compilado y con las librerías necesarias, las keys en su lugar correspondiente y un archivo de configuración instalado en %localappdata%/EmergiendoConElSol donde estará toda la configuración para la central en concreto. Este archivo se llama Setup.conf.

Para empezar en el directorio raíz tenemos **ClientUser.pro** que es básicamente el makefile que usa Qt, es decir, esto es lo que le dice al compilador de Qt que tiene que hacer. Aquí lo único de especial que tenemos que hacer es decir que nos compile la librería de SSH libssh que hemos añadido a nuestro proyecto en el directorio libssh y añadir el icono de la Ujaen para que podamos usarlo en la aplicación.

mainwindow.ui lo podemos encontrar en la carpeta Forms y es la clase la cual se encarga del diseño de la interfaz gráfica. La clase principal cada vez que necesita mostrar algo por pantalla es enviado a esta interfaz para que sea mostrado al usuario. La única opción que tiene es Aceptar cambios, que envía a la clase principal los datos en el form que se puede rellenar con datos nuevo, el programa carga la nueva configuración y mostrará por esta interfaz la nueva configuración y el estado actual.

main.cpp es donde se carga la clase principal que es MainWindow, los programas creados con Qt son siempre cargados de esta forma.

mainwindow.cpp y mainwindow.h son el código y las cabeceras de nuestra clase principal respectivamente. Mainwindow es la que se encarga de monitorizar los datos del directorio que tengamos puesto en el apartado Directorio de la interfaz. Para llevar una cuenta de los archivos enviados o no hacemos uso del nombre de los ficheros, que traen la fecha de creación, es decir, si hemos enviado los ficheros hasta el 05/04/2015 a partir del nombre podemos ordenar los ficheros por fecha y saber exactamente de cual archivo toca después. Para conservar la consistencia de los datos, cada vez que un archivo se haya enviado y cambie la fecha, se guardará esta fecha en Setup.conf para tener constancia del cambio. Cuando estemos en la fecha actual de la central en los envíos, se enviará el mismo fichero hasta que cambie de día.

En esta clase también se hace uso de la librería SSH para el envío de archivos con los parámetros de Usuario, Host y Puerto que haya en el cliente y al intervalo que haya escrito.

SSHFunctions.h simplemente contienen las cabeceras de nuestra librería precompliada de libssh para que podamos usarla en nuestro código.

dateClass.h define una clase para el manejo de fechas para nuestra monitorización, contiene constructores para manejar la fecha de los archivos así como diferentes funciones útiles para trabajar con este tipo de fechas.

dirClass.h esta clase simplemente sirve para catalogar los ficheros, une los ficheros con su nombre, su directorio y su fecha (dateClass) para ser catalogados y enviados eficazmente.

filefunctions.h en esta clase tenemos funciones relativas a la lectura y escritura de archivos. Las acciones más importantes son la de carga del archivo de configuración, que está en %localappdata%/EmergiendoConElSol cuando se instaló el programa o modificar la configuración con una nueva a través de la interfaz.

5.5 Casos de prueba

La utilidad de hacer casos de pruebas en encontrar errores de contenido, si es práctico, útil y seguro. A continuación se hará diferentes tipos de pruebas para comprobar la consistencia del sistema.

Caso de prueba 1: Identificación administrador

- Rol: Administrador
- Entrada: Falta el nombre de usuario o contraseña
- Salidas: Mensaje de error de login incorrecto
- Rol: Administrador
- Entrada: Nombre de usuario o contraseña incorrecta
- Salida: Mensaje de error de login incorrecto

Caso de prueba 2: Añadir central

- Rol: Administrador
- Entrada: Falta nombre de la central, potencia inversor o intervalo
- Salida: Mensaje de error de falta de datos
- Rol: Administrador
- Entrada: El intervalo es menor a 0, o el logo introducido no es png, jpg o jpeg o la imagen pesa más de 100kb
- Salida: Mensaje de error con el tipo de error cometido

- Rol: Administrador
- Entrada: Añadir diferentes centrales con nombres alphanuméricos y parte con logos y otras sin ellos
- Salida: Las centrales con logo aparecen con logo en la gráfica, las que no, no. Los instaladores de la centrales se instalan correctamente para todos los casos

Estos son realmente los únicos casos donde el administrador puede introducir datos a mano por lo que hacemos estos casos de prueba. Ahora vamos a hacer pruebas más concretas para este sistema en concreto

Caso de prueba 3: estabilidad del sistema

Para este caso se crearon correctamente tres centrales diferentes en el sistema y se crearon correctamente sus 3 instaladores. Estos instaladores fueron instalados al mismo tiempo en tres ordenadores diferentes con datos de prueba que se fueron llevados al sistema.

Uno de ellos estuvo permanentemente encendido, dos de ellos solo en ciertos momentos del día. Esta prueba duró una semana.

Como resultado, todos los datos de todas las centrales estaban introducidos correctamente y actualizados, el cliente se reinició correctamente en los apagados de los ordenadores y sin problemas. Con esto podemos considerar que es sistema es estable.

Caso de prueba 4: robustez del sistema

Para esto se hizo dos tipos de pruebas, simular un apagado forzoso del servidor y del cliente Emergiendo con el Sol.

El cliente se inicia sin problemas cuando el ordenador se inicia y gracias a su fichero de configuración se guarda el progreso que lleve.

El servidor se inicia correctamente e inicia todos los servicios para el pleno funcionamiento del sistema.

Con todo esto podemos decir que el sistema apenas requiere supervisión.

Caso de prueba 5: compatibilidad aplicación cliente

Este caso de prueba intenta comprobar si hay algún fallo de compatibilidad con algún sistema de Windows tanto como en la instalación, iniciación o carga del fichero.

- Prueba 1 Sistema operativo Windows 7 64bits Estado: Avast interrumpió la instalación, al deshabilitarlo, instalación OK.
- Prueba 2 Sistema operativo Windows 8.1 64bits Estado: OK
- Prueba 3 Sistema operativo Windows 7 64bits Estado: OK
- Prueba 4 Sistema operativo Windows 10 64bits Estado: OK
- Prueba 5 Sistema operativo Windows 7 64 bits Estado: OK
- Prueba 6 Sistema operativo Windows XP 32bits Estado: OK

Aquí podemos ver que en los ordenadores probados con esos sistemas operativos el sistema ha funcionado correctamente. Hemos tenido un problema con el Antivirus Avast que bloqueaba directamente el instalador. No se apreciado ningún problema con ningún otro antivirus. Aun así en el manual de instalación se recomendará desactivar el antivirus durante la instalación ya que esto sale de nuestro alcance.

Capítulo 6

Conclusiones

6 Conclusiones

La idea que quería conseguir el proyecto Emergiendo con el Sol me pareció muy interesante desde el primer momento que escuché de ella. Un proyecto grande y ambicioso propulsado por la Universidad de Jaén el cual no dudé mucho en pertenecer también a él.

La necesidad de energías renovables hoy en día no es un misterio y la energía fotovoltaica poco a poco se va abriendo paso hacía un mundo con energías limpias, espero que con este proyecto aporte un granito de arena para conseguir esa meta.

Ahora viéndolo todo en retrospectiva me he dado cuenta de que hacer todo un sistema de monitorización es complicado, no por la idea en si la cual es realmente simple, sino por el conjunto de tecnologías tan amplio que son necesarias que son empleadas para hacer un proyecto de este tipo. Este realmente fue una de las cosas que me motivó a embarcarme en este proyecto, el amplio abanico de tecnologías con la que iba a trabajar y con la iba a tener experiencia aparte de haber adquirido amplios conocimientos de fotovoltaica, y eso, no tiene precio.

Este proyecto considero que es muy ampliable ya que se podrían hacer muchas cosas con los datos, como por ejemplo hacer estadísticas con las centrales, o incluso añadir otro tipo de centrales de energías renovables. Para cualquier idea que se añada al proyecto creo que he dejado un código lo suficientemente claro y modular para que cualquier idea nueva entre en este trabajo ya realizado perfectamente.

Bibliografía

7 Bibliografía

- Perú como economía emergente.
 http://www.eaeprogramas.es/internacionalizacion/peru-como-economia-emergente/ [Último acceso 23/11/2015]
- Energías renovables, ventajas y desventajas.
 http://erenovable.com/energias-renovables-ventajas-y-desventajas/ [Último acceso 23/11/2015]
- Energía Hidroeléctrica, Energía Renovable y Tradicional en el Perú. http://deltavolt.pe/energia-renovable/renovable-peru [Último acceso 23/11/2015]
- 4. Top 10 Linux Server Distributions of 2015

 http://www.serverwatch.com/columns/slideshows/top-10-linux-server-distributions-of-2015.html [Último acceso 26/11/2015]
- 5. Web server http://whatis.techtarget.com/definition/Web-server [Último acceso 26/11/2015]
- 6. Servicios Web http://www.ecured.cu/Servicios Web [Último acceso 26/11/2015]
- 7. MariaDB https://es.wikipedia.org/wiki/MariaDB [Último acceso 27/11/2015]
- 8. Lenguajes Web http://www.adelat.org/media/docum/nuke-publico/lenguajes-del-lado-servidor-o-cliente.html [Último acceso 27/11/2015]
- 9. Uso de PHP http://php.net/manual/es/intro-whatis.php
- 10. Librerías de gráficos de JavaScript http://www.flotcharts.org/flot/examples/
- 11. Secure Shell https://es.wikipedia.org/wiki/Secure Shell [Último acceso 15/12/2015]
- 12. Criptografía asimétrica https://es.wikipedia.org/wiki/Criptograf%C3%ADa_asim%C3%A9trica [Último acceso 15/12/2015]
- 13. Librería SSH usada para C++ libssh http://api.libssh.org/master/index.html

- 14. Las cinco etapas de ingeniería del software http://proyectosguerrilla.com/blog/2013/02/las-cinco-etapas-en-la-ingenieria-del-software/ [Último acceso 15/12/2015]
- 15. Análisis de requerimientos http://web.cua.uam.mx/publicaciones/Notas Analisis Requerimiento.pdf [Último acceso 16/12/2015]
- 16. Recurso sobre tipo de requerimientos http://es.scribd.com/doc/37187866/Requerimientos-funcionales-y-no-funcionales#scribd [Último acceso 16/12/2015]
- 17. Usabilidad https://es.wikipedia.org/wiki/Usabilidad [Último acceso 16/12/2015]
- 18. Systems analysis https://en.wikipedia.org/wiki/Systems analysis [Último acceso 18/12/2015]
- 19. Análisis de sistemas http://uprotgs.blogspot.com.es/2008/02/anlisis-de-sistemas.html [Último acceso 18/12/2015]
- 20. Definiciones caso de uso http://users.dcc.uchile.cl/~psalinas/uml/casosuso.html [Último acceso 21/12/2015]
- 21. Importancia del diseño http://indalog.ual.es/mtorres/LP/FundamentosDiseno.pdf [Último acceso 24/12/2015]
- 22. Definiciones de diagrama de clases http://es.slideshare.net/nedowwhaw/diagrama-de-clases-16208245 [Último acceso 8/01/2016]
- 23. Importancia del Modelo de Datos http://liberix.es/blog/la-importancia-del-modelo-de-datos/ [Último acceso 12/01/2016]
- 24. Modelo entidad-relación ER http://ccdoc-basesdedatos.blogspot.com.es/2013/02/modelo-entidad-relacion-er.html
 [Último acceso 12/01/2016]
- 25. Storyboards basados en escenarios futuros http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19745/2343-
 STORYBOARD BASADOS EN ESCENARIOS FUTUROS.pdf; jsessionid= 6D99DECBD9950CA7F83B907450AECC35? sequence=1 [Último acceso 14/01/2016]

- 26. Master en Energías Renovables Y mercado Energético Energía Solar Fotovoltaica Escuela de Organización Industrial http://api.eoi.es/api v1 dev.php/fedora/asset/eoi:45337/componente45335. pdf [Último acceso 20/01/2016]
- 27. Electrónica conceptos básicos Tensión, Corriente y Potencia https://es.wikibooks.org/wiki/Electr%C3%B3nica/Conceptos b%C3%A1sico s/Tensi%C3%B3n, Corriente y Potencia [Último acceso 20/01/2016]
- 28. Componentes de una instalación solar fotovoltaica http://assets.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448171691.pdf [Último acceso 20/01/2016]
- 29. Factor de calidad de la instalación fotovoltaica http://files.sma.de/dl/7680/Perfratio-UES100810.pdf [Último acceso 20/01/2016]

Anexo I

Manual de instalación del proyecto Emergiendo con el Sol

Para el seguimiento de este manual se recomienda el conocimiento mínimo de trabajo con sistemas UNIX.

