

ÍNDICE

I.- Antecedentes.....	2
II.- Objeto del proyecto.....	4
III.- Marco Normativo Legal.....	4
IV.- Viabilidad del proyecto.....	5
V.- Estudio de Mercado.....	5
VI.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO EN SU CONJUNTO.....	6
6.1.- Análisis funcional.....	6
6.2.- Soluciones tecnológicas.....	7
6.3.- Descripción del conjunto.....	9
6.4.- Descripción de los elementos.....	11
VII.- Proceso de fabricación seriado.....	12
VIII.- Materias Primas.....	13
IX.- Equipo industrial en la fabricación.....	13
X.- Estética del producto.....	13
XI.- Bibliografía.....	13
XII.- Resumen y conclusiones.....	15

I.- ANTECEDENTES

Hoy día somos 6.000 millones de personas en el planeta, 6.000 millones de seres que todos los días nos alimentamos, la base de la alimentación de cualquier ser vivo es el agua, como media el ser humano del mundo desarrollado consume al día unos 70 litros de agua, ha esto tenemos que agregar la que consumen el resto de seres vivos, mientras hay muchos niños que mueren de sed o de enfermedades transmitidas por consumir aguas en mal estado, por ello es necesario que todos pongamos de nuestra parte consumiendo menos y promoviendo nuevas herramientas para obtener agua potable de una forma segura y fiable.

El consumo de agua es cada vez mayor debido al aumento de la población y a los cambios de hábitos de consumo producto de una mal entendida “calidad de vida”. Si bien existen reservas naturales como ríos, lagos y nieve, y además, el hombre crea maneras para resguardar el agua como son los embalses, esto no es suficiente. Hay que aprender a cuidar su utilización y optimizar el consumo. El Ser humano está generando con sus actividades gran impacto en la cantidad y calidad de las aguas. La contaminación está provocando graves consecuencias ecológicas, como por ejemplo variación en la composición de especies, fracasos reproductivos, alteración en las cadenas alimenticias, y modificación o destrucción de hábitats. Estas problemáticas medioambientales tienen también repercusiones sociales y económicas. Pueden fomentar la aparición o potenciación de patologías o intoxicaciones así como la reducción de la disponibilidad de alimentos. Según datos del PNUMA, cada día mueren unas 25 mil personas como consecuencia de una mala gestión del agua. En gran parte del mundo este recurso está sometido a despilfarro, vertidos industriales y urbanos, contaminación de origen agrícola y otros elementos negativos que afectan notablemente la calidad, tanto de las aguas superficiales como subterráneas. Las autoridades intentan crear conciencia en la comunidad para que tengan un consumo responsable de este recurso y contribuyan al cuidado de éste. La “Carta Europea del Agua” proclama que “el agua constituye un patrimonio común cuyo valor debe ser reconocido por todos. El deber de economizarla y utilizarla cuidadosamente compete a cada uno de los miembros de la comunidad”.

Existen diferentes formas de contribuir al uso eficiente del agua, así como procedimientos para su reutilización. En España se quiere que todos los municipios con una población superior a los 2 mil habitantes depuren sus aguas residuales antes del 2006, pero de momento, el 41% de la población española vierte sus aguas sucias sin ningún control ambiental.

El 80% del agua que usamos se emplea en el sector primario, agricultura y ganadería. Una parte importante de esta agua vuelve a los cauces y acuíferos con restos de abonos y plaguicidas, es la llamada contaminación *agraria difusa* de muy difícil tratamiento. En este caso la mejor solución es contaminar menos.

Del otro 20% restante del agua que usamos, un 10% se viene utilizando en la industria y la otra mitad procede del consumo urbano. Estas aguas están fuertemente degradadas y portan gran cantidad de materia orgánica y elementos contaminantes que superan el proceso de auto depuración natural. De modo que es imprescindible su tratamiento antes de devolverlas a los cauces o verterlas al mar.

El tipo de tratamiento que se hace depende del uso que se piense hacer de esta agua posteriormente, de las características residuales y de la aptitud o capacidad que tenga el medio receptor para terminar de depurarlas. Esto significa que no todas las plantas depuradoras son iguales. El tratamiento de las aguas residuales, ya sean urbanas o industriales, supone la aplicación de unos procesos de pretratamientos, tratamientos físicos, químicos y biológicos.

Debido al incremento continuo del consumo del agua, cada vez es más necesario utilizar este recurso disponible de la forma más eficiente. La reutilización de aguas residuales es una manera importante de reducir el consumo de lo que podríamos llamar “aguas vírgenes”. Estas aguas residuales, no potables, pueden utilizarse sin riesgos para uso agrícola, riego de parques y jardines, sistemas de refrigeración u otros usos industriales.

Esta práctica es algo común en algunas partes del mundo como Israel o California en Estados Unidos, y cada vez más extendida en España, es el caso de las Islas Canarias y Baleares, la zona de Levante y Murcia.

El agua es una de las principales riquezas de nuestro planeta, un bien preciado que cada vez es más y más escaso. Los romanos construían acueductos para trasladarla; los árabes disfrutaban de las fuentes y los jardines donde ésta susurraba. Pero también el agua ha sido la causa de guerras, como la que tuvo lugar entre Israel y Jordania por el control de las fuentes del Golán, donde nace el río Jordán.

El agua siempre ha sido un elemento deseado, que cada vez resulta más escaso. Para paliar esta situación, la tecnología se ha puesto al servicio

del medio ambiente, reproduciendo el modo mediante el cual las plantas toman los alimentos del subsuelo. Esto es posible mediante el desarrollo de procesos de ósmosis que permiten separar las sales del agua de mar y convertirla en potable. De esta manera, las desalinizadoras pueden transformar el agua del mar en un agua dulce que se utiliza en procesos industriales o para el regadío y, mediante una remineralización, se puede hacer potable para el abastecimiento de ciudades.

Ante este panorama es de vital importancia usar las plantas desalinizadoras para conseguir agua potable, tal es la necesidad de agua que no se debe estropear agua ni siquiera en las pruebas de montaje de estas plantas, para ello es necesario desarrollar sistemas de prototipado y ensayo de controladores por los que pasen estos antes de ser montados en la planta.

II.- OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es a partir del esquema general de una planta desalinizadora realizar un modelo eléctrico de ella que simplifique su estudio y a partir de ahí realizar una simulación de la planta con una placa electrónica que sirva para probar nuevos controladores y nuevas técnicas de control para la planta en cuestión.

III.- MARCO NORMATIVO LEGAL

Este proyecto está afectado fundamentalmente por las normas y leyes relativas a productos electrónicos, no obstante hay que tener en cuenta que esto no es mas que un desarrollo para investigación.

Por ello y como caso más restrictivo se ha adecuado a la normativa de las instalaciones de baja tensión.

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE 10/11/95.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE 13/12/03.
- REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

- REAL DECRETO 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

IV.- VIABILIDAD DEL PROYECTO.

Todos los componentes de una desalinizadora convencional responden aproximadamente a un modelo lineal, esto implica que sea muy factible realizar un modelo eléctrico que recoja un funcionamiento análogo al de la planta.

Este modelo, como todo circuito eléctrico está regido por una serie de ecuaciones que en este caso dependerán de los valores que nos den los reguladores de cada dispositivo, así mismo los reguladores tendrán a la entrada las señales que genere el modelo y que representarán las lecturas de los sensores de la planta real.

Con estas premisas se puede realizar un código en C que concatene estas ecuaciones, lea la información proveniente de los reguladores y a su vez genere información para estos.

Una vez realizado el programa sólo quedaría cargarlo sobre la placa de prototipado en la que existe un microcontrolador que dispone de los recursos necesarios para ejecutar el código.

V.- ESTUDIO DE MERCADO.

En España a día de hoy existen unas 900 desalinizadoras de las cuales apenas cien son de agua de mar, ninguna de estas tienen un sistema para realizar las pruebas de sus controladores, de forma que para probar necesitan reiniciar la planta con el nuevo regulador y estar gastando agua hasta que el ajuste sea efectivo.

Entre las más grandes se encuentran:

Nombre/Lugar	Capacidad (m3/día)	Año	Nombre/Lugar	Capacidad (m3/día)	Año
Carboneras	125.000	2.004	Cdad Regantes Mazarrón	30.000	1.997-2.000
Cartagena	65.000	2.004	Sureste Gran Canaria	28.000	1.995-2000
Alicante	65.000	2.003	Javea	26.000	2.002
Palma de Mallorca	63.000	1.998-2.001	Sta Cruz Tenerife	22.500	2.001
Las Palmas III	63.000	1.990-2.001	Tordera	22.000	2.001
Marbella	55.000	1.997	Adeje-Arona	20.000	1.998-2000

Almería	50.000	2.004	Lanzarote III	20.000	1.992-1996
Las Palmas-Telde	35.000	2.004	Inalsa IV	20.000	1.999

La capacidad instalada en España es de 1.540.000 m³/día de las cuales

Desalación de agua de mar	49,1 %	Desalación de agua salobre	50,9 %
---------------------------	--------	----------------------------	--------

Del resto de desalinizadoras de agua de mar mayores de 600 m³/día de capacidad hay 63 desalinizadoras entre 600 y 5.000 m³/día, 17 desalinizadoras entre 5.000 y 20.000 m³/día y 16 desalinizadoras de más de 20.000 m³/día .

Ante esta capacidad de desalación es necesaria la realización de alguna estrategia de prueba y simulación de los reguladores para despreciar el menor agua posible.

Ha esto se le une que este producto será de un coste relativamente reducido, y que apenas necesita un mantenimiento, por lo tanto se prevé que va a ser un producto con mucha salida.

El diseño se ha basado en principio en una planta desalinizadora pero podría haberse realizado de cualquier otra instalación industrial, como plantas petroquímicas, nucleares, térmicas, etc.... esto conlleva que realizando unas pequeñas modificaciones podría ser aplicado a otra gran cantidad de plantas industriales.

Esto implica que esto no es más que la apertura de las puertas a un mundo inusitado hasta ahora que puede conseguir un ahorro de dinero muy considerable a las plantas industriales y por lo tanto a la sociedad en general.

VI.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO EN SU CONJUNTO

6.1.- Análisis funcional

El producto final es una placa electrónica con los conectores necesarios para conectar a ella todos los controladores necesarios para su control.

Al circuito en su conjunto se le carga el programa de simulación por un puerto JTAG. Para recibir y enviar los datos se usará una variante del protocolo HandShake.

Igualmente se ha dotado a la placa de tres leds uno de ellos estará iluminado cuando la placa esté alimentada, los otros dos se iluminarán en función de la tarea que esté realizando la placa (recibiendo, transmitiendo o calculando).

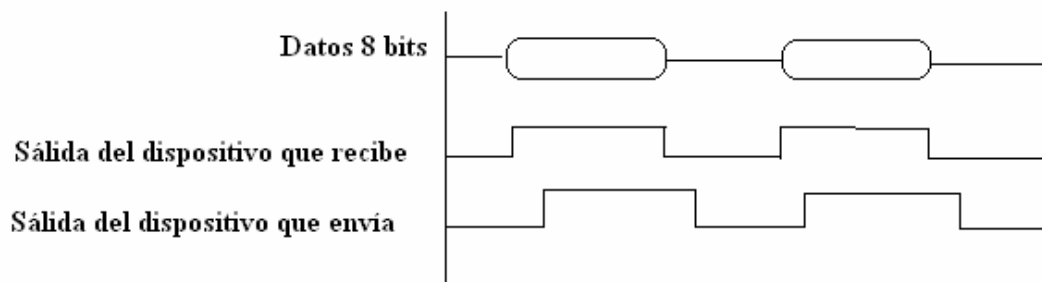
Se deberá cargar el programa a la placa por el puerto JTAG posteriormente y con la placa alimentada se le procederá a darle órdenes desde los reguladores y a recoger los datos que la planta ofrece.

6.2.- Soluciones tecnológicas.

Para la transmisión de datos usaremos el protocolo HandShake, este consiste en el paso de datos entre un master y un esclavo, un dato tras otro, sincronizados por un par de señales de control, de forma que para los datos de entrada cojamos un puerto de 8 bits, otro puerto para los datos de salida y otro puerto más en el que cojamos 4 señales, dos para sincronizar los datos salientes y otras dos para sincronizar los datos entrantes.

En nuestro caso particular ejercerá de master el que lea los datos en cada momento, es decir, por ejemplo para un dato que la planta envíe al controlador: En primer lugar la planta espera a que el controlador esté preparado para recibir el dato, este marcará cuando esta listo con una señal de aviso, posteriormente la planta escribe el dato y junto a el por otro hilo manda una señal que le indica al controlador que el dato está escrito, el controlador al leer esa señal captura el dato y desactiva la señal que había activado que indicaba que estaba listo para recibir el dato, la planta al comprobar que el controlador ha desactivado dicha señal desactiva su señal de que indicaba que el dato había sido escrito.

Para el caso de que quien envíe los datos sea el controlador el master será la planta con un funcionamiento análogo.



En aras de conseguir la mayor conectividad y factibilidad de uso para el técnico que la utilice se ha buscado que la conexión que usamos para la pasar el programa de simulado sea USB, por ello usamos en primer lugar un cable USB-RS232 y posteriormente un conversor de RS232 hasta JTAG que es el conector que tiene la placa.

JTAG (Join Test Action Group) es el nombre común dado al estándar IEEE 1149.1, diseñado para utilizarse primordialmente en pruebas de circuitos integrados y funciones de depuración en sistemas embebidos.

Una interfaz JTAG consta de 4 pines (entrada de datos, salida de datos, TCK y TMS), incorporados al circuito integrado, diseñado para que múltiples circuitos se encuentren conectados a las líneas JTAG, de manera que solo sea necesario conectar las puntas de prueba de un instrumento de medición al puerto JTAG, para tener acceso a todos los chips conectados a la línea.

JTAG resulta muy útil a medida que las dimensiones de los dispositivos electrónicos se reducen, dificultando que las puntas de prueba de los instrumentos de medición utilizados, por ejemplo ICT (in circuit test), logren hacer contacto con las terminales de los dispositivos.

Resulta evidente que al solo tener un pin de entrada es un protocolo de comunicación serial. El reloj de entrada para una interfaz JTAG, el cual opera típicamente a una frecuencia dentro del rango de 10 a 100MHz, se conecta al pin TCK y la configuración se realiza manipulando el estado de la máquina a través del pin TMS.

Típicamente, la tecnología JTAG es utilizada en circuitos digitales, ya sea para realizar pruebas sobre tarjetas impresas, o para

configurar FPGA, programar memorias, realizar emulaciones y otras aplicaciones.

A nivel de software el programa principal será un bucle que primero lea las entradas, posteriormente elija en función de las órdenes leídas el modo de funcionamiento y por último escriba las nuevas entradas.

6.3.- Descripción del conjunto

En primer lugar existirá un cable genérico de conversión de USB hasta RS232 este cable trae de fábrica sus propios drivers, tras este se coloca el transformador de RS232 a JTAG que es el formato que recibe la placa.





La placa en cuestión contará con los puertos P0, P1 y P2 de ocho bits cada uno, una entrada JTAG por la que se le meterá el código al microcontrolador, igualmente la placa constará de una entrada USB que se usará únicamente para dar la alimentación al circuito electrónico.



6.4.- Descripción de los elementos

El cable USB-RS232 es un conector estándar, en un cabo dispone de un conector USB plano y en el otro un puerto serie de 9 pines.

El conversor de RS232-JTAG es un dispositivo estándar comercial de Silicon Laboratories® dispone de una entrada RS232 de 9 pines y una salida para puerto JTAG, igualmente dispone de dos leds para indicar si está alimentado y si está andando o parado.

El corazón de la placa es el microcontrolador C8052F320 de la compañía Cygnal, este dispone de tres puertos accesibles de 8 bits cada uno, de una entrada USB, de un conversor analógico digital, de 4 timers, de varias interrupciones distintas, de dos comparadores así como de varias formas de sincronización, tanto externas como internas. Dispone de 16Kb de memoria FLASH y 2304 bytes de SRAM, además de muchas otras características que para este proyecto se obvian, para su programado se usa el lenguaje C.

Los demás elementos de la placa son conectores estándar sin nada de especial.

VII.- PROCESO DE FABRICACIÓN SERIADO

Este al ser un proyecto de investigación no es necesario tomar medidas especiales para su fabricación seriada, no obstante en su caso se utilizaría el método japonés Just in Time.

"Just in time" (JIT), literalmente quiere decir "Justo a tiempo". Es una filosofía que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción.

Se trata de entregar materias primas o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen "justo a tiempo" a medida que son necesarios.

El JIT no es un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes volúmenes de existencia o componentes comprados, sino que es una filosofía de producción que se orienta a la demanda.

La ventaja competitiva ganada deriva de la capacidad que adquiere la empresa para entregar al mercado el producto solicitado, en un tiempo breve, en la cantidad requerida. Evitando los costos que no producen valor añadido también se obtendrán precios competitivos.

Con el concepto de empresa ajustada hay que aplicar unos cuantos principios directamente relacionados con la Calidad Total.

El concepto parece sencillo. Sin embargo, su aplicación es compleja, y sus implicaciones son muchas y de gran alcance.

Los beneficios de este método son varios: Disminuyen las in versiones para mantener el inventario, aumenta la rotación del inventario, reduce las pérdidas de material, mejora la productividad global, bajan los costos financieros, ahorro en los costos de producción, menor espacio de almacenamiento, se evitan problemas de calidad, problemas de coordinación, proveedores no confiables, racionalización en los costos de producción, obtención de pocos desperdicios, conocimiento eficaz de desviaciones, toma de decisiones en el momento justo, cada operación produce solo lo necesario para satisfacer la demanda, no existen procesos aleatorios ni desordenados y los componentes que intervienen en la producción llegan en el momento de ser utilizados.

El JIT tiene 4 objetivos esenciales: Poner en evidencia los problemas fundamentales, eliminar despilfarros, buscar la simplicidad y diseñar sistemas para identificar problemas.

VIII.- MATERIAS PRIMAS

Para este proyecto las únicas materias primas necesarias son los propios componentes de la placa, que en realidad son productos semielaborados.

IX.- EQUIPO INDUSTRIAL EN LA FABRICACIÓN

Para fabricar este producto sólo se necesitará un robot estándar de montaje de placas electrónicas y un par de técnicos de laboratorios para realizar el montaje.

La programación se realizará como se ha indicado por el puerto JTAG.

X.- ESTETICA DEL PRODUCTO

El producto estará montado de forma eminentemente práctica aunque para ello haya que sacrificar una estética agradable a la vista, el motivo de esta disquisición es que el operador que posteriormente use la placa necesitará tener acceso al resto de puertos así como a los jumpers que controlan los leds integrados en la placa.

XI.- BIBLIOGRAFÍA

- *Componentes electrónicos*. Francisco Ruiz Vassallo. Ed. CEAC.
- *Electrónica integrada*. J. Millman y C. Halkias. Ed. Hispano Europea.
- *Programación estructurada en C*. J. L. Antonakos y K.C. Mansfield. Ed. Prentice Hall Iberia 1997.
- *Programación en C*. Osborne. Ed. McGraw-Hill.
- *Fundamentos de los computadores, 6ª Edición*. Miguel Anasagasti. Ed. Paraninfo, 1998.
- *Mecánica de fluidos aplicada*. R.L. Mott. Ed. Prentice Hall.
- *Mecánica de fluidos*. F. M. White, McGraw-Hill.

- *Circuitos Microelectrónicos*. A.S. Sedra y K.C. Smith. Oxford University Press, 1999, 4º Edición.
- *Teoría general del proyecto. Tomo I*. Cos, M. Ed. Síntesis. Madrid, 1996.
- *Oficina Técnica*. Francisco Aguayo González, Juan R. Lama Ruiz, Nicolás del Pozo Madroñal y Enrique Arias Martín.. Ed. Panella. Sevilla, 2000.
- *Dirección de operaciones. Tomo II, aspectos tácticos*. Domínguez, J.A. Ed. McGraw-Hill, 1996.
- *Manual de calidad y procedimientos operativos en la empresa de ingeniería*.
- *Estudio de proyectos*. Cano, J.L.. Dto. E.T.S.I.I. Madrid, 1994.
- *Técnicas de prevención de riesgos laborales*. J.M. Cortes. Ed. Tebar.
- *Ley de prevención de riesgos laborales, su desarrollo reglamentario*. J.M. Cortes. Ed. Tebar.
- *Manual de Ergonomía*. Ed. Fundación Mapfre.
- *Gestión de la higiene industrial*. P. Mateo Floria. Ed. Fundación Confemetal.
- *Autómatas programables: Programación y aplicación industrial*. Ed. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- *Desing with Microcontrollers*. J.B. Peatman. Ed. McGraw-Hill.
- *Microcontroladores 8051 y 8052*. Bernard Odant. Ed. Paraninfo.
- *Programming and Interfacing the 8051 Microcontroller*. Sencer Yeralan, Ashutosh Ahluwalia. Ed. Addison-Wesley.
- *Calibración de equipos de medida según ISO 9000*. A. Hilario, P.j. Carbonell. Ed. CEA-IFAC, 2001.
- *Ingeniería de control moderna*. Katsuiko Ogata. Ed. Prentice Hall.
- *Sistemas automáticos de control*. Benjamin C. Kuo. Ed. Ceca.
- *Sensores y acondicionadores de señal*. Ramón Pallás Areny. Ed. Marcombo Boixerau.
- *Instrumentación industrial*. Antonio Creus. Ed. Marcombo Boixerau.
- *Física General*. Alonso Finn. Ed. Pearson Educación.
- *Teoría de circuitos*. Manuel Castilla y Cia. Ed. Panella.
- *Prácticas de diseño asistido por ordenador*. Julian Llorente Geniz y Cia. Ed. Panella.
- <http://www.atc.us.es>
- <http://www.dte.us.es>
- <http://www.sevilla.org>
- <http://www.doshermanas.net>
- <http://www.juntadeandalucia.es>
- <http://www.soloarquitectura.com>
- <http://www.min.es>

XII.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

Este proyecto está dirigido fundamentalmente a la investigación para la posterior prueba de nuevas técnicas de control.

Para ello primero se hizo un modelo de una planta estándar usando para ello un modelo eléctrico, posteriormente se seleccionó el hardware a utilizar para conseguir el propósito deseado, para ello se seleccionó el Cygnal que reunía unas características asombrosamente versátiles junto con una facilidad de programación pasmosa.

El siguiente paso fue elegir los protocolos de comunicaciones y buscar la máxima conectividad a la hora de realizar la programación, para ello se seleccionó el USB.

Tras esto se comenzó la programación en función de las necesidades que existían, posteriormente a la depuración del software se realizó un periodo de prueba y testeo en el que se sometía la placa a una serie de pruebas de estabilidad, fiabilidad y funcionamiento.