



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN
INGENIERIA Y TECNOLOGIAS AVANZADAS

"SISTEMA AUTOMATICO PARA EL CULTIVO DE ARTEMIA FRANCISCANA"

REPORTE FINAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN MECATRONICA

PRESENTAN

MARQUEZ GARCIA LUIS ALBERTO
VALENCIA DIAZ RAUL

S. E. P.
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA
EN INGENIERIA Y TECNOLOGIAS AVANZADAS
BIBLIOTECA

ASESORES:
BIOL. DINORA OBREGON VELASCO
ING. VICTOR ALBERTO SALINAS REYES


Lipiita

MEXICO, D.F. ENERO DE 2005

Agradecimientos

Al Instituto Politécnico Nacional, a UPIITA, a nuestros maestros y asesores, por darnos los conocimientos, las experiencias y las bases que fundamentan nuestra formación académica y que el día de hoy se ven reflejados en la culminación exitosa de una carrera profesional. Gracias.

Luis Alberto Márquez García y Raúl Valencia Díaz

A mi familia por todo el cariño y apoyo que me han brindado incondicionalmente. Y no podía faltar mi pequeña Eli, que me a brindado todo su apoyo y amor en todo momento.

Depo

A Dios por prestarme la vida para cumplir con mis metas, a mis padres, mis hermanas, mi familia, mi abuelita adda y a Mamá Oldi, por apoyarme y creer en mí. A Ceci por estar a mi lado día a día compartiendo un amor que me impulsa a ser mejor.

"El futuro es una escalera que lleva al éxito, mi carrera es el primer peldaño... Gracias"

Raúl

“Sistema automático para el cultivo de *Artemia franciscana*”

Palabras Clave

Alevines, *Artemia franciscana*, desinfección, enjuague, eclosión, monitoreo en tiempo real, recolección, quiste, raceways, Air -Water Lift, robot cartesiano.

Abstract

The project is based on the Automation process that takes a part into cloning and the *Artemia's* growing up, in order of getting an item that keeps the main requirement, for its distribution among a potential market in our country.

Resumen

El proceso de cultivo de *Artemia franciscana* consta de cinco etapas; la primera de ellas consiste en la desinfección y el enjuague de los quistes; en la segunda los quistes son llevados al tanque de eclosión, donde se propicia un medio adecuado para que los nauplios de *Artemia franciscana* emerjan del cascarón en un lapso comprendido entre 24 y 48 horas, una vez que los nauplios se encuentran nadando en suspensión dentro del tanque, estos son trasladados a la etapa de recolección, donde son separados de los quistes que no alcanzaron a eclosionar y de las cáscaras vacías los nauplios recolectados entran a un proceso de cultivo, donde son alimentados hasta que se logra que lleguen a una maduración apropiada para que sirvan de alimento a larvas de camarón y a pequeños peces de acuario; como última etapa estos son cosechados y embolsados para su venta comercial.

Al momento de automatizar las etapas que intervienen dentro del proceso, se lleva a cabo un control de las condiciones de eclosión y cultivo de *Artemia*, así como también se elimina la presencia de organismos predadores dentro del cultivo, ocasionada por la degradación de las propiedades del agua como resultado de la falta de limpieza y la ausencia de alimento en el tiempo requerido.

Un gran problema que se presenta en este tipo de actividad acuícola en el país, es la imposibilidad de abastecimiento continuo del producto en temporadas donde las condiciones climatológicas no son las adecuadas para la supervivencia del organismo; al hablar de cultivos naturales, se hace referencia de un sistema que involucra procesos manuales y condiciones físicas expuestas al medio ambiente, sin embargo, en este prototipo automático de cultivo se eliminan los aspectos negativos que podrían perjudicar al medio, mediante la aplicación de sistemas mecatrónicos, controlando los parámetros de temperatura, iluminación, tiempo y periodicidad de dosificación de alimento que intervienen en las etapas críticas dentro del cultivo de *Artemia franciscana* y así resolver esta problemática.

Índice Temático

Agradecimientos	i
Palabras Clave	ii
Abstract	ii
Resumen	ii
Introducción	5
Justificación	7
Resultados de la investigación de mercado realizada	7
Interpretación de los resultados	8
Objetivos	9
Objetivo Principal:	9
Objetivos particulares:	9
Antecedentes	10
Caracterización biológica de la <i>Artemia franciscana</i>	10
Ciclo vital de la <i>Artemia franciscana</i>	10
Ecología y distribución natural de la <i>Artemia franciscana</i>	14
Morfología de los quistes secos	16
Observaciones externas de los quistes en desarrollo	16
Metabolismo de los quistes de <i>Artemia</i> en desarrollo	17
Definición de los criterios de eclosión	19
Porcentaje de eclosión (H%).....	20
Tasa de eclosión (HR)	20
Eficiencia de eclosión (HE)	20
Selección, preparación y distribución del alimento	21
Planteamiento del problema	23
Tolerancia a la temperatura de los quistes de <i>Artemia</i>	23
Parámetros críticos para una eclosión óptima	24
Temperatura	24
Salinidad y pH.....	24
Oxígeno	24
Densidad de quistes	25
Iluminación.....	25
Solución propuesta	26
Diseño esquemático del prototipo.....	26
Organización de procesos	27
Diagrama de Bloques del sistema	27
Desarrollo de las etapas del sistema	29
Sensores.....	29
Sensado de iluminación.....	29
Orientación de los sensores.....	31
Sensor de temperatura LM35	31
Sensor del nivel de agua	32
Ubicación del sensor en los tanques:	33
Sensor de posición	33
Actuadores.....	34
Electro válvula.....	34
Termostato	35
Lámparas	36

Bombas de Aire	36
Tabla de estados	37
Robot cartesiano.....	41
Cálculo de esfuerzos y de resistencia de los materiales	41
Secciones críticas de la estructura del robot	41
Análisis de esfuerzos	42
Cálculo de deflexión y esfuerzo de la estructura	43
Estructura metálica	43
Cálculo de esfuerzos	44
Ejes de las poleas de la banda	45
Eje de la polea motriz.....	45
Eje de la polea inducida	46
Observaciones	46
Tanques	46
Tanque de eclosión.....	47
Tanque de desinfección - hidratación	47
Dosificador automático de alimento	48
Sistema de filtrado	48
Por cuestiones de economía en tiempo, el sistema de filtrado será un sistema existente en el mercado, ya que estos no son muy costosos y se adaptan perfectamente a los requerimientos del sistema, el principio de funcionamiento se muestra en el la figura 35.....	48
Tanque de cultivo.....	49
Preparación para los tanques de eclosión.....	50
Integración del prototipo.....	51
Tanque de eclosión.....	51
Materiales	51
Observaciones	51
Tanque de desinfección	51
Materiales	51
Montaje	52
Sistema hidráulico.....	52
Materiales	52
Montaje	53
Observaciones	54
Instalación de sensores y actuadores.....	54
Sensor de temperatura	54
Sensor de intensidad luminosa	54
Sensado de la Iluminación	54
Sensor de nivel	55
Lámparas	55
Etapa de potencia para el encendido de las lámparas	55
Calefactor.....	56
Bombas de aire	56
Etapa de potencia	56
Válvulas.....	57
Moto-Válvula	57
Diseño	57
Robot cartesiano.....	58
Criterios de selección de la banda	58
Descripción del sistema motriz de la banda del robot cartesiano	58
Sistema de volteo del tamiz de transporte	59
Mecanismo transmisor de movimiento del brazo extensor	59

Interfaz CPU- sistema	60
1er bloque.-	60
2do bloque	61
3er bloque	63
Etapa de potencia en circuito impreso	63
Resultados	66
Conclusiones	68
Perspectivas	70
Referencias.....	71
Índice de tablas.....	72
Índice de Figuras e Ilustraciones	72
Índice de Fotografías	73
Glosario.....	74
Anexo 1.....	A76
Presentación de cuestionarios	A76
“Cuestionario: Cliente Directo”	A76
“Cuestionario: Cliente Indirecto”	A78
Anexo 2.....	A80
Estudio de Mercado	A80
Importancia de una investigación de mercados.....	A80
Contribución de la investigación de mercados	A80
Estructuración de las estrategias para un estudio de mercado	A81
Estrategia para la elaboración de cuestionarios	A81
Desarrollo del estudio de mercado.....	A81
Cliente directo	A81
Importancia del cliente directo:.....	A81
Descripción del cuestionario	A82
Cliente indirecto	A82
Descripción de cuestionario	A82
Importancia del cliente indirecto dentro del estudio de mercado	A83
Concepto	A85
Anexo 3.....	A87
Dibujos mecánicos	A87
Apéndices	A-1
Apéndice A.....	A-1
Caracterización de los motores	A-1
Resultados de la caracterización de los motores	A-2
Motor del brazo extensor	A-3
Concentración de tensiones en flechas.....	A-4
Caracterización de las lámparas fluorescentes.....	A-5
Configuración del LM35.....	A-6
Caracterización de los calefactores	A-6
Caracterización de bombas	A-7
Modelo seleccionado.....	A-7
Caracterización de las celdas fotoresistivas	A-8
Caracterización de MOC3031	A-8
Características de los TIP41C y TIP42C	A-9
Caracterización de la interfaz, sensores y actuadores	A-9
Interfaz	A-9

Características del puerto paralelo del CPU	A-9
Apéndice B.....	B-1
Descripción de Materiales.....	B-1

Introducción

La *Artemia* es un crustáceo, no crustáceo, alargado, que llega a medir hasta 2 cm en su mayor medida y puede sobrevivir a 12 meses secos hasta a medir 1 cm, sobreviviendo gracias a su capacidad de hibernación de agua dulce, salada y al mar.

Uno de los objetivos de este proyecto es reunir información actual sobre la utilización de *Artemia* en acuicultura y sus futuras direcciones fundamentalmente para mejorar el sistema actual.

Un aspecto mecánico, hecho referencia a la aplicación de nuevas tecnologías desarrolladas por estudiantes de Ingeniería Mecánica, en función de las necesidades específicas de un proceso de cultivo de *Artemia* en condiciones de laboratorio.

A lo largo del texto se describen los trabajos realizados con dispositivos mecánicos que han sido aplicados a la automatización del sistema de cultivo de la *Artemia* en laboratorio.

Uno de los objetivos de este proyecto es reunir información actual sobre la producción convencional de *Artemia* en el mundo. Una de las aplicaciones fundamentales en los ciclos de reproducción y cultivo, se encuentran en el campo de la ingeniería en el momento más susceptible a los cambios, por el medio ambiente, es necesario de un análisis de requerimientos de campo de acción del prototipo.

Sección 1

Antecedentes

En este capítulo se hace referencia a los trabajos realizados que han sido fundamentales para el diseño del prototipo. Entre ellos se encuentran el estudio de la *Artemia* en el mundo y los factores que influyen en su cultivo, así como el estudio de la *Artemia* en el mundo, por una parte también se describen los antecedentes de Ingeniería Mecánica en la automatización de procesos.

Sección 2

Plano de trabajo

Una vez realizado el estudio de antecedentes de la *Artemia* en el mundo, en la parte de análisis se le condiciona a los factores que influyen en el cultivo de la *Artemia* en laboratorio, se describen el sistema de cultivo de la *Artemia* en el mundo, por una parte también se describen los antecedentes de Ingeniería Mecánica en la automatización de procesos de cultivo de organismos acuáticos.

Solución propuesta

De acuerdo a los resultados obtenidos, se describen los trabajos realizados en el cultivo de la *Artemia* en el mundo, por una parte también se describen los antecedentes de Ingeniería Mecánica en la automatización de procesos de cultivo de organismos acuáticos.

¹ Tabla de la especie *Artemia*.

Introducción

La *Artemia sp*¹ es un crustáceo, de color rojizo, alargado, que llega a medir hasta 2 cm. en algunas especies, pero en la mayoría de los casos apenas llega a medir 1 cm, tienen un desarrollo muy rápido y su hábitat natural son los lagos hipersalinos y el mar.

Uno de los propósitos de este proyecto mecatrónico es el de recopilar información actual, sobre la utilización de *Artemia sp* en acuicultura, proporcionando directrices fundamentalmente prácticas, para desarrollar un sistema automático.

Un sistema mecatrónico, hace referencia a la utilización de nuevas tecnologías, desarrolladas por estudiantes de ingeniería mecatrónica, aplicadas a la satisfacción de necesidades específicas de un proceso; tal es el caso del cultivo de *Artemia franciscana*.

A lo largo de este reporte se muestran ejemplos prácticos de dispositivos mecatrónicos que han sido aplicados a la solución de la problemática existente en el cultivo de la *Artemia franciscana*.

Uno de los problemas más significativos que podemos encontrar en la producción convencional de *Artemia sp*, es la dependencia total de las condiciones ambientales en las etapas de eclosión y cultivo, ya que en ellas es donde el organismo se encuentra más susceptible a los cambios en el medio ambiente, por lo tanto, es ahí donde se encuentra el campo de acción del prototipo.

Sección 1

Antecedentes

En esta sección se hace referencia a los aspectos biológicos que fueron determinantes para el diseño del prototipo, tales como el comportamiento natural de la *Artemia franciscana* y los factores que intervienen dentro de su cultivo y eclosión; por otra parte también se desarrollan los aspectos de ingeniería que intervienen en la elaboración del prototipo.

Sección 2

Planteamiento del problema

Una vez realizada la caracterización biológica de la *Artemia franciscana*, en la cual se analizaron las condiciones ambientales más importantes en relación al cultivo de la *Artemia* en laboratorio, se describió al organismo de forma general, lo cual permitió entender su fenomenología para así tener fundamentos que permitieron automatizar el proceso de cultivo del organismo referido.

Solución propuesta

De acuerdo a los parámetros biológicos caracterizados de la *Artemia franciscana* (temperatura, nivel de líquido, luminosidad, tiempo de cada etapa y dosificación de alimento), se aplicaron conceptos

¹ Habla de la especie en general.

relacionados con la ingeniería en mecatrónica, para resolver los problemas existentes al momento de cultivar a la especie.

Se plantea un diseño preliminar para la construcción del prototipo, mediante sistemas electrónicos, mecánicos y computacionales, los cuales cumplan con las restricciones del medio de eclosión y cultivo de la *Artemia franciscana*.

Sección 3

Desarrollo

En base a las condiciones planteadas en la solución propuesta, se desarrolla la base teórica de los sistemas electrónicos, mecánicos y computacionales necesarios para resolver la problemática de control en el proceso de cultivo automático de la *Artemia franciscana*.

Sección 4

Integración del prototipo

En esta sección se detalla la construcción del prototipo que se diseñó, desarrollando sistemas electrónicos, computacionales y mecánicos de acuerdo a los conceptos mecatrónicos adquiridos dentro de la carrera .

Sección 5

Resultados

Se presenta el comportamiento del sistema una vez que se ha sometido a pruebas de eficiencia, de acuerdo a lo planteado en el diseño propuesto en la sección 3, lo cual es comparado con las expectativas de funcionamiento y eficiencia.

Se practicaron pruebas para ver que por separado cada una de las partes que conforman al dispositivo funcionaban correctamente y una vez acopladas se verificó su funcionamiento)

Sección 6

Conclusiones

Al término del trabajo terminal y de acuerdo a los objetivos planteados inicialmente, se emiten conclusiones obtenidas mediante la comparación de los resultados reales y los esperados, para evaluar el avance del proyecto.

Sección 7

Perspectivas

En esta sección se habla acerca de los resultados que se esperan obtener, aún culminado el trabajo terminal, así como también se plantean posibles aplicaciones de la *Artemia franciscana* en diferentes campos.

Justificación

Desde que estudiosos de la biología informaron del elevado valor nutritivo que tienen los nauplios de *Artemia sp* recién eclosionados; el uso de *Artemia sp* en acuicultura se ha incrementado exponencialmente. Hoy en día, los nauplios de *Artemia sp* constituyen no sólo el mejor, sino que en muchos casos son también el único tipo de alimento vivo disponible para los primeros estados larvarios de la mayoría de las especies de peces y crustáceos cultivados[4]. Además de esto y a pesar de que se han ensayado numerosas dietas artificiales, tanto los nauplios como los adultos de *Artemia sp* constituyen el alimento natural más proteico para el cultivo de alevines para consumo doméstico y post-larvas de crustáceos[5]. Según los resultados de una reciente encuesta realizada a lo largo del mes de Marzo del 2004, dirigida a los responsables de instalaciones de acuarios comerciales dentro del "mercado de peces de la Morelos y de la nueva San Lázaro"; los resultados del estudio indicaron que el conocimiento acerca del cultivo de *Artemia* es todavía empírico y que muchas personas relacionadas con el medio, están todavía ajenos a técnicas automáticas y potencialidades de la producción de *Artemia sp*.

Resultados de la investigación de mercado realizada

A continuación se presentan los datos que se obtuvieron de la aplicación de los cuestionarios, en forma de tablas y gráficos, con la intención de que puedan ser evaluadas, y a su vez sea más fácil la interpretación de los resultados.

Cliente Indirecto

Cuestionarios aplicados de los cuales:

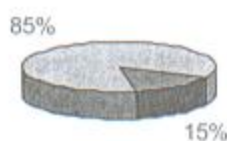


Gráfico 2 Preferencia por *Artemia franciscana*

Cliente directo

Cuestionarios aplicados

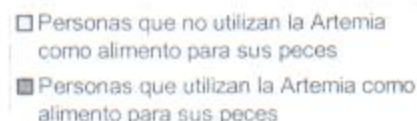
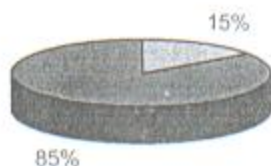


Gráfico 3 Cuestionarios aplicados a clientes directos

Interpretación de los resultados

De acuerdo con los resultados de la encuesta, de todos los acuarios que se visitaron sólo el 15% no vende *Artemia sp.*, y en su mayoría es porque los proveedores no alcanzan a satisfacer la demanda, eso nos dice que la *Artemia* goza de cierta popularidad entre los acuaristas que venden alimento para pez, además que en algunos casos el distribuidor no vende *Artemia sp* adulta por el hecho de que esta no duraba el tiempo suficiente para que el consumidor final la adquiriera, por tanto se interpreta como ventaja competitiva.

En cuanto a los precios se refiere, se notó que no hay un control que mantenga en un nivel estable el precio del producto, lo cual se debe a que la mayoría de los distribuidores se dedican a la recolección de *Artemia sp* en su habitat natural, actividad que esta sujeta a las condiciones ambientales, trayendo como consecuencia una producción poco predecible y un costo del producto muy variable, el cual en ocasiones se eleva hasta en un 600%, por lo tanto, los momentos donde es rentable introducir el producto es en la temporada donde la *Artemia sp* escasea de forma natural.

Un dato muy importante para caracterizar el proceso fue el conocimiento de las características que al cliente le gustaría mejorar, de tal forma que al momento de realizar el diseño tanto del producto como de la producción se tome en cuenta los factores que podrían en algún momento marcar la diferencia entre la competencia, ante el consumidor.

De los datos que se obtuvieron resaltó algo que es importante para el cliente, la cantidad de *Artemia* en bolsas y su duración viva dentro de la misma, factores que con el procedimiento que se plantea pueden ser mejorados, al grado de ofrecer un producto de mayor duración para la mejor satisfacción del cliente.

Objetivo Principal:

- Realizar un sistema automático de cultivo de *Artemia franciscana*, controlando los parámetros de temperatura, iluminación, nivel de líquido, tiempo y cantidad de alimento dosificado.

Objetivos particulares:

- Caracterizar bibliográficamente las etapas biológicas del cultivo de *Artemia franciscana*.
- Controlar la temperatura, iluminación, nivel de líquido, tiempo y cantidad de alimento dosificado.
- Elaborar los tanques de cada etapa de cultivo, de acuerdo a las características señaladas por la bibliografía.
- Construir un sistema modular y de fácil acceso a sus elementos.
- Realizar innovaciones en el proceso de cultivo.
- Elaborar un estudio de mercado para determinar el impacto social del proyecto.
- Dar al proyecto un enfoque empresarial mediante un plan de incubación.
- Decapsular los quistes de *Artemia franciscana* por medio de dispositivos automáticos.

Caracterización biológica de la *Artemia franciscana*

Clasificación sistemática de *Artemia franciscana* [1]

Phyllum	Artrópoda
Clase	Crustácea
Subclase	Branquiopoda
Orden	Anostraca
Familia	Artemiidae
Género	<i>Artemia</i>
Especie	<i>Artemia franciscana</i>
Ubicación Geográfica:	América Norte, Centro y Sur.

El nombre específico *Artemia salina* Linnaeus 1758 no es taxonómicamente válido en la actualidad. Experiencias de cruzamiento entre diferentes poblaciones de *Artemia* han demostrado el aislamiento reproductivo de algunos grupos de poblaciones y esto ha llevado al reconocimiento de especies hermanas a las que se les han dado nombres diferentes.

Entre las cepas dícicas de *Artemia* sp se han descrito hasta la fecha 6 especies hermanas:

<i>Artemia salina</i> :	Lymington, Inglaterra (extinguida)
<i>Artemia tunisiana</i> :	Europa
<i>Artemia franciscana</i> :	América (Norte, Centro y Sur)
<i>Artemia persimilis</i> :	Argentina
<i>Artemia urmiana</i> :	Irán
<i>Artemia monica</i> :	Mono Lake, CA-USA

Ciclo vital de la *Artemia franciscana* [3]

Los lagos salados y estanques de las salinas con poblaciones de *Artemia franciscana* se encuentran distribuidos en América Norte, Centro y Sur. En ciertos momentos del año, grandes cantidades de minúsculas partículas marrones (de 200 a 300 micras de diámetro) aparecen flotando en la superficie del lago (Foto 1) y son arrojadas sobre las orillas por la acción de las olas y el viento. Este polvo aparentemente inerte está formado por quistes secos inactivos en estado de criptóbiosis ("durmientes") manteniéndose así tanto tiempo como permanezcan secos.

Una vez puestos en agua salada, los quistes bicóncavos se hidratan tomando forma esférica y el embrión recobra su metabolismo reversible interrumpido. Tras unas 24 horas la membrana externa de los quistes se rompe ("breaking") y aparece el embrión rodeado de la membrana de eclosión (Foto 2). Durante las horas siguientes, el embrión abandona completamente la cáscara del quiste: colgando mientras tanto de la cáscara vacía a la cual permanece todavía unido (estado de "umbrella"). Dentro

de la membrana de eclosión se completa el desarrollo del nauplio, sus apéndices comienzan a moverse y en un breve periodo de tiempo la membrana de eclosión se rasga ("hatching") emergiendo el nauplio que nada libremente (Foto 3).



Foto 1. Lago con presencia de quiste en sus orillas

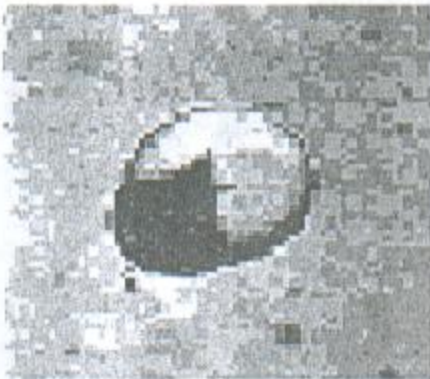


Foto 2. Ruptura de la membrana externa del quiste



Foto 3. Nauplio emergiendo del quiste

El primer estado larvario (también llamado estado I) mide entre 400 y 500 micras de longitud, tiene un color pardo anaranjado (por acumulación de reservas vitelinas) y posee tres pares de apéndices: el primer par de antenas (también llamadas anténulas y que tienen una función sensorial) el segundo par de antenas (con función locomotora y filtradora) y las mandíbulas (con una función de toma de alimento).

Un único ocelo de color rojo también llamado ojo naupliar se encuentra situado en la cabeza entre el primer par de antenas. En la cara ventral el animal presenta una cubierta con un amplio labro que interviene en la toma de alimento (transfiriendo las partículas desde las setas filtradoras hasta la boca). El estado larvario I no se alimenta ya que su aparato digestivo no es todavía funcional (permaneciendo aún cerrados la boca y el ano).

Después de aproximadamente 24 horas, el animal muda al segundo estado larvario (también llamado estado II). Pequeñas partículas alimenticias (tales como células de microalgas, bacterias, detritus)

con un tamaño que varía entre 1 y 40 micras son filtradas por el segundo par de antenas, siendo entonces ingeridas por un aparato digestivo ya funcional.

La larva continúa su crecimiento apareciendo diferenciaciones a lo largo de las 15 etapas diferentes. Así van apareciendo unos apéndices lobulares pares en la región torácica que se diferenciarán posteriormente en toracópodos (Foto 4), se desarrollan ojos complejos laterales a ambos lados del ojo naupliar (Fotos 5 y 6).

Del estado X en adelante, se producen importantes cambios tanto morfológicos como funcionales por ejemplo: las antenas pierden su función locomotriz y se transforman en elementos de diferenciación sexual. Los futuros machos (Fotos 6 y 8) desarrollan unos apéndices curvados y prensiles mientras que las antenas de las hembras degeneran en apéndices sensoriales (Foto 11).

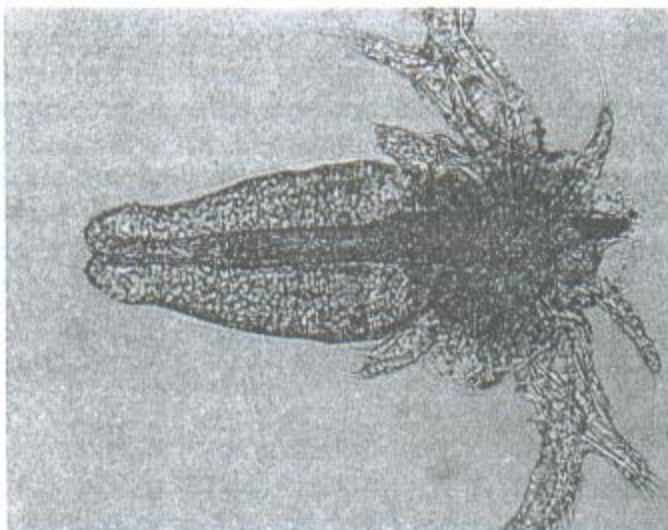


Foto 4. Se observan apéndices lobulares en la región torácica



Foto 5. Vista frontal superior de una *Artemia* adulta

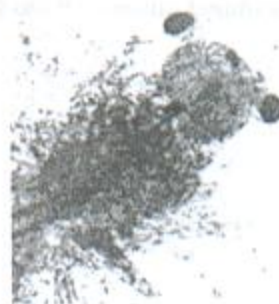


Foto 6. Vista frontal superior de una *Artemia* adulta

Los toracópodos están ya completamente formados y presentan 3 partes funcionales (Foto 7).



Foto 7 Toracópodo

Los adultos de *Artemia franciscana* miden hasta 10 mm de longitud en las poblaciones bisexuales y hasta 20 mm en las poblaciones partenogenéticas. Los adultos se caracterizan por un cuerpo alargado con dos ojos complejos, un aparato digestivo lineal, unas antenulas sensoriales y 11 pares de toracópodos funcionales (Fotos 9 y 10). El macho (Foto 9) posee un par de piezas prensiles muy características (segundo par de antenas) en la región cefálica mientras que en la parte posterior del tórax se puede observar un par de penes (Foto 8). La hembra no tiene apéndices distintivos en la región cefálica, pero puede ser fácilmente reconocida por el saco de puesta o útero que está situado inmediatamente detrás del undécimo par de toracópodos (Fotos 8 y 10).



Foto 8 Apareamiento de la *Artemia sp*



Foto 9. *Artemia* hembra



Foto 10. *Artemia* macho

Los huevos se desarrollan en dos ovarios tubulares situados en el abdomen (Foto 6). Una vez maduros, tienen forma esférica y se desplazan hasta el útero a través de dos oviductos (también llamados sacos laterales, Foto 11).



Foto 11. Sacos laterales de la *Artemia*

La precópula de los adultos se inicia cuando el macho sujeta a la hembra entre el útero y el último par de toracópodos, con sus antenas curvadas (Foto 10). Las parejas pueden nadar de esta forma durante largo tiempo en lo que se conoce como posición de monta ("riding position"), para lo cual mueven sus toracópodos de forma sincrónica.

Los huevos fecundados se desarrollan normalmente en nauplios nadadores (reproducción ovovivípara) que son depositados por la hembra (Foto 13). En condiciones extremas (salinidad elevada, bajos niveles de oxígeno) las glándulas de la cáscara, (órganos parecidos a uvas situados en el útero), entran en actividad y acumulan un producto de secreción de color marrón (hematina). Los embriones sólo se desarrollan hasta el estado de gástrula, momento en el cual son rodeados de una gruesa cáscara (segregada por las glándulas de la cáscara), entrando en un estado de latencia o diapausa (parada reversible del metabolismo embrionario) y siendo liberados por la hembra (reproducción ovípara) (Foto 12).

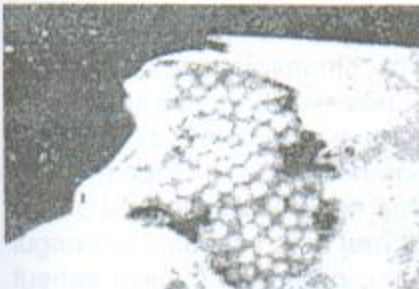


Foto 12. Reproducción ovípara



Foto 13. Reproducción ovovivípara

Los quistes generalmente flotan en las aguas hipersalinas y son llevados hasta las orillas donde se acumulan y se secan. Como resultado de este proceso de deshidratación el mecanismo de diapausa es desactivado permitiendo a los quistes recuperar su posterior desarrollo embrionario, una vez que son hidratados en condiciones óptimas de eclosión.

En condiciones adecuadas esta especie puede vivir varios meses, creciendo de nauplio a adulto en sólo 8 días y reproduciéndose a una tasa de hasta 300 nauplios o quistes cada 4 días.

Ecología y distribución natural de la *Artemia franciscana* [3]

Las poblaciones de *Artemia sp* se encuentran distribuidas en más de 300 lagos salinos naturales o salinas de construcción artificial a lo largo de todo el mundo. Diferentes cepas geográficas se han adaptado a unas condiciones que fluctúan dentro de un amplio margen de temperatura (6–35 °C) y composición iónica del biotopo (aguas ricas en cloruros, sulfatos y carbonatos).

La *Artemia franciscana* se desarrolla perfectamente en agua de mar sin embargo, no posee ningún mecanismo de defensa contra los predadores, lo que la convierte en una presa fácil de otras especies carnívoras (peces, crustáceos o insectos). A pesar de ello y por medio de su adaptación fisiológica a biotopos con una elevada salinidad, la *Artemia franciscana* ha encontrado un eficaz mecanismo ecológico de defensa contra sus predadores, así estos animales poseen el sistema osmorregulatorio más eficiente conocido en todo el reino animal; además son capaces de sintetizar eficazmente pigmentos respiratorios (hemoglobina) y poder hacer frente a los bajos niveles de oxígeno disuelto que existen en los ambientes hipersalinos; finalmente, estos animales tienen la capacidad de producir quistes en fase de latencia cuando las condiciones ambientales ponen en peligro la supervivencia de la especie.

Como consecuencia de todo ello, la *Artemia franciscana* no aparece mas que a salinidades donde sus predadores no pueden sobrevivir (por encima de 70‰). La *Artemia franciscana* muere a salinidades próximas a la saturación en NaCl (por encima de 260‰), a causa del extremo tensión fisiológico y de la toxicidad del agua en esas condiciones (causada por los drásticos cambios iónicos en su composición).

La *Artemia sp* es un filtrador no selectivo y se alimenta tanto de materia orgánica ej.. Detritos biológicos procedentes de aguas de manglares como de organismos vivos de tamaño apropiado (microalgas y bacterias). De hecho, y debido a la falta de predadores y competidores por el alimento, la *Artemia* produce, a menudo, grandes monocultivos cuya densidad está fundamentalmente regulada por la disponibilidad de alimento.

La reproducción ovovivípara (puesta de nauplios) se da principalmente a bajas salinidades, mientras que los quistes (reproducción ovípara) se producen a salinidades por encima de 150‰).

Los quistes son la causa de la distribución mundial de *Artemia*. Tanto el viento como las aves acuáticas (especialmente los flamencos) están considerados como los vectores naturales más importantes de la dispersión. No obstante, el hombre ha sido, en los últimos tiempos, el responsable de algunos transplantes en Sudamérica y Australia, tanto para producir mejoras en la industria salinera como para su uso en acuicultura. La presencia natural de *Artemia* está confinada a biotopos donde las salinidades son suficientemente altas como para impedir la presencia de predadores o en lugares donde las bajas temperaturas invernales (cuando las salinidades disminuyen por efecto de las fuertes lluvias) aseguran un estado no metabólico de los quistes hidratados (el estado de diapausa del cual no ha sido eventualmente desactivado todavía).

Los climas con un exceso de agua, ej. Aquellos con una marcada distinción entre la estación seca y la estación húmeda, pueden proporcionar condiciones adecuadas para la presencia de *Artemia* durante la estación seca.

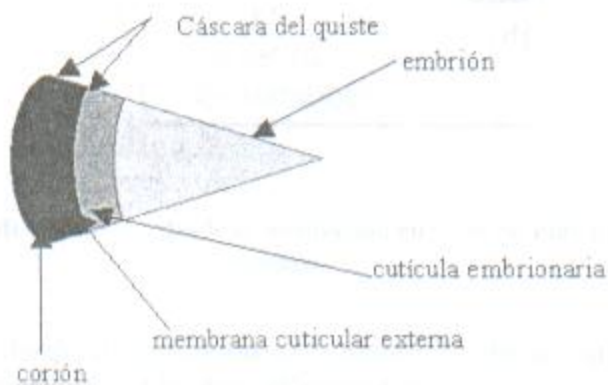


Figura 1 Ultra estructura de los quistes

Morfología de los quistes secos [3]

Un esquema de la ultra estructura de un quiste de *Artemia* está representado en la Figura 1. La cáscara del quiste está formada de tres estructuras:

- El corion: Capa dura formada de lipoproteínas impregnadas de quitina y hematina (producto de descomposición de la hemoglobina; la concentración de hematina determina el color de la cáscara, variando de un marrón pálido a un marrón oscuro). La principal función del corion es la de proporcionar una protección adecuada al embrión contra rupturas mecánicas y radiaciones ej. las radiaciones ultravioletas de los rayos solares. Esta capa puede ser completamente eliminada (disuelta) por un tratamiento oxidativo a base de hipoclorito (desinfección del quiste).

- La membrana cuticular externa: Protege al embrión de la penetración de moléculas mayores que la molécula del CO₂ (membrana compuesta de varias capas y con una función de filtro muy especial, actuando como barrera de permeabilidad).

- La cutícula embrionaria: Una capa transparente y altamente elástica que queda separada del embrión por la membrana cuticular interna (que se transforma en membrana de eclosión durante el proceso de incubación). El embrión es una fase indiferenciada de gástrula que se encuentra en un estado completamente ametabólico con niveles de agua inferiores al 10%; por lo que su metabolismo se haya en una fase de parada reversible. La viabilidad del embrión se ve afectada cuando los niveles de agua exceden del 10% (comenzando la actividad metabólica), y cuando los quistes son expuestos al oxígeno; en presencia de radiaciones cósmicas de oxígeno se produce la formación de radicales libres que destruyen los sistemas enzimáticos específicos de los quistes ametabólicos de *Artemia*.

Observaciones externas de los quistes en desarrollo [3]

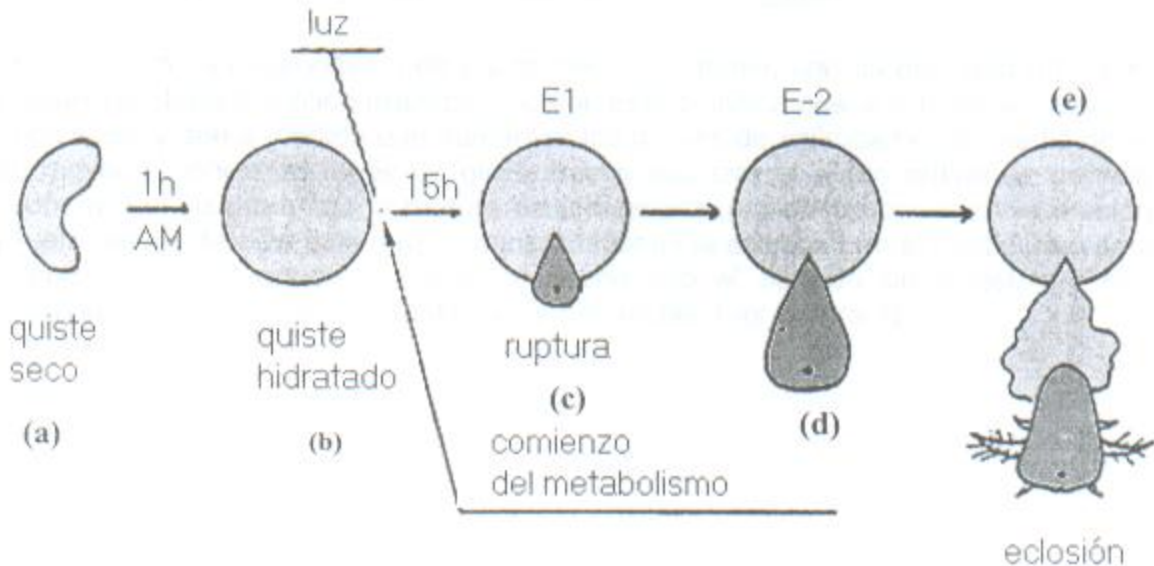


Figura 2 Desarrollo del quiste de *Artemia sp* desde la incubación en agua de mar (AM) hasta la liberación del nauplio.

En la Figura 2 está representado un esquema del desarrollo de un quiste de *Artemia*, desde la incubación en el medio de eclosión hasta la liberación del nauplio.

Cuando se incuban en agua salada, los quistes bicóncavos (Figura 2 (a)) se hinchan adoptando una forma esférica en el plazo de 1 a 2 horas (Figura 2 (b)). Una vez completamente hidratados, el diámetro del quiste ya no varía. Transcurridas de 15 a 20 horas desde la hidratación, la cáscara del quiste, (incluyendo la membrana cuticular externa) estalla (breaking o estado E-1) con lo que se hace visible el prenauplio rodeado de la membrana de eclosión (Figura 2 (c)). El embrión deja definitivamente la cáscara (estado E-2) y cuelga hacia abajo de la cáscara vacía (la membrana de eclosión puede estar aún unida a la cáscara) (Figura 2 (d)). A través de la transparencia de la membrana de eclosión se puede seguir la diferenciación del prenauplio hasta el estado I de larva de nauplio, el cual comienza a mover los apéndices. Poco tiempo después, la membrana de eclosión se romperá ("hatching") liberando la larva nadadora de *Artemia* (comenzando por la cabeza) (Figura 2).

Metabolismo de los quistes de *Artemia* en desarrollo [3]

Los quistes secos son altamente higroscópicos, incorporando agua a gran velocidad, por ejemplo en las primeras horas el volumen del embrión hidratado aumenta más de un 100%. Una vez completamente hidratado (asimilación del 140% de agua) se puede iniciar el metabolismo activo a condición de que los quistes estén suficientemente iluminados. El efecto activador de la luz es esencial para que comience el metabolismo de la mayoría de los quistes. A intensidades de luz demasiado bajas, la tasa de eclosión se retrasa o simplemente no se produce.

El incremento en la concentración de un producto altamente higroscópico como es el glicerol, ocasiona un mayor aumento en la asimilación de agua por el embrión a través de la membrana cuticular externa.

Como consecuencia de este fenómeno se produce un aumento de la presión osmótica en el interior de la membrana cuticular externa hasta que se alcanza un punto crítico, momento en el cual se produce la ruptura de esta membrana y de la cáscara del quiste ("breaking"). La ruptura de la cáscara va acompañada de la liberación de todo el glicerol al medio de cultivo.

Dicho de otro modo, el metabolismo de los quistes de *Artemia*, con anterioridad a la ruptura, es un sistema regulatorio hiperosmótico trealosa-glicerol. Esto significa que la ruptura se puede producir en ausencia de sales y que a medida que aumentan los niveles de salinidad en el medio de eclosión, se necesitan mayores concentraciones de glicerol para alcanzar el punto crítico de presión osmótica necesario para que se produzca la ruptura de la cáscara (por diferencia entre la presión osmótica dentro y fuera del quiste). De esta forma cuanto mayor es la salinidad en el medio, mayor cantidad de glicerol tiene que ser producido, alargándose con ello el período de eclosión y de ruptura y disponiendo de menos reservas energéticas para el nauplio (ver Figura 3).

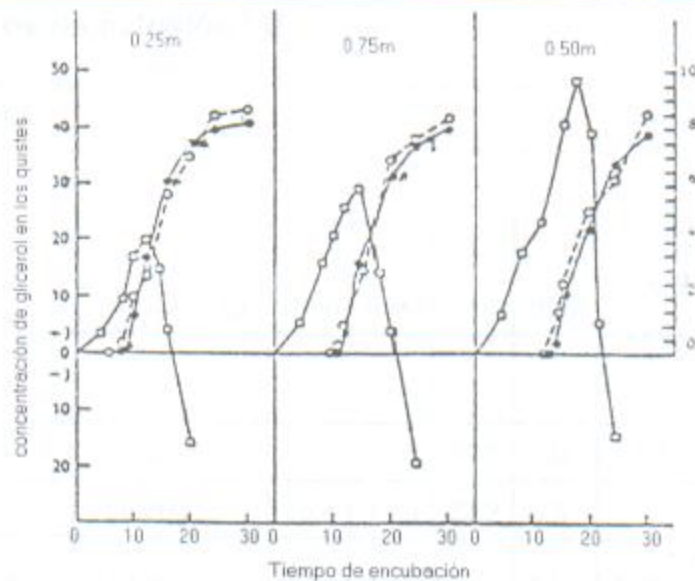


Figura 3 Relación entre la concentración de glicerol en los quistes (- □ -), el nivel de glicerol en el medio (- o -), el porcentaje de quistes en fase de "ruptura" (- · -) y el tiempo de incubación de quistes de *Artemia* a 3 concentraciones diferentes de NaCl.

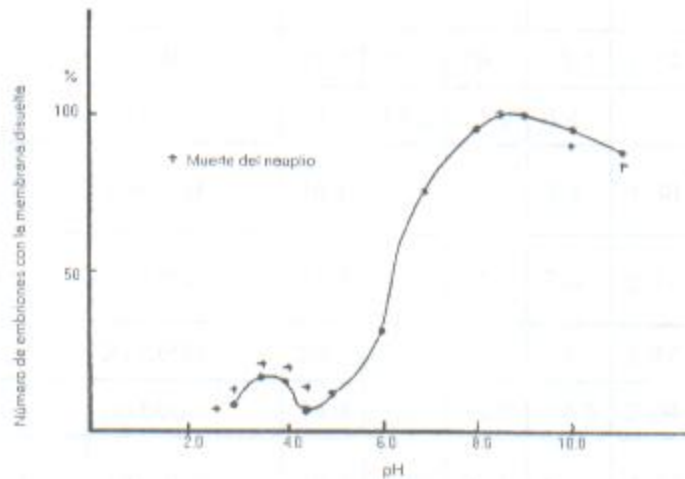


Figura 4 Efecto del pH en el medio de incubación sobre la actividad de la enzima de eclosión de los embriones de *Artemia*[8].

El desarrollo óptimo hasta larva nauplio libre y nadadora no quedará asegurado hasta que la composición iónica del medio de eclosión sea similar a la del agua de mar y con un pH comprendido en el intervalo entre 8 y 9 (Figura 4).

El embrión empieza entonces a diferenciarse en una larva nauplio móvil. Un enzima de eclosión es segregado en la zona de la cabeza del nauplio. Este debilita la membrana de eclosión a través de la cual el nauplio móvil se libera en el medio de cultivo.

Definición de los criterios de eclosión [4]

Origen de los quistes	H%	HE (nauplios/g)	T_0	T_{10}	T_{90}	T_s	Peso seco individual del nauplio (μ g)	Contenido energético individual del nauplio (10^{-3} joules)	HO biomasa naupliar (mg/g de quistes)
			(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)			
San Francisco Bay, Ca-USA									
lote 288-2596	71.4	267,200	15.0	15.5	20.5	5.0	1.63	22.48	435.5
lote 288-2606	-	259,200	16.4	16.9	23.2	6.3			
San Pablo Bay, Ca-USA	84.3	259,300	13.9	15.1	20.1	5.0	1.92	21.33	497.7
Macau, Brasil lote 871 172	82.0	304,000	15.7	19.3	23.7	4.4			
lote 87 500	-	182,400	16.4	16.0	29.1	13.1	1.74	22.52	529.0
Mayo 178	-	297,600	14.7	17.5	21.9	4.4			
Barotac Nuevo, Filipinas	78.0	214,000	14.7	15.7	22.0	6.3	1.68	22.74	359.5
Great Salt Lake, UT-USA	43.9	106,000	14.1	14.7	21.7	7.0	2.42	22.35	256.5
Shark Bay, Australia	87.5	217,600	20.3	21.1	28.1	7.0	2.47	23.33	537.5
Chaplin Lake, Canadá		65,600	14.3	15.7	33.0	17.3	2.04	21.94	133.8
Buenos Aires, Argentina	62.8	193,600	16.1	17.3	22.6	5.3	1.72	22.02	333.0
Lavalduc, Francia	75.8	182,400	19.5	20.5	30.5	10.0	3.08	21.76	561.8
Quistes de referencia de <i>Artemia</i>	45.7	211,000	18.0	-	32.2	-	1.78	22.62	375.6

Tabla 1 Datos de nauplios de *Artemia* eclosionados de quistes de diversos orígenes bajo condiciones estándar

Leyenda de las abreviaciones:

 T_0 = tiempo hasta la aparición de los primeros nauplios T_{10} = tiempo hasta que se alcanza el 10% de eclosión T_{90} = tiempo hasta que se alcanza el 90% de eclosión $T_s = T_{90} - T_{10}$ = medida de la sincronía de eclosión

Condiciones estándar:

48 horas de incubación, agua de mar de 35‰ saturada de oxígeno a 25°C, mínimo de 1000 lux de iluminación y pH entre 8.0 y 8.5

Porcentaje de eclosión (H%)

Número de nauplios que pueden ser producidos a partir de 100 quistes hidratados y conteniendo un embrión; en este criterio no se incluyen impurezas o quistes defectuosos, ej. cáscaras rotas, arena, sal, etc.

Tasa de eclosión (HR) (ver curvas de eclosión en la Figura 6)

Este criterio se refiere al tiempo transcurrido desde que comienza la incubación (hidratación de los quistes) hasta la liberación del nauplio (eclosión). Considerándose los siguientes intervalos de tiempo:

T_0 = Tiempo de incubación hasta que aparecen los primeros nauplios nadadores.

T_{10} = Tiempo de incubación hasta que aparece el 10% del total de los nauplios eclosionables.

T_{90} = Tiempo de incubación hasta que aparece el 90% del total de los nauplios eclosionables.

$T_5 = T_{90} - T_{10}$; este valor da una idea de la sincronía de la eclosión.

Eficiencia de eclosión (HE)

Número de nauplios que se producen a partir de 1 gramo de quistes secos cuando se les incuba bajo condiciones estándar de eclosión.

origen de los quistes	porcentaje de eclosión			peso seco naupliar			contenido energético naupliar			biomasa de eclosión (mg nauplios/g de quistes)		
	35%	5%	% diferencias	35%	5%	% diferencias	35%	5%	% diferencias	35%	5%	% diferencias
San Francisco Bay	71.4	68.0	-4.8	1.63	1.73	+6.1	-	-	-	435.5	440.2	+1.1

Tabla 2 Efectos de la incubación a baja salinidad sobre el porcentaje de eclosión, peso naupliar individual, contenido energético naupliar y biomasa de eclosión de quistes de diferentes orígenes geográficos.

Tabla 3 Agua de mar artificial usada en la eclosión y cultivo de *Artemia*

	Medio de eclosión ^a	Medio de cultivo ^b
sal marina de evaporación (NaCl)	5.0	31.08
MgSO ₄ ^b	1.3	7.74
MgCl ₂	1.0	6.09
CaCl ₂	0.3	1.53
KCl ^b	0.2	0.97
NaHCO ₃ ^b	2.0	2.00

^a en gramos de sal (calidad técnica) por litro de agua dulce

^b disolverlo separadamente en agua dulce caliente antes de añadir a la solución otras sales

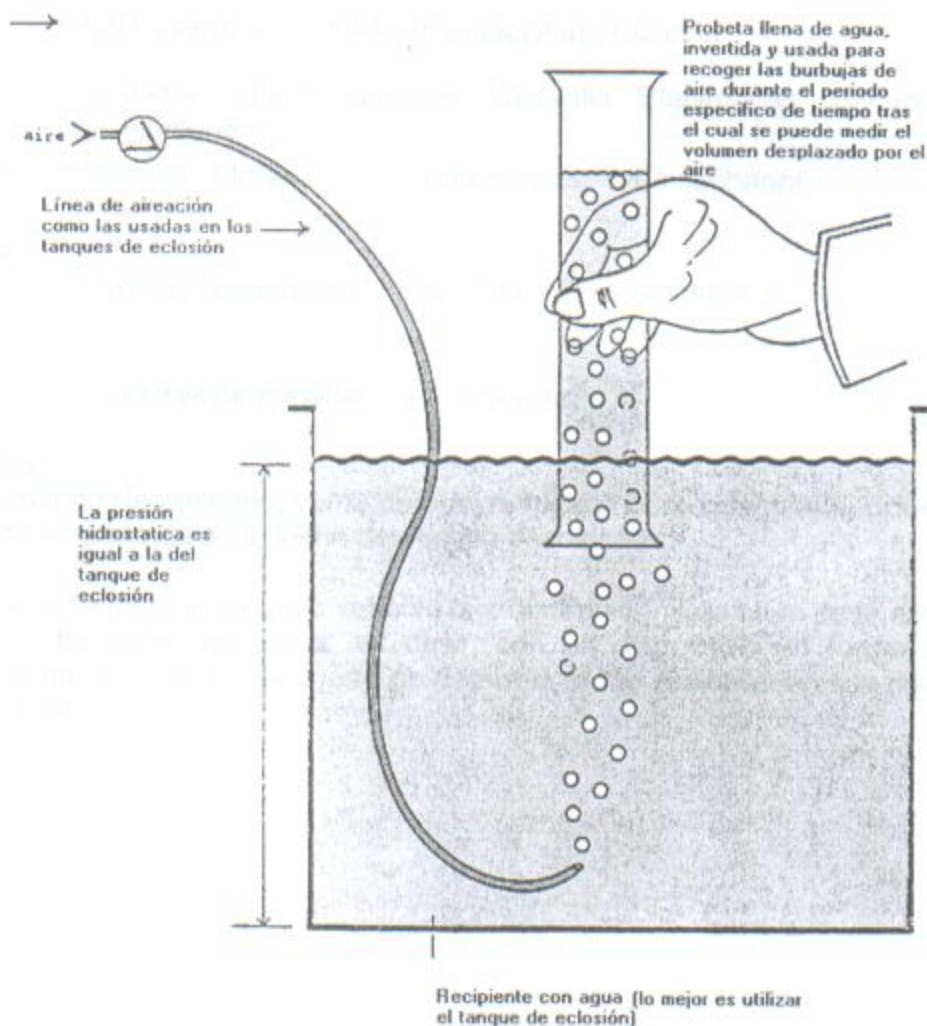


Figura 5 . Diseño esquemático del dispositivo usado para medir las tasas de flujo de aire (litros/min).

Selección, preparación y distribución del alimento [3]

Es conocido por la literatura, que existe una amplia gama de alimentos vivos o inertes que pueden ser utilizados, con éxito, en el cultivo de la *Artemia franciscana*. Dado que esta especie es un consumidor obligatorio y no selectivo de partículas, se consideran como fundamentales los siguientes factores para la selección de una dieta adecuada para *Artemia*:

Tamaño de la partícula, la cual será inferior a 50 micras.

Digestibilidad y valor nutritivo (debe ser comprobado experimentalmente).

Solubilidad, que debe ser mínima: los productos solubles no pueden ser ingeridos por la *Artemia* y pueden perjudicar el medio de cultivo.

Lista de algunos alimentos vivos e inertes reconocidos por proporcionar un buen crecimiento de *Artemia franciscana*:

Algas vivas:

Diatomeas: Chaetoceros, Cyclotella, Phaedactylum, Nitzchia

Cloroficeas: Dunaliella, Chlamydomonas, Chlorella, Platymonas, Stichococcus, Steohanoptera, Brachiomonas.

Crisoficeas: Isochrysis, Monochrysis, Stichochrysis, Syracosohaera.

Algas secas:

Chlorella, Scenedesmus, Spirulina y Phytoplankton.

Levaduras:

Levaduras de panadería y cervecera

Productos inertes:

Harina de trigo, harina de pescado, yema de huevo, hígado homogeneizado, polvo de arroz, salvado de arroz, salvado y harina de soja, leche desnatada deshidratada.

En esta etapa se determina una nueva variable que controlar, y esta es la de la alimentación que está en función de la turbiedad del agua, es decir, con un dispositivo en forma de "L" se mide la transparencia en cm y de acuerdo a eso se determinan los periodos en los cuales deberá de ser dosificado el alimento.

Planteamiento del problema 2

Tolerancia a