Este manual se centrará en la instalación con el sistema operativo CentOS, pero se generalizará lo suficiente para que se pueda instalar en cualquier sistema parecido. Una vez dicho esto pasemos a la instalación.

Para empezar comenzamos con la instalación del sistema operativa, en nuestro caso CentOS o cualquier sistema operativo parecido. Para ello simplemente nos descargamos una copia gratuita de nuestro sistema operativo y lo grabamos en un pen-drive o en un disco y arrancamos el ordenador con esa unidad y nos aparecerá el menú de instalación. Nos pedirá datos como el idioma, tipo de teclado y diferentes opciones que podemos configurar a nuestras necesidades. Con CentOS si hemos descargado la versión de Minimal Server ya nos vendrá con Apache, SSH y MariaDB. En el caso de que faltase alguno de estas aplicaciones para otras instalaciones, simplemente tenemos que instalarlos para el SO en concreto. Los primero que deberíamos hacer es actualizar el sistema con un yum update.

En la instalación habremos creado un usuario root o administrador para el sistema. Lo primero que vamos a hacer es crear un nuevo usuario.

useradd admin

passwd admin

A este usuario vamos a darle permisos especiales para ello ejecutamos este comando:

nano /etc/sudoers

Y debemos añadir las siguientes propiedades:

```
# Allows members of the 'sys' group to run networking, software,
## service management apps and more.
 %sys ALL = NETWORKING, SOFTWARE, SERVICES, STORAGE, DELEGATING, PROCESSES, LOCATE, DRIVERS
## Allows people in group wheel to run all commands
%wheel ALL=(ALL)
## Same thing without a password
              ALL=(ALL)
                                NOPASSWD: ALL
%wheel
                    NOPASSWD: ALL
NOPASSWD: /usr/sbin/useradd
NOPASSWD: /bin/ls
#admin ALL=(ALL)
admin ALL=(ALL)
admin ALL=(ALL)
admin ALL=(ALL)
                       NOPASSWD: /usr/bin/chmod
admin
       ALL=(ALL)
                        NOPASSWD: /usr/bin/chgrp
       ALL=(ALL)
                        NOPASSWD: /usr/bin/chown
admin
```

Figura 33. Modificación para archivo /etc/sudoers

Este usuario lo usaremos más adelante. Lo primero de todo que vamos a hacer es instalar el servicio web. Para ello copiamos el contenido de la carpeta Servicio Web que se ha proporcionado conjunto a este manual en la carpeta externa de Apache. Para CentOS es /var/www/html. Una vez hecho esto podemos ejecutar el siguiente comando para iniciar apache.

Una vez hecho esto ya nos debería mostrar la página principal si nos conectamos desde un navegador con la ip pública del servidor. Si no es así

```
service httpd restart
```

comprueba que el puerto 80 de tu Apache esté bien configurado y abierto.

Ahora es recomendable que apache tenga acceso a ciertos ficheros y nuestro user admin que hemos creado también, así que vamos a ejecutar los siguientes comandos:

```
chmod 775 -R /var/www/http

chown -R apache:admin /var/www/http

mkdir /var/www/Installer

chmod 770 /var/www/Installer

chown apache:admin /var/www/Installer
```

Con esto ya tendríamos nuestro servidor configurado para que nuestro sistema funcione correctamente. Junto a estas instrucciones se proporcionará un archivo Instrucciones Instalación.txt que deberá introducirse en la carpeta Installer.

Ahora vamos a configurar la base de datos, para ello nos aseguramos de que no esté funcionando y ejecutamos los siguientes comandos:

```
service mariadb stop

mysqld_safe --skip-grant-tables &

mysql -u root

use mysql;

update user set password=PASSWORD("NEWPASSWORD") where

User='root';

flush privileges;

exit;

service mariadb restart
```

Donde pone NEWPASSWORD lo cambiamos por la contraseña de administrador que vamos a usar.

Con este usuario vamos a acceder cuando necesitamos administrar la base de datos, pero vamos a crear otro que será el que use apache y nuestra aplicación en el cliente para acceder a la base de datos solo con la opción SELECT e INSERT.

Aquí a modo de ejemplo hemos llamado al nuevo usuario gestor, pero pueden

```
mysql -u root -p PASSWORD

use mysql;

CREATE USER 'gestor'@'localhost' IDENTIFIED BY 'tu_contrasena';

CREATE DATABASE EmergiendConElSol;

GRANT INSERT, SELECT ON EmergiendConElSol. * TO 'gestor'@'localhost';

FLUSH PRIVILEGES;

Exit;
```

usar el que quieran. En "tu_contraseña" ponemos la contraseña que vayamos a usar.

También hemos visto que ya hemos creado la nueva base de datos que será donde se almacenará toda nuestra estructura de base de datos. Este nombre también puede ser cambiado por el que se desee.

Ahora vamos a introducir toda la estructura del sistema en nuestra base de datos. Para ello solo hacemos:

```
mysql -u root -p PASSWORD

use EmergiendoConElSol;
```

Una vez aquí en el archivo mysqlScript.sql tenemos el script que tenemos que ejecutar para instalarlo todo. Bien se puede hacer copiando y pegando en la consola o bien cargando el archivo desde la consola.

Una vez hecho esto si hacemos un SHOW tables; nos debería salir algo parecido a esto:

Figura 34. Visual de la estructura de la base de datos

También se puede hacer un SHOW triggers y un SHOW events para ver si está todo en orden. Una vez hecho esto salimos de la base de datos escribiendo "exit".

Ahora vamos a configurar el servidor web para que acceda a la base de datos, para ello escribimos con un editor de texto lo siguiente, aquí lo hacemos con nano.

nano /var/www/html/mysqlData.sql

Y nos debería salir algo como esto:

Figura 35. Configuración web de la base de datos sin rellenar

Donde rellenando los datos debería quedarnos algo como esto:

Figura 36. Configuración web de la base de datos rellena

Hecho esto el servidor web ya debería estar configurado con la base de datos. Para comprobar que todo está bien vamos a nuestro sitio web e intentamos iniciar sesión con la cuenta "admin" con contraseña "admin". Si nos valida correctamente la base de datos está bien conectada. Ya que estamos identificados como administrador vamos a crear una cuenta de administrador que sea la que usemos de verdad y no está de prueba, para ello solo hay que acceder al menú Añadir administrador en nuestra página web. Una vez nos aseguremos que nuestro nuevo administrador está correctamente creado vamos a eliminar este de prueba con el siguiente comando:

```
mysql -u root -p PASSWORD

use EmergiendConElSol;

DELETE FROM users WHERE username = 'admin';

exit;
```

Hecho todo esto vamos ahora a instalar la aplicación cliente. Para ello instalamos la carpeta Central y la carpeta Installer que se proporcionan con este proyecto en /home/admin.

Para que MariaDB se inicie correctamente con cada reinicio tenemos que dejar el archivo /etc/my.cnf como aparece a continuación:

```
mysqld]
datadir=/var/lib/mysql/mysql.sock
# Disabling symbolic-links is recommended to prevent assorted security risks
symbolic-links=0
event_scheduler=on
# Settings user and group are ignored when systemd is used.
# If you need to run mysqld under a different user or group,
# customize your systemd unit file for mariadb according to the
# instructions in http://fedoraproject.org/wiki/Systemd

[mysqld_safe]
log-error=/var/log/mariadb/mariadb.log
pid-file=/var/run/mariadb/mariadb.pid
# include all files from the config directory
# !includedir /etc/my.cnf.d
```

Figura 37. Configuración para el fichero /etc/my.cnf para la base de datos

Una vez hecho esto vamos a modificar la configuración la base de datos para este programa, para ello nos vamos a servir de nuevo del editor de texto.

nano /home/admin/Central/main.cpp

Y buscamos esta parte:

```
MYSQL *conn;
MYSQL_RES *res;
MYSQL_ROW row;
char *server = "localhost";
char *userlogin = "";
char *password = "";
char *database = "";
conn = mysql_init(NULL);
/* Connect to database */
```

Figura 38. Configuración de la aplicación del servidor sin rellenar

Como en el otro caso volvemos a rellenar con los datos de nuestra base de datos. Y quedaría algo como esto:

```
MYSQL *conn;
MYSQL_RES *res;
MYSQL_ROW row;
char *server = "localhost";
char *userlogin = "gestor";
char *password = "tu_contraseña";
char *database = "EmergiendoConElSol";
conn = mysql_init(NULL);
```

Figura 39. Configuración de la aplicación del servidor rellena

Ahora simplemente ejecutamos este comando para compilar el código con C++. En el caso de no tener un compilador de C++ solo habría que instalarlo.

```
g++ -o pro $(mysql_config --cflags) /home/admin/Central/main.cpp $(mysql_config --libs)
```

Para que el sistema funcione necesitamos NSIS y que el comando makensis funcione, para ello se puede seguir la guía de instalación desde la siguiente dirección: http://www.xdevsoftware.com/blog/post/How-to-Install-the-Nullsoft-Installer-NSIS-on-Linux-.aspx

Una vez hecho esto vamos a configurar el SSH para que nuestros clientes funcionen correctamente, para ello solo hay que ejecutar los siguientes comandos:

service sshd restart

ssh-keygen -R "direción ip pública"

cp /root/.ssh/known_host /home/admin/Installer/Base/keys

En el archivo que se queda en keys debemos cambiarlo donde pone localhost por este formato: ["ip pública del servidor"]:"puerto donde escucha el SSH". Una vez hecho esto ya está configurado el SSH.

Ahora al final del fichero /etc/rc.d/rc.local añadimos esto:

su admin -c "(cd /home/admin/Central; nohup ./pro &)"

Con esto hacemos que nuestro programa se inicie con CentOS.

Para configurar el puerto y la dirección que van a coger nuestras futuras aplicaciones clientes modificamos el archivo /var/www/html/JSON/Main.conf donde pone Host añadimos nuestra ip pública y en Port nuestro puerto por donde escucha nuestro SSH.

Ahora escribimos simplemente:

su admin;

nohup /home/admin/Central/./pro &

Si todo está correcto el sistema ya está a pleno funcionamiento. En el caso de tener que cambiar alguna configuración primero desconecte el servidor de la red, realice los cambios y vuelva a conectarlo.

Anexo II

Manual de administrador

Lo primero que tenemos que hacer es dirigirnos a la página principal del proyecto Emergiendo con el Sol en: http://150.214.174.39/ y una vez dentro iniciar sesión con una cuenta de administrador válida en la parte superior derecha de la página.

Una vez identificados como administrador nos debería aparecer una página como la siguiente:



Figura 40. Página de inicio del proyecto Emergiendo con el Sol como administrador

A continuación vamos a explicar los siguientes apartados.

- En este menú podemos encontrar todas las opciones para añadir nuevas centrales y modificarlas, que explicaremos en detalle más adelante en este manual.
- 2. Aquí tenemos las opciones de Cerrar Sesión y Añadir nuevo administrador. Para añadir nuevo administrador simplemente entramos a esa página e introducimos los nuevos datos.
- 3. Está opción de descargar datos solo aparecerá si somos administradores. Aquí podemos descargar un archivo CSV sobre datos los datos que estamos viendo actualmente en la tabla.

Fechahora_	Energia DC generada	Energia AC generada	Irradiacion diaria	Tension AC Media	Frecuencia	Temp. ambiente media	Performance ratio	Yr	Ya	Yf	Lbos	Eficbos	Lc
01/08/2015	1.5	1.4	0.7	230	60	18	68.16	0.7	0.5	0.48	0.02	95.1	0.2
02/08/2015	1.5	1.4	0.7	230	60	18.4	66.09	0.7	0.49	0.47	0.02	96.06	0.22
03/08/2015	2.6	2.5	1.1	229.8	60	18	79.45	1.1	0.87	0.84	0.03	96.32	0.19
04/08/2015	3.5	3.4	1.5	230.1	60	18.6	75.72	1.5	1.16	1.14	0.02	98.34	0.35
05/08/2015	1.4	1.4	0.8	229.7	60	18.1	57.59	0.8	0.47	0.46	0.01	97.33	0.32
06/08/2015	6.2	6.1	2.5	230	60	18.8	80.53	2.5	2.05	2.03	0.03	98.74	0.46
07/08/2015	1.2	1.2	0.7	229.7	60	18	55.75	0.7	0.41	0.39	0.02	94.87	0.29
08/08/2015	0.8	0.8	0.6	230	60	18.1	45.91	0.6	0.27	0.26	0.02	94.15	0.28
09/08/2015	3.9	3.8	1.6	230.3	60	18.5	79.65	1.6	1.29	1.26	0.03	97.65	0.29
10/08/2015	7.4	7.3	3.1	230.2	60	19.9	79.1	3.1	2.48	2.45	0.03	98.75	0.62
11/08/2015	1.2	1.1	0.7	230.6	60	18.6	53.87	0.7	0.39	0.38	0.02	95.43	0.3
12/08/2015	2.2	2.2	1	230	60	18.1	70.53	1	0.74	0.72	0.02	97.01	0.28
13/08/2015	1.7	1.6	0.8	230.2	60	18.2	69.83	0.8	0.55	0.53	0.02	95.88	0.21
14/08/2015	3	2.9	1.3	229.9	60	18.4	72.77	1.3	0.99	0.97	0.02	98.18	0.35
15/08/2015	2.1	2	0.9	229.8	60	18.1	71.27	0.9	0.7	0.67	0.02	96.67	0.25
16/08/2015	2.6	2.5	1.1	230.2	60	18.2	74.26	1.1	0.85	0.83	0.03	97.06	0.26
17/08/2015	5.7	5.6	2.5	229.9	60	19	76.19	2.5	1.9	1.88	0.02	98.72	0.56
18/08/2015	4.7	4.6	2	229.5	60	19.2	77.1	2	1.57	1.55	0.02	98.68	0.44
19/08/2015	1.4	1.3	0.7	230.1	60	18	63.41	0.7	0.47	0.45	0.02	95.59	0.24
20/08/2015	1.6	1.6	0.7	229.9	60	17.7	70.46	0.7	0.54	0.52	0.02	95.89	0.2
21/08/2015	1.5	1.4	0.7	229.8	60	17.8	66.74	0.7	0.5	0.48	0.02	95.71	0.22
22/08/2015	4.4	4.4	1.8	230.5	60	18.7	79	1.8	1.48	1.45	0.02	98.41	0.36
23/08/2015	4.3	4.2	1.8	230.3	60	18.9	79.21	1.8	1.43	1.41	0.02	98.36	0.35
24/08/2015	4.7	4.7	2.1	230.1	60	19.3	73.74	2.1	1.57	1.55	0.02	98.7	0.53
25/08/2015	0.8	0.8	0.6	230.1	60	18.3	44.3	0.6	0.28	0.26	0.01	94.73	0.31
26/08/2015	1.8	1.8	0.9	230.2	60	18.4	66.8	0.9	0.61	0.59	0.02	96.57	0.27
27/08/2015	8.7	8.5	3.7	229.8	60	20.6	76.94	3.7	2.88	2.85	0.04	98.77	0.82
28/08/2015	6.5	6.4	2.8	229.8	60	20	76.08	2.8	2.17	2.15	0.03	98.71	0.65
29/08/2015	7.5	7.4	3.2	230.2	60	20	76.8	3.2	2.49	2.47	0.03	98.88	0.72
30/08/2015	4	3.9	1.8	229.7	60	19.7	71.01	1.8	1.32	1.3	0.02	98.41	0.51
31/08/2015	3.4	3.3	1.5	229.7	60	19.3	72.46	1.5	1.12	1.1	0.02	98.1	0.4

Figura 41. Fichero descargado de agosto 2015 de la central de Lima

- 4. Este seleccionable sirve para ocultar o no una central en concreto. Esto simplemente oculta la central y no la borra del sistema lo cual es totalmente reversible. Como administradores veremos todas las centrales, estén ocultas o no.
- 5. Visor de visitas web, cada vez que un usuario entra a nuestra página principal queda registrado por esta función, que separa las visitas por países. Si hacemos click veremos datos más concretos sobre los visitantes.

Añadir central

Para añadir una nueva central nos vamos al menú superior y seleccionamos Añadir central tal como en la figura siguiente:



Figura 42. Menú gestión de centrales

A continuación nos saldrá un formulario como en la siguiente figura:

Añadir central: | Nombre central: | Potencia del GFV en STC (kWp): | Potencia del Inversor (kVA): | Segundos entre datos: | Logo: | Seleccionar archivo | Ningún a...cionado | Introducir central

Figura 43. Formulario para añadir central

Aquí podemos poner como Nombre central lo que queramos excepto el nombre de una central. La potencia del GFV y la del inversor han de ser introducidas obligatoriamente, al igual del Segundo entre datos. El logo de la central se puede introducir o no, esto es al criterio del administrador.

Una vez hecho esto e introducido una central correctamente nos saldrá un mensaje de confirmación.

A modo de ejemplo vamos a crear una central llama "Central Prueba".

Añadir central



Figura 44. Central de ejemplo añadida al sistema

Al introducirla no nos da ningún tipo de error ya que hemos introducido todos los datos correctamente. Si volvemos a la página principal y actualizamos nos saldrá ya nuestra nueva central en el sistema.



Figura 45. Aparición de nuestra central de prueba en el sistema

Una vez comprobado que la central se ha introducido correctamente en el menú seleccionamos esta vez Gestionar Centrales y nos debería salir algo parecido a esta figura.

Central	Тіро	Tamaño	Fecha de modificación
Arequipa.zip	Archivo zip	19 MB	Feb 6 2016 2:43 PM
Central Prueba.zip	Archivo zip	19 MB	Feb 6 2016 6:01 PM
Instrucciones Instalación.txt	Text File	3 KB	Jan 2 2016 3:38 PM
Lima.zip	Archivo zip	19 MB	Feb 6 2016 2:43 PM
Tacna.zip	Archivo zip	19 MB	Feb 6 2016 2:44 PM

Figura 46. Instaladores de centrales para descargar

Aquí podemos ver los instaladores de todas las centrales que tenemos, Lima, Arequipa y Tacna que estaban ya previamente y la que acabamos de crear que es Central Prueba.zip. Dentro de este archivo está el instalador e instrucciones de cómo hacer una correcta instalación de un archivo.

Así pues descargamos el archivo Central Prueba.zip simplemente haciendo click en él y una vez descargado ya lo podemos enviar a la central de destino para que se encarguen de su instalación.

Modificar datos de las centrales

Estas instrucciones que se van a comentar a continuación solo deben hacerse en caso de que NO se hayan introducido ya datos a la central en cuestión. Porque en ningún caso debe cambiar las potencias del GFV ni del inversor, al igual que el tiempo entre datos. Si es el caso de que la central ha actualizado el equipo, cree una nueva central con los nuevos datos. El logo si se puede cambiar cuando se desee.

Para modificar una central simplemente le damos a Añadir central y como Nombre Central ponemos exactamente el mismo nombre de la central que queremos cambiar. Si queremos solo cambiar el logo tenemos que poner los otros datos que pusimos la primera vez. En caso de haber metido los datos mal de la central podemos corregirlas con esta opción, simple y cuando no haya todavía datos.

Anexo III

Manual de usuario

Primero de todo es acceder a la página de inicio de nuestro servicio web, http://150.214.174.39/ y nos aparecerá algo como esto:

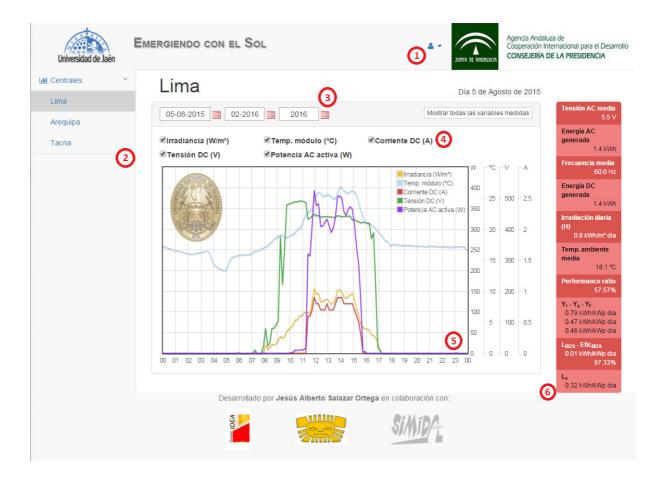


Figura 47. Página de inicio del proyecto Emergiendo con el Sol

Aquí podemos ver que tenemos varios puntos que vamos a comentar a continuación:

- 1. Aquí es donde podremos Identificarnos si somos administradores y aun no nos hemos identificado.
- 2. En este menú lateral aparecerán todas las centrales, vemos como la seleccionada está resaltada y además aparece el nombre de la seleccionada encima de la gráfica. Si seleccionamos otra nos mostrará la central seleccionada con la fecha actual que estemos visualizando, esta fecha se puede ver encima de la gráfica en el lado derecho del nombre de la central seleccionada.

3. Estas tres fechas son para cambiar el día, mes y año de izquierda a derecha, para cambiar la fecha solo habrá que seleccionar el icono del calendario a su lado y seleccionar una nueva fecha.



Figura 48. Selector de fechas para un mes en concreto

- 4. Estas son las variables que se muestran en la gráfica. Todas aparecen preseleccionadas cuando entramos a la página. Podemos seleccionar y deseleccionar a nuestro gusto y la leyenda guiará para poder leer la gráfica sin problemas. Para ver más variables, basta con darle al botón "Mostrar todas las variables medidas" y nos aparecerán las variables restantes.
- 5. Esta es nuestra gráfica que mostrará los datos que estamos viendo actualmente. Esta gráfica es interactiva por lo que se puede obtener interacción pasando el ratón por encima. Esta interactividad cambia dependiendo de si estamos viendo un día, mes o un año.

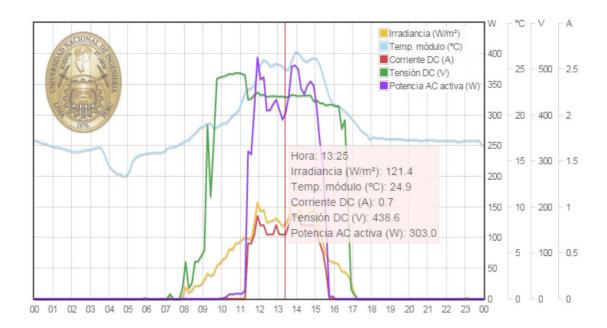


Figura 49. Ejemplo de gráfica interactiva para un día

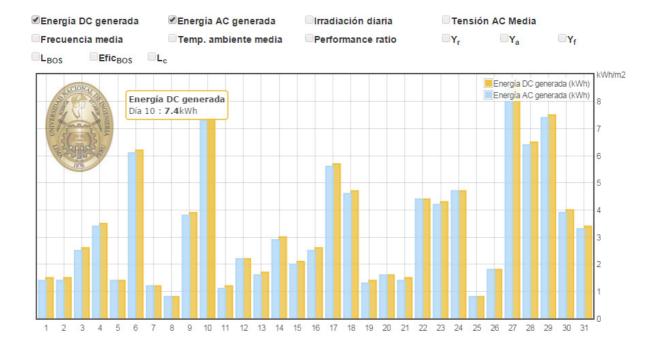


Figura 50. Ejemplo de gráfica interactiva para un mes

6. Esta sección solo aparecerá cuando estemos viendo un día en concreto y mostrará datos de ese día en concreto, que puede aparecer de tres modos. Como vemos en el ejemplo es un día que ya ha pasado y tenemos todos los datos así que podemos hacer la estadística de ese día. En el caso de que no haya datos en esta sección se indicará y en el caso de que el día seleccionado sea el último de esa central se mostrará los últimos datos monitorizados de esa central de la siguiente manera:

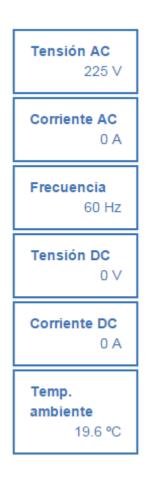


Figura 51. Ejemplo de datos adicionales de una central anocheciendo

Anexo IV

Manual de instalación de centrales Emergiendo con el Sol

En el caso de que su central se haya introducido en el proyecto Emergiendo con el Sol y ya tenga instalador el sistema de monitorización adecuado se le proporcionará un archivo Zip con el instalador para mandar los datos. El cual será un simple Zip con dos archivos dentro como en la siguiente imagen:

Nombre	Tamaño	Comprimido	Tipo
 			Carpeta de archivos
Central Prueba.exe	20.104.137	19.957.271	Aplicación
Instrucciones Instalación.txt	3.095	1.390	Documento de texto

Figura 52. Archivos enviados a las centrales

Las Instrucciones Instalación.txt son una versión simplificada pero igual de efectiva que estas instrucciones.

El archivo "Central Prueba.exe" es el instalador de la aplicación. Lo descomprimimos y antes de nada se aconseja desactivar el antivirus durante la instalación porque podría causar problemas. Iniciamos el instalador y nos saldrá una ventana como esta:

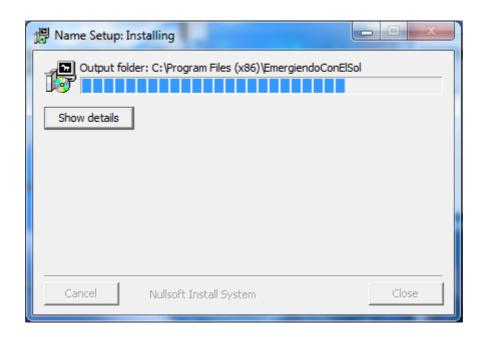


Figura 53. Cliente de las centrales instalándose

Una vez completado podemos darle a Close y automáticamente nos abrirá la aplicación Emergiendo con el Sol.

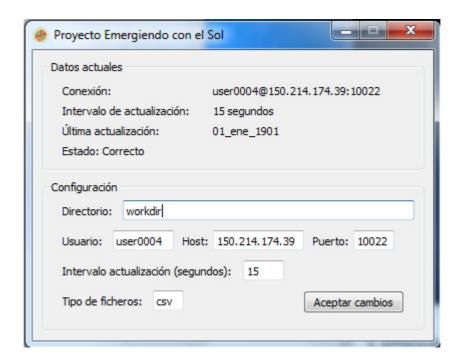


Figura 54. Aplicación Emergiendo con el Sol en funcionamiento

Lo primero que podemos ver aquí en Estado es que es Correcto. Esto quiere decir que el cliente se conecta con el servidor perfectamente, pero aún no está mandando datos.

Todos los campos ya están configurados para el correcto funcionamiento del programa, solo hay que cambiar el directorio donde se están monitorizando los datos de la central. Este tiene que ser el directorio raíz, es decir, si por ejemplo tenemos el archivo del día 14 de abril de 2015 en "C:\Users\Admin\Monitorización\Medidas Lima-UNI\2015\abril" el directorio raíz de nuestro sistema de monitorización sería ""C:\Users\Admin\Monitorización\Medidas Lima-UNI" sin comillas. Ajuste este campo a su instalación y acepte lo cambios.

Si la ruta es correcta, Última actualización irá cambiando periódicamente informando del archivo que está mandando.

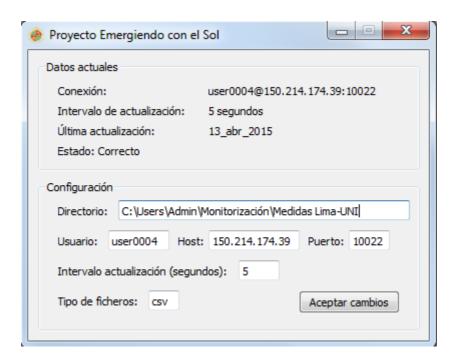


Figura 55. Cliente Emergiendo con el Sol en funcionamiento

Si llegamos a este paso sin problemas el cliente ya está configurado y no necesita más atención. Este cliente se iniciará con Windows por lo que no hará falta que se inicie, lo hará automáticamente. Si se recomienda que se mire el estado de vez en cuando por si ha habido algún problema.

Si minimizamos nos saldrá en la barra de iconos en la parte inferior derecha de la pantalla.



Figura 56. Cliente Emergiendo con el Sol minimizado

Para volverlos a maximizar solo tenemos que darle doble click o Botón derecho->Mostrar en el icono.

Anexo V

Norma española de monitorización de sistemas fotovoltaicos

norma española

Abril 2000

TÍTULO Monitorización de sistemas fotovoltaicos Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis Photovoltaic system performance monitoring. Guidelines for measurement, data exchange and analysis. Surveillance des qualités de fonctionnement des systèmes photovoltaïques. Recommandations pour la mesure, le transfert et l'analyse des données. CORRESPONDENCIA Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 61724 de agosto 1998, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 61724:1998. **OBSERVACIONES** ANTECEDENTES Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 206 Producción de Energía Eléctrica cuya Secretaría desempeña UNESA.

Editada e impresa por AENOR Depósito legal: M 14604:2000

© AENOR 2000 Reproducción prohibida LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

Asociación Española de Normalización y Certificación

C Génova, 6 28004 MADRID-España Teléfono 91 432 60 00 Fax 91 310 40 32 21 Páginas

Grupo 15



EN 61724

Agosto 1998

ICS 27.180

Versión en español

Monitorización de sistemas fotovoltaicos Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis

(CEI 61724:1998)

Photovoltaic system performance monitoring. Guidelines for measurement, data exchange and analysis. (IEC 61724:1998). Surveillance des qualités de fonctionnement des systèmes photovoltaïques. Recommandations pour la mesure, le transfert et l'analyse des données. (CEI 61724:1998).

Überwachung des Betriebsverhaltens photovoltaischer Systeme. Leitfaden für Messen, Datenaustausch und Analyse. (IEC 61724:1998).

Esta norma europea ha sido aprobada por CENELEC el 1998-08-01. Los miembros de CENELEC están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CENELEC, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CENELEC en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CENELEC son los comités electrotécnicos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CENELEC

COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN ELECTROTÉCNICA

European Committee for Electrotechnical Standardization Comité Européen de Normalisation Electrotechnique Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 35 B-1050 Bruxelles

© 1998 Derechos de reproducción reservados a los Miembros de CENELEC.

ANTECEDENTES

El texto del documento 82/189/FDIS, futura edición 1 de la CEI 61724, preparado por el TC 82, Sistemas de conversión fotovoltaica de la energía solar, de CEI, fue sometido al voto paralelo CEI-CENELEC y fue aprobado por CENELEC como EN 61724 el 1998-08-01.

Se fijaron las siguientes fechas:

Fecha límite en la que la EN debe ser adoptada
a nivel nacional por publicación de una norma
nacional idéntica o por ratificación (dop) 1999-05-01
 Fecha límite de retirada de las normas nacionales
divergentes (dow) 2001-05-01

Los anexos denominados "normativos" forman parte del cuerpo de la norma.

Los anexos denominados "informativos" se dan sólo para información.

En esta norma el anexo ZA es normativo y el anexo A es informativo.

El anexo ZA ha sido añadido por CENELEC.

DECLARACIÓN

El texto de la Norma Internacional CEI 61724:1998 fue aprobado por CENELEC como una norma europea sin ninguna modificación.

ÍNDICE

		Página
INTRODUCCIÓN		6
CAPÍT	TULO	
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	. 7
2	NORMAS PARA CONSULTA	. 7
3	PARÁMETROS MEDIDOS	. 7
4	MÉTODO DE MONITORIZACIÓN	9
4.1	Medida de la irradiancia	. 9
4.2	Medida de la temperatura ambiente	
4.3	Medida de la velocidad del viento	
4.4	Medida de la temperatura del módulo	. 10
4.5	Medida de la tensión y la intensidad	. 10
4.6	Medida de la potencia eléctrica	. 10
4.7	Sistema de adquisición de datos	. 10
4.8	Intervalo de muestreo	10
4.9	Operación de proceso de datos	. 11
4.10	Intervalo de registro τ _r (expresado en horas)	
4.11	Período de monitorización	. 11
5	DOCUMENTACIÓN	. 11
6	FORMATO DE DATOS	. 11
6.1	Encabezamiento separado con registros de datos múltiples	. 11
6.2	Formato de un simple registro	. 12
7	COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LOS DATOS	. 13
8	PARÁMETROS CALCULADOS	. 13
8.1	Irradiación global	
8.2	Cantidades de energía eléctrica	. 15
8.3	Comportamiento de los componentes del BOS	. 16
8.4	Índices de comportamiento del sistema	. 16
ANEX	O A (Informativo) – MÉTODO ACONSEJADO PARA VERIFICAR EL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	. 19
Figura	1 - Parámetros a medir en tiempo real	9
Tabla	1 - Parámetros a medir en tiempo real	. 8
Tabla	2 – Parámetros calculados	14

INTRODUCCIÓN

Esta norma describe las recomendaciones generales para la monitorización y el análisis del comportamiento eléctrico de los sistemas fotovoltaicos (FV). No incluye las características de los componentes individuales, sino que se centra en la evaluación del comportamiento de un campo FV como parte del sistema FV.

La intención del análisis de datos es dar un resumen de comportamiento adecuado para comparar las instalaciones FV de diferentes tamaños, operando en distintos climas, y que suministren energía para distintas aplicaciones, de tal manera que los méritos relativos de los distintos diseños y procedimientos de operación se hagan evidentes. Métodos más simples podrían ser más rentables para sistemas pequeños y sistemas autónomos domésticos.

También se incluyen guías que describen un formato de fichero para utilizar en el intercambio de datos de monitorización entre distintas organizaciones.

Para la monitorización es necesario el uso de sistemas de adquisición de datos basados en microprocesadores.

Monitorización de sistemas fotovoltaicos Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma internacional recomienda procedimientos para la monitorización de las características de los sistemas FV relacionadas con la energía, tales como irradiancia en el plano del campo fotovoltaico, potencia de salida del mismo, entrada y salida del sistema de almacenamiento de energía y entrada y salida del sistema de acondicionamiento de potencia; y para el intercambio y análisis de los datos monitorizados. El propósito de estos procedimientos es valorar el comportamiento global de los sistemas FV configurados bien como autónomos o conectados a la red eléctrica, o bien como híbridos con fuentes no FV de potencia, tales como grupos electrógenos y aerogeneradores.

Esta norma puede no ser aplicable a sistemas autónomos pequeños debido al alto coste relativo de los equipos de medida.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

CEI 60904-2:1989 – Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia. Modificación 1 (1998)

CEI 60904-6:1994 – Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia. Modificación 1 (1998)

CEI 61194:1992 – Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.

CEI 61829:1995 – Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.

3 PARÁMETROS MEDIDOS

Los parámetros que han de medirse se dan en la tabla 1 y en la figura 1. Pueden calcularse otros parámetros a partir de los datos medidos en tiempo real por el programa del sistema de adquisición de datos. Nótese que todos los bloques de la figura 1 pueden representar componentes múltiples. Los parámetros y características del campo FV medidos se definen en CEI 61194.

El autoconsumo debido a los sistemas auxiliares se considerará como una pérdida de potencia de la planta FV y no será considerado como una carga. Todos los sistemas de monitorización no esenciales para la operación de la planta FV serán considerados como parte de la carga. El equipo de monitorización puede constituir una parte importante del consumo total de potencia y el usuario final deberá ser informado de que puede ser precisa potencia suplementaria para satisfacer las necesidades totales de la carga.

Tabla 1 Parámetros a medir en tiempo real

Parámetro	Símbolo	Unidad
Meteorología		
Irradiancia total en el plano del campo fotovoltaico ¹⁾	$G_{ m I}$	$W \cdot m^{-2}$
Temperatura ambiente a la sombra	$T_{ m am}$	°C
Velocidad del viento ²⁾	$S_{ m w}$	$\mathbf{m}\cdot\mathbf{s}^{\text{-1}}$
Campo fotovoltaico		
Tensión de salida	$V_{\scriptscriptstyle m A}$	V
Intensidad de salida	$I_{ m A}$	A
Potencia de salida	$P_{\scriptscriptstyle m A}$	kW
Temperatura del módulo	$T_{ m m}$	°C
Ángulo de inclinación del seguidor ⁵⁾	ϕ_{Γ}	grados
Ángulo acimutal del seguidor ⁵⁾	$\phi_{ m A}$	grados
Almacenamiento de energía ³⁾		
Tensión de operación	$V_{ m S}$	V
Intensidad hacia el almacenamiento ⁴⁾	$I_{ m TS}$	A
Intensidad desde el almacenamiento ⁴⁾	$I_{ m FS}$	A
Potencia hacia el almacenamiento ⁴⁾	$P_{\scriptscriptstyle ext{TS}}$	kW
Potencia desde el almacenamiento ⁴⁾	$P_{\scriptscriptstyle ext{FS}}$	kW
Carga ³⁾		
Tensión de la carga	$V_{\mathbf{L}}$	V
Intensidad de la carga	$I_{\mathbf{L}}$	A
Potencia de la carga ⁶⁾	$P_{\mathbf{L}}$	kW
Red eléctrica ³⁾		
Tensión de la red	$V_{ m u}$	V
Intensidad hacia la red ⁴⁾	$I_{ m TU}$	A
Intensidad desde la red ⁴⁾	$I_{ m FU}$	A
Potencia hacia la red ^{4), 6)}	$P_{ m TU}$	kW
Potencia desde la red ^{4), 6)}	$P_{ m FU}$	kW
Fuentes de reserva ³⁾		
Tensión de salida	$V_{ m BU}$	V
Intensidad de salida	$I_{ m BU}$	A
Potencia de salida	$P_{ m BU}$	kW

¹⁾ Irradiancia total, conocida también como irradiancia en el plano del campo FV, definida como potencia radiante (directa más difusa) incidente sobre la unidad de área de una superficie inclinada.

Los parámetros tales como la velocidad del viento son opcionales, pero pueden exigirse por contrato o si el campo FV está sometido a condiciones de operación extremas.

³⁾ Las cantidades c.a. y c.c. pueden distinguirse añadiendo subíndices. En el caso de sistemas polifásicos, los parámetros $V_{\rm L}$, $I_{\rm L}$ y $P_{\rm L}$ se especificarán para cada fase.

⁴⁾ Normalmente puede utilizarse un único sensor de intensidad o de potencia para la medida de intensidad o potencia en ambas direcciones de entrada y salida. Un signo positivo en la señal de salida de los sensores indica entrada hacia el dispositivo de almacenamiento de energía o hacia la red eléctrica y un signo negativo indica la salida desde el dispositivo de almacenamiento o desde la red eléctrica. La entrada y salida usando un solo sensor debe acumularse separadamente en el programa.

⁵⁾ La monitorización de los ángulos del seguidor es opcional para sistemas con seguimiento solar. Para seguidores de un solo eje φ_T se usa para describir la posición del campo sobre su eje de seguimiento. Por ejemplo, para un seguidor de un solo eje horizontal, este parámetro daría el ángulo desde la horizontal, hacia el este es negativo y hacia el oeste positivo.

⁶⁾ Puede realizarse una medida directa de la potencia de salida por la parte del inversor correspondiente al acondicionador de potencia sí ello aumenta la precisión de medida.

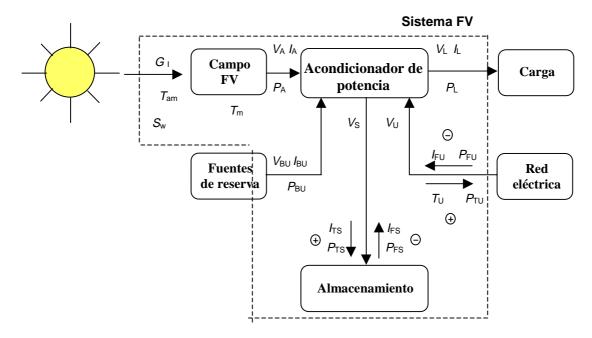


Fig. 1 – Parámetros a medir en tiempo real

4 MÉTODO DE MONITORIZACIÓN

4.1 Medida de la irradiancia

Los datos de irradiancia se miden en el plano del campo FV y se usan en el análisis de comportamiento del sistema FV. La irradiancia en el plano horizontal también puede registrarse para realizar comparaciones con datos meteorológicos estándar de otros lugares.

La irradiancia en el plano se medirá en el mismo plano que el campo FV usando dispositivos de referencia calibrados o piranómetros. Si se usan, los módulos o células de referencia deberán ser calibrados y mantenidos conforme a CEI 60904-2 o CEI 60904-6. La localización de estos sensores será representativa de las condiciones de irradiancia del campo FV. La precisión de los sensores de irradiancia, incluyendo el acondicionamiento de señal, será mejor que el 5% de la lectura.

4.2 Medida de la temperatura ambiente

La temperatura ambiente se medirá en un lugar que sea representativo de las condiciones del campo FV, por medio de sensores de temperatura colocados a la sombra. La precisión de los sensores de temperatura ambiente, incluyendo el acondicionamiento de señal, será superior a 1 K.

4.3 Medida de la velocidad del viento

Donde sea aplicable, se medirá la velocidad del viento a una altura y en un lugar que sean representativos de las condiciones del campo FV. La precisión de los sensores de velocidad del viento será mejor que $0.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ para velocidades inferiores o iguales a $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ y mejor que el 10% para lecturas de velocidad del viento superiores a $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

4.4 Medida de la temperatura del módulo

La temperatura del módulo FV se medirá en aquéllos que sean representativos de las condiciones del campo de módulos FV por medio de sensores de temperatura colocados en la parte posterior de uno o más módulos. La selección de estos módulos se especifica en el método A de CEI 61829. Se tomará la precaución de que la temperatura de la célula no se vea alterada por el propio sensor. La precisión de estos sensores, incluyendo el acondicionamiento de señal, será mejor que 1 K.

4.5 Medida de la tensión y la intensidad

Los parámetros tensión e intensidad pueden ser de c.a. o de c.c. La precisión de los sensores de intensidad y tensión, incluyendo el acondicionamiento de señal, será superior al 1% de la lectura. Puede no ser necesario medir la tensión e intensidad de corriente alterna en todas las situaciones.

4.6 Medida de la potencia eléctrica

Los parámetros de potencia eléctrica pueden ser de corriente continua (c.c.), de corriente alterna (c.a.), o de ambas. La potencia de c.c. puede calcularse en tiempo real como producto de tensión por intensidad o medirse directamente con un sensor de potencia. Si se calcula la potencia de c.c., se usará una medida de tensión por una de intensidad; no podrá utilizarse el producto de valores medios de tensión por valores medios de intensidad¹⁾. La tensión de c.c. y la potencia de entrada al inversor en sistemas aislados pueden tener un importante componente de c.a. superpuesta. Puede necesitarse utilizar un watimetro de c.c. para medir potencia de c.c. con precisión. La potencia de c.a. se medirá usando un sensor de potencia que tenga en cuenta el factor de potencia y la distorsión armónica. La precisión de los sensores de potencia, incluyendo el acondicionamiento de señal, será superior al 2% de la lectura.

Un sensor integrador de potencia con alta velocidad de respuesta (por ejemplo un medidor de kWh) puede usarse para reducir los errores de muestreo.

4.7 Sistema de adquisición de datos

Para monitorizar se necesita un sistema automático de adquisición de datos. La precisión total del sistema de monitorización será establecida por un método de calibración tal como se indica en el anexo A. El sistema de monitorización deberá basarse en programación e instrumentación disponibles comercialmente ("software" y "hardware") que estén documentadas adecuadamente con manuales de usuario. Deberá tener soporte técnico.

4.8 Intervalo de muestreo

El intervalo de muestreo para parámetros que varían directamente con la irradiancia será de 1 min o inferior. Para parámetros con mayor constante de tiempo puede especificarse un intervalo arbitrario entre 1 min y 10 min. Se darán consideraciones especiales para aumentar la frecuencia de muestreo para cualquier parámetro que pueda cambiar rápidamente en función de la carga del sistema. Se medirán continuamente todos los parámetros durante el periodo de monitorización especificado.

NOTA – Las velocidades de cambio para muchos de los parámetros pueden ser relativamente altas. Por ejemplo, la irradiancia puede cambiar a una velocidad superior a 200 W · m²² · s¹¹ bajo condiciones de cielos parcialmente nubosos. Aunque la intención de esta norma internacional no es captar detalles al nivel de transitorio eléctrico, una velocidad de muestreo suficiente es necesaria para caracterizar el comportamiento medio sobre el intervalo de integración. Generalmente los parámetros de la tabla 1 se muestrearán cada minuto. Las temperaturas ambiente y del módulo pueden muestrearse a menor velocidad, pero es preferible y más conveniente muestrear todos los parámetros a una misma velocidad. Todos los parámetros deberían medirse continuamente durante el periodo de monitorización especificado.

¹⁾ El error entre la potencia de c.c. calculada como el producto promediado de la tensión medida y la intensidad medida y la potencia de c.c. calculada como el producto de la tensión promediada y la intensidad promediada depende de la velocidad de muestreo y de la variación de la intensidad. Los errores pueden ser significativos para grandes variaciones de intensidad.

4.9 Operación de proceso de datos

Los datos muestreados de cada parámetro medido deberán procesarse en medias ponderadas en el tiempo. Los valores máximo y mínimo y los transitorios de especial interés deberán determinarse cuando se requieran. Para sensores integradores de potencia, los datos muestreados serán sumados y divididos por el intervalo de registro τ_r .

4.10 Intervalo de registro, τ_r (expresado en horas)

Los valores de los datos procesados para cada parámetro serán registrados cada hora. Cuando se requiera se realizarán registros con mayor frecuencia, en tanto que una hora sea un múltiplo entero del intervalo de registro τ_r .

A cada intervalo de registro, se registrará la hora y la fecha al final del periodo en que se realizaron las medidas. La hora estará siempre referida a la hora local estandar, no a la hora oficial. Se puede usar la hora universal (Greenwich) para evitar los cambios horarios verano-invierno.

4.11 Periodo de monitorización

El periodo de monitorización será suficiente para obtener datos operacionales representativos de la carga y de las condiciones ambientales. Por lo tanto el periodo mínimo de monitorización continua será elegido de acuerdo al uso final de los datos obtenidos.

5 DOCUMENTACIÓN

Un fichero lógico guardará todos los eventos anormales, cambios en los componentes, errores, fallos, faltas o accidentes. Se anotarán todos los comentarios que pudieran ser útiles para la interpretación y evaluación de los datos, tales como tiempo atmosférico, recalibración de sensores, modificaciones del sistema de adquisición de datos, carga u operación del sistema, o problemas con los sensores del sistema de adquisición de datos. Se documentarán explícitamente todas las actuaciones de mantenimiento (tales como cambio de módulos, cambio del ángulo de inclinación del campo FV o limpieza del polvo de la superficie del campo FV).

6 FORMATO DE DATOS

No es obligatorio que los datos sean almacenados o intercambiados en uno de los dos formatos ilustrativos siguientes. De todas formas, el primer método basado en separar el registro del encabezamiento y el registro de datos se usa en varios países y puede facilitar el intercambio de datos entre organizaciones. Para el intercambio de datos reales deberán especificarse también los términos de protocolo de línea, protocolo de comunicación y comprobación de suma.

6.1 Encabezamiento separado con registros de datos múltiples

Este formato incluye una cabecera con el lugar, fecha, hora y comentarios seguido de uno o más registros de datos. Un registro es equivalente a una línea impresa.

a) Cada registro consistirá en uno o más campos con cada campo separado por un carácter separador de campo (FS)¹⁾ que preferiblemente puede ser una coma (ASCII 44) u opcionalmente un tabulador (ASCII 9). Los registros deberían estar separados por una marca de "final de línea" (EOL)²⁾ consistente en un carácter "retorno de carro" (ASCII 13), un carácter "alimentación de línea" (ASCII 10), o un "retorno de carro" seguido por una "alimentación de línea".

¹⁾ FS del inglés "field separated".

²⁾ EOL del inglés "end-of-line".

b) El registro de encabezamiento será de la siguiente forma:

"Central" FS Fecha FS Hora FS Comentarios

donde

"Central" es el nombre del sitio entre comillas (ASCII 34) donde solo son obligatorias las ocho primeras letras;

La fecha es el día de las medidas en el formato año-mes-día (aa-mm-dd) (deberán incluirse los ceros);

La hora es el momento del registro en el formato hh:mm. La medianoche debe tomarse como 24 h del día anterior, y no las 0 h del día siguiente;

NOTA – Pueden necesitarse formatos diferentes de la fecha y la hora debido al programa ("software") único del sistema de adquisición de datos.

Los comentarios pueden usarse para describir características adicionales del sistema, o para registrar hechos poco usuales, condiciones de los conmutadores u otros mensajes a criterio del operador de la planta FV, usando caracteres ASCII o ASCII Extendido (o equivalente) correspondientes a caracteres usados en reglamentos locales.

c) Un registro de datos consistirá en su número de registro como primer campo, seguido de uno o más campos de datos numéricos. Los campos de datos se definen para el registro específico como sigue, usando los símbolos listados en la tabla 1.

```
REGISTRO DE DATOS 1: 1 FS G_{\rm I} FS T_{\rm A} FS T_{\rm m} FS V_{\rm A} FS I_{\rm A} FS P_{\rm A}
```

REGISTRO DE DATOS 2: 2 FS V_S FS I_{TS} FS I_{FS} FS P_{TS} FS P_{FS}

REGISTRO DE DATOS 3: 3 FS $V_{\rm L}$ FS $I_{\rm L}$ FS $P_{\rm L}$ FS $V_{\rm BU}$ FS $I_{\rm BU}$ FS $P_{\rm BU}$

REGISTRO DE DATOS 4: 4 FS $V_{\rm U}$ FS $I_{\rm TU}$ FS $I_{\rm FU}$ FS $P_{\rm TU}$ FS $P_{\rm FU}$

Opcionalmente puede incluirse dentro del intervalo de registro cualquier número de registros de datos adicionales. El contenido de estos registros de datos puede definirse por la organización que monitoriza, exceptuando el primer campo el cuál deber indicar el número de registro.

d) Todos los datos numéricos se escribirán en código ASCII con un simple "byte". Los datos pueden registrarse en un formato de campo libre o en un formato de campo fijo, como enteros con signo o fracciones decimales usando el punto (ASCII 46) como separador decimal. Si algún campo numérico de datos no es aplicable a la instalación FV o si no están disponibles los valores de los datos para un registro, deberá dejarse un campo vacío para indicar la ausencia de los caracteres. Así el carácter FS al final de un campo sin datos seguiría inmediatamente al carácter FS del campo de datos precedente. Sin embargo todos los caracteres FS que precedan directamente la marca EOL deberían suprimirse. Por ejemplo en el registro 2 si solo están disponible I_{TS} y P_{TS} entonces se escribirá:

2 FS FS I_{TS} FS FS P_{TS} EOL

6.2 Formato de un simple registro

Puede usarse otro formato que es el formato de un simple registro, en el cual todos los datos para un intervalo de registro dado están listados en una única línea. Este formato de un simple registro ayuda a la inspección visual, particularmente si se usa conjuntamente con una anchura de campo fija ya que todos los datos están en columnas verticales, una para cada parámetro.

Dato FS Hora FS G_I FS T_A FS T_m FS V_A FS I_A FS P_A FS V_S FS I_{TS} FS I_{FS} etc.

Cada campo debería estar separado por un carácter separador de campo (FS) que preferiblemente será una coma (ASCII 44), u opcionalmente un tabulador (ASCII 9).

- 13 - EN 61724:1998

7 COMPROBACIÓN DE LA VALIDEZ DE LOS DATOS

Todos los datos deberían comprobarse en cuanto a consistencia y huecos para identificar anomalías evidentes antes de realizar cualquier análisis detallado.

Se definirá un conjunto razonable de límites para cada parámetro registrado, basado en el conocimiento de las características del parámetro, de la planta FV y de las condiciones ambientales. Los límites deberían definir los valores permitidos para el máximo y el mínimo de cada parámetro, y la máxima variación entre puntos de datos sucesivos. Los datos que estén fuera de estos límites o sean inconsistentes con otros datos no deberán incluirse en los análisis posteriores. Si es posible (por ejemplo con un sistema de adquisición de datos basado en ordenador), las comprobaciones se realizarán con los datos muestreados en tiempo real antes de ejecutar la operación de proceso de datos.

Los resultados de esta verificación de la validez de los datos deberían incluir normalmente la información siguiente:

- a) un listado de los puntos de datos fuera de los intervalos preseleccionados;
- NOTA Con sistemas automáticos que adquieran una gran cantidad de datos ("megabytes"), no es práctico listar todos los valores fuera de intervalo. De cualquier modo debería realizarse y anotarse alguna monitorización de la cantidad de valores fuera de intervalo. Los valores fuera de intervalo no deberían utilizarse en los análisis.
- b) la duración de la actividad de monitorización τ_{MA} (expresada en horas) en el periodo de informe τ , (habitualmente un mes, pero expresado en horas), para la cual los datos de monitorización han sido registrados y comprobados;
- c) el número total de horas de datos que han pasado a través del proceso de comprobación también debería ser incluido si es distinto a la duración del periodo real seleccionado para la comprobación de los datos válidos;
- d) la disponibilidad de los datos monitorizados A_{MD} (expresada como una fracción del periodo de informe), dada por:

$$A_{\rm MD} = \tau_{\rm MA}/\tau \tag{1}$$

8 PARÁMETROS CALCULADOS

Varios parámetros calculados relacionados con el comportamiento y el balance de energía del sistema pueden obtenerse a partir de los datos registrados en la monitorización usando sumas, promedios, máximos, mínimos, y relaciones en los periodos de informe τ , que son mayores que el intervalo de registro τ , (tales como horas, días, semanas, meses o años, pero expresados en horas). Los parámetros calculados se muestran en la tabla 2.

Para calcular cualquier cantidad de energía a partir de los correspondientes parámetros de potencia medida, en un periodo de informe τ , se usa la siguiente ecuación:

$$E_{i\tau} = \tau_{r} \times \Sigma_{\tau} P_{i} \tag{2}$$

donde

 $E_{\rm i}$ está expresado en kWh;

P_i está medido en kW.

El símbolo Σ_{τ} indica el sumatorio de cada parámetro de potencia en el periodo de informe τ .

Por ejemplo, para calcular $E_{TS,\tau}$ [como se referencia en la ecuación (4)] sustitúyase el índice "i" de la ecuación (2) por "TS" de forma que resulte $E_{TS,\tau} = \tau_r \times \Sigma_\tau P_{TS}$. También sustitúyase el índice τ por el intervalo de informe real.

8.1 Irradiación global

Las cantidades de irradiación media diaria $H_{\mathrm{I,d}}$ (en kWh \cdot m $^{-2}\cdot$ d $^{-1}$) se obtienen de la irradiancia registrada según:

$$H_{\rm I,d} = 24 \times \tau_{\rm r} \times (\Sigma_{\rm \tau} G_{\rm I}) / (\Sigma_{\rm \tau} \tau_{\rm MA} 1000)$$
 (3)

El símbolo Σ_{τ} indica el sumatorio en el periodo de informe τ .

Tabla 2 Parámetros calculados

Parámetro	Símbolo	Unidad
Meteorología		
Irradiación diaria global o directa en el plano del campo FV	$H_{ m I,d}$	$kWh \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$
Cantidades de energía eléctrica		
Energía neta desde el campo FV	$E_{\scriptscriptstyle{ ext{A}}, au}$	kWh
Energía neta hacia la carga	$E_{\scriptscriptstyle m L, au}$	kWh
Energía neta hacia el almacenamiento	$E_{\scriptscriptstyle ext{TSN}, au}$	kWh
Energía neta desde el almacenamiento	$E_{ ext{ iny FSN}, au}$	kWh
Energía neta desde la reserva	$E_{ ext{ iny BU}, au}$	kWh
Energía neta hacia la red eléctrica	$E_{ ext{ t TUN}, au}$	kWh
Energía neta desde la red eléctrica	$E_{ ext{ iny FUN}, au}$	kWh
Energía de entrada total del sistema	$E_{ m in, au}$	kWh
Energía de salida total del sistema	$E_{\mathrm{use}, au}$	kWh
Fracción de la energía de entrada total del sistema entregada por el campo FV	$F_{{\scriptscriptstyle \mathrm{A}}, au}$	Adimensional
Rendimiento de la carga	$\eta_{ ext{ iny LOAD}}$	Adimensional
Comportamiento de los componentes BOS		
Rendimiento del BOS	$\eta_{ ext{ iny BOS}}$	Adimensional
Índices de comportamiento del sistema		
Índice de producción del campo FV ¹⁾	$Y_{\scriptscriptstyle m A}$	$h \cdot d^{-1}$
Índice de producción final del sistema FV ¹⁾	$Y_{ m f}$	$h \cdot d^{-1}$
Índice de producción de referencia ¹⁾	$Y_{\rm r}$	$h \cdot d^{-1}$
Pérdidas de captura del campo FV ¹⁾	$L_{ m c}$	$h \cdot d^{-1}$
Pérdidas del BOS ¹⁾	$L_{\scriptscriptstyle m BOS}$	$h \cdot d^{-1}$
Indice de relación de comportamiento	$R_{ m p}$	Adimensional
Rendimiento medio del campo FV	$\eta_{ m Amean, au}$	Adimensional
Rendimiento global de la planta FV	$oldsymbol{\eta}_{ ext{tot, } au}$	Adimensional

- 15 - EN 61724:1998

8.2 Cantidades de energía eléctrica

Las cantidades de energía eléctrica pueden calcularse para el sistema completo y sus componentes incluyendo la energía entregada a o desde un dispositivo de almacenamiento o una conexión a la red eléctrica, o entregada desde un generador auxiliar. Los parámetros clave de interés son aquéllos que indican la contribución del campo FV a la operación global del sistema.

a) La energía neta entregada al dispositivo de almacenamiento en el periodo de informe τ:

$$E_{\text{TSN}, \tau} = E_{\text{TS}, \tau} - E_{\text{FS}, \tau} \tag{4}$$

donde $E_{\text{TSN}, \tau}$ tiene un valor mínimo de 0.

b) La energía neta entregada desde el dispositivo de almacenamiento en el periodo de informe de τ:

$$E_{\text{FSN}, \tau} = E_{\text{FS}, \tau} - E_{\text{TS}, \tau} \tag{5}$$

donde $E_{\text{FSN}, \tau}$ tiene un valor mínimo de 0.

NOTA – Alguno de $E_{TSN, \tau}$ o $E_{FSN, \tau}$ será siempre 0. Usando cantidades de energía <u>neta</u> mejor que energía <u>global</u>, el dispositivo de almacenamiento se considera bien como una carga neta o bien como una fuente de energía neta durante el periodo de informe.

c) La energía neta entregada a la red eléctrica en el periodo de informe τ :

$$E_{\text{TUN}, \tau} = E_{\text{TU}, \tau} - E_{\text{FU}, \tau} \tag{6}$$

donde $E_{\text{TUN}, \tau}$ tiene un valor mínimo de 0

d) La energía neta entregada desde la red eléctrica en el periodo de informe au.

$$E_{\text{FUN. }\tau} = E_{\text{FU. }\tau} - E_{\text{TU. }\tau} \tag{7}$$

donde $E_{\text{FUN}, \tau}$ tiene un valor mínimo de 0.

NOTA – Alguno de $E_{\text{TUN, }\tau}$ o $E_{\text{FUN, }\tau}$ será siempre cero. Usando cantidades de energía <u>neta</u> mejor que energía <u>global</u>, la red eléctrica se considera bien como una carga neta o bien como una fuente de energía neta durante el periodo de informe.

e) Energía de entrada total del sistema:

$$E_{\text{in, }\tau} = E_{\text{A, }\tau} + E_{\text{BU, }\tau} + E_{\text{FUN, }\tau} + E_{\text{FSN, }\tau}$$
 (8)

f) Energía de salida total del sistema completo:

$$E_{\text{use, }\tau} = E_{\text{L, }\tau} + E_{\text{TUN, }\tau} + E_{\text{TSN, }\tau} \tag{9}$$

g) Fracción de energía proveniente de todas las fuentes a la que contribuye el campo FV:

$$F_{A,\tau} = E_{A,\tau} / E_{\text{in},\tau} \tag{10}$$

h) Rendimiento con que la energía proveniente de todas las fuentes se transmite a las cargas:

$$\eta_{\text{LOAD}} = E_{\text{use, }\tau} / E_{\text{in, }\tau} \tag{11}$$

8.3 Comportamiento de los componentes del BOS¹⁾

El rendimiento del BOS solo incluye el rendimiento de conversión de energía; los temas como error de seguimiento del campo FV y error de seguimiento del punto de máxima potencia PCU están excluidos.

Para cada componente del sistema, el balance energético sobre el periodo de informe puede calcularse sumando las cantidades de energía de entrada y de salida del componente. El rendimiento energético del componente es el cociente entre la energía de salida y la de entrada.

El rendimiento global de los componentes del BOS está dado por:

$$\eta_{\text{BOS}} = (E_{\text{L}, \tau} + E_{\text{TSN}, \tau} - E_{\text{FSN}, \tau} + E_{\text{TUN}, \tau} - E_{\text{FUN}, \tau}) / (E_{\text{A}, \tau} + E_{\text{BU}, \tau})$$
(12)

Para sistemas FV híbridos y sistemas conectados a la red donde $E_{L,\tau}$ es menor que $E_{A,\tau}$ x η_{BOS} , y para todos los sistemas FV aislados, η_{LOAD} es igual a η_{BOS} . Para los sistemas conectados a la red donde $E_{L,\tau}$ es mayor que $E_{A,\tau}$ x η_{BOS} , η_{LOAD} será mayor que η_{BOS} porque la red eléctrica se comporta como una fuente de energía de menos-pérdidas para el sistema FV.

Tanto el rendimiento del dispositivo de almacenamiento de energía como el cambio en la cantidad de energía almacenada en el dispositivo en el periodo de informe afectarán a $E_{FS,\tau}$ y a $E_{TS,\tau}$.

- a) Para periodos de informes largos cuáles $E_{\text{TS}, \tau}$ y $E_{\text{FS}, \tau}$ sean mucho mayores que la capacidad de almacenamiento de energía del dispositivo (con factores mayores que 10), la energía neta bien añadida o bien saliente desde el dispositivo puede asumirse que tiene un efecto despreciable sobre el cálculo del comportamiento del sistema. Cualquier diferencia entre $E_{\text{TS}, \tau}$ y $E_{\text{FS}, \tau}$ es pues debida en primer lugar al rendimiento del dispositivo. Como resultado, $E_{\text{TS}, \tau}$ y $E_{\text{FS}, \tau}$ deberían borrarse en todas las ecuaciones para incluir el rendimiento del dispositivo con los valores de η_{LOAD} y η_{BOS} . Esta condición es típica cuando los periodos de informe son de varios meses. El máximo efecto posible sobre el acumulado $E_{\text{TS}, \tau}$ o $E_{\text{FS}, \tau}$ debido al cambio real en la energía almacenada en el dispositivo puede calcularse del cociente entre la capacidad de almacenamiento del dispositivo y $E_{\text{TS}, \tau}$ o $E_{\text{FS}, \tau}$.
- b) Para periodos de informe cortos en los que la capacidad de almacenamiento de energía del dispositivo es mucho mayor que E_{TS, τ} y E_{FS, τ} (con un factor mayor de 10), el rendimiento del dispositivo puede asumirse que tiene un efecto despreciable en el cálculo del comportamiento del sistema. Cualquier diferencia entre E_{TS, τ} y E_{FS, τ} es pues debida en primer lugar al cambio de la energía almacenada en el dispositivo. Como resultado, E_{TS, τ} y E_{FS, τ} llegan a ser términos importantes en los cálculos del comportamiento del sistema. Esta condición es típica cuando los periodos de informe son de solo unos pocos días. Los efectos típicos sobre E_{TS, τ} y E_{FS, τ} debidos al rendimiento del dispositivo puede calcularse de las medidas conocidas del rendimiento del dispositivo.

8.4 Índices de comportamiento del sistema

Los sistemas FV de distintas configuraciones y en distintas localizaciones pueden compararse fácilmente evaluando sus índices de comportamiento del sistema normalizados tales como índices de producción, pérdidas y rendimientos. Los índices de producción son cantidades de energía normalizadas a la potencia nominal del campo FV. Los rendimientos del sistema se normalizan al área del campo FV. Las pérdidas son las diferencias entre los índices de producción.

NOTA – Los índices de comportamiento de los sistemas conectados a la red, aislados e híbridos pueden diferir significativamente debido al acoplamiento de la carga y a otras características únicas de operación.

8.4.1 Índices de producción media diaria. Los índices de producción media diaria son el cociente entre las cantidades de energía y las potencias de salida nominales del campo FV instalado P_0 (kW). Los índices de producción tienen unidades de kWh · d⁻¹ · kW⁻¹ (o h · d⁻¹) e indican el tiempo durante el cual el campo FV debería operar a P_0 para suministrar una cantidad dada de energía monitorizada. Los índices de producción indican la operación real del campo FV relativa a su capacidad nominal.

¹⁾ BOS del inglés "Balance of System" (Resto del sistema).

- 17 - EN 61724:1998

a) El índice de producción del campo FV, Y_A, es la energía de salida diaria del campo FV por kW de campo FV instalado:

$$Y_{\rm A} = E_{\rm A, d} / P_0 = \tau_{\rm r} \times (\Sigma_{\rm day} P_{\rm A}) / P_0$$
 (13)

El símbolo Σ_{day} indica el sumatorio para el día completo. Este índice de producción representa el número de horas por día que el campo FV necesitaría operar a su potencia nominal de salida P_0 para contribuir al sistema con la misma energía diaria que la obtenida cuando el sistema fue monitorizado [que es igual a τ_r x($\Sigma_{\text{day}} P_A$)].

b) El índice de producción final del sistema FV, Y_f , es la porción de energía neta de salida diaria de toda la planta FV que fue suministrada por el campo FV por kW de campo FV instalado:

$$Y_{\rm f} = Y_{\rm A} \times \eta_{\rm LOAD} \tag{14}$$

Este índice de producción representa el número de horas por día que el campo FV necesitaría operar a su potencia nominal de salida P_0 para igualar su monitorizada contribución a la carga neta diaria.

c) El índice de producción de referencia, Y_r , puede calcularse dividiendo la irradiación total diaria en el plano por la irradiancia del módulo de referencia $G_{I, \text{ ref.}}(kW \cdot m^{-2})$ en el plano:

$$Y_{\rm r} = \tau_{\rm r} \times (\Sigma_{\rm day} G_{\rm I}) / G_{\rm I, ref.}$$

$$\tag{15}$$

Este índice de producción representa el número total de horas por día durante el cual la radiación solar debería estar en niveles de irradiancia de referencia para contribuir con la misma energía incidente con la que fue monitorizada. Si $G_{\rm I, ref.} = 1~{\rm kW \cdot m^{-2}}$, entonces la irradiación en el plano en unidades de kWh · m⁻² · d⁻¹ es numéricamente igual a una correspondiente energía de salida nominal del campo FV en unidades de kWh · d⁻¹ · kW⁻¹. Así que $Y_{\rm r}$ debería ser, en efecto, el número de horas de sol pico por día (h · d⁻¹).

- **8.4.2 Pérdidas normalizadas.** Las pérdidas normalizadas se calculan restando índices de producción. Las pérdidas también tienen unidades de kWh \cdot d⁻¹ kW⁻¹ (o h \cdot d⁻¹) e indican la cantidad de tiempo durante el cual el campo FV debería operar a su potencia nominal P_0 para mantener las pérdidas.
- a) Las pérdidas "de captura del campo FV", L_c, representan las pérdidas debidas a la operación del campo FV:

$$L_{\rm c} = Y_{\rm r} - Y_{\rm A} \tag{16}$$

b) Las pérdidas del BOS, $L_{\rm BOS}$, representan las pérdidas en los componentes del BOS:

$$L_{\text{BOS}} = Y_{\text{A}} \times (1 - \eta_{\text{BOS}}) \tag{17}$$

c) El índice de relación de comportamiento, R_P, indica el efecto global de las pérdidas sobre la potencia del campo FV debido a la temperatura del campo FV, a una incompleta utilización de la irradiación y a los fallos o ineficiencias de los componentes del sistema:

$$R_{\rm P} = Y_{\rm f} / Y_{\rm r} \tag{18}$$

8.4.3 Rendimiento del sistema

a) El rendimiento medio del campo FV sobre el periodo de informe τ se define por:

$$\eta_{\text{Amean}, \tau} = E_{\text{A}, \tau} / (A_{\text{a}} \times \tau_{\text{r}} \times \Sigma_{\tau} G_{\text{I}})$$
(19)

donde A_a es el área total del campo fotovoltaico.

Este rendimiento representa el rendimiento medio de conversión de energía del campo FV, que es útil para comparar con el rendimiento del campo FV, η_{AO} , a su potencia nominal, P_0 . La diferencia en los valores de rendimiento representa pérdidas por diodos, cableados y desacoplo, así como la energía desperdiciada durante la operación de la planta.

b) El rendimiento global de la planta FV sobre el periodo de informe τ se define por:

$$\eta_{\text{tot},\tau} = \eta_{\text{A mean},\tau} \times \eta_{\text{LOAD}}$$
 (20)

8.4.4 Índices de producción anual o mensual, pérdidas y rendimientos. Los índices de producción medios anual o mensual pueden calcularse usando el valor adecuado de la energía del campo FV en la ecuación (13) ($E_{A,m}$ para mensual o $E_{A,y}$ para anual), y el período sumatorio adecuado (Σ_m para mensual o Σ_y para anual). El índice de producción del campo FV debería tener unidades de $h \cdot m^{-1}$ para el índice de producción mensual y $h \cdot y^{-1}$ para el índice de producción anual.

De igual forma los índices de producción anual o mensual Y_f , los índices de producción de referencia Y_r , las pérdidas y rendimientos pueden calcularse usando índices de producción del campo FV y periodos sumatorios adecuados en las ecuaciones (14) a (20). Otros factores de comportamiento anual o mensual pueden incluirse para satisfacer las exigencias del usuario.

- 19 - EN 61724:1998

ANEXO A (Informativo)

MÉTODO ACONSEJADO PARA VERIFICAR EL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Un sistema de adquisición de datos que excluya los sensores puede verificarse aplicando las señales de entrada simuladas especificadas a continuación, o por otros medios acordados entre el fabricante y el cliente. La verificación debería hacerse cada dos años. Los sensores estarán calibrados de forma individual en la forma apropiada.

Los canales del sistema de adquisición de datos pueden verificarse individualmente o al mismo tiempo.

A.1 Tipos de señales de entrada a verificar

- irradiancia:
- temperatura ambiente;
- tensión, intensidad y potencia para cada componente de la planta FV.

A.2 Verificación de la linealidad de respuesta

Esta verificación se realizará en los canales analógicos de entrada en los que se aplica una operación de escala lineal. Se aplicará una señal de c.c. constante a los terminales de entrada. La diferencia entre el resultado medido por el sistema de adquisición de datos y los productos de los valores de las señales de entrada y el factor de escala será inferior a ± 1% del fondo de escala del sistema de adquisición de datos. Este procedimiento debería hacerse para señales de entrada de 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, y 100% del fondo de escala. Si las entradas están especificadas para señales bipolares, se aplicarán señales de entrada negativas de la misma forma.

Si se detecta un error superior al 1% del fondo de escala, se corregirá el factor de escala por programación o por soporte lógico ("software" o "hardware") y se verificará de nuevo.

A.3 Verificación de la estabilidad

Esta verificación se realizará en todos los canales de entrada analógica. Se aplicará una señal de c.c. constante del 100% del fondo de escala a los terminales de entrada durante 6 h. Las fluctuaciones de los valores medidos de esta señal estarán dentro del \pm 1% del fondo de escala. Si la fluctuación de la señal de entrada excede el \pm 0,2% se compensarán los resultados usando un voltímetro con una precisión superior al \pm 0,2%.

A.4 Verificación de la integración

Esta verificación se realizará sobre los canales de entrada en los que se realicen operaciones de promediado o integración de medidas. Se aplicará al canal una onda rectangular como señal de entrada, con una amplitud $Z_{\rm m}$, y sus valores medidos se integraran sobre un periodo de tiempo $\tau_{\rm d}$ (se recomienda al menos 6 h). Se recomienda que la amplitud $Z_{\rm m}$ para cada canal esté al máximo nivel de entrada esperado para el sensor. Los resultados obtenidos serán iguales a $Z_{\rm m}$ x $\tau_{\rm d}$ ± 1%. La amplitud y periodo será monitorizado por un instrumentos de medida con una precisión de ± 0,5%.

A.5 Verificación del valor integral cero

Esta verificación se realizará sobre los canales de entrada en los que se realizen operaciones de promediado o integración de medidas. Se cortocircuitará el canal y sus valores medidos se integrarán sobre un periodo de tiempo τ_d de al menos 6 h. El resultado será menor que el \pm 1% de Z_m x τ_d donde Z_m se define en A.4.

A.6 Verificación del intervalo de integración

En consideración.

- 21 - EN 61724:1998

ANEXO ZA (Normativo)

OTRAS NORMAS INTERNACIONALES CITADAS EN ESTA NORMA CON LAS REFERENCIAS DE LAS NORMAS EUROPEAS CORRESPONDIENTES

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras normas por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las normas referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa norma.

NOTA – Cuando una norma internacional haya sido modificada por modificaciones comunes CENELEC, indicado por (mod), se aplica la EN/HD correspondiente.

Norma Internacional	Año	Título	EN/HD	Año	Norma UNE correspondiente ¹⁾
CEI 60904-2	1989	Dispositivos fotovoltaicos	EN 60904-2	1993	UNE-EN
		Parte 2: Requisitos de células solares de referencia			60904-2:1994
A1	1998		A1	1998	UNE-EN
					60904-2/A1:1998
CEI 60904-6	1994	Parte 6: Requisitos para los módulos solares	EN 60904-6	1994	UNE-EN
		de referencia			60904-6:1997
A1	1998		A1	1998	UNE-EN 60904-6/A1:1998
CEI 61194	1992	Parámetros característicos de los sistemas	EN 61194	1995	UNE-EN
(mod)		fotovoltaicos (FV) autónomos.			61194:1997
CEI 61829	1995	Campo fotovoltaico (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V	EN 61829	1998	PNE-EN 61829 ²⁾

¹⁾ Esta columna se ha introducido en el anexo original de la norma europea únicamente con carácter informativo a nivel nacional.

²⁾ En preparación.



28004 MADRID-España

Fax 91 310 40 32

Teléfono 91 432 60 00

Dirección C Génova, 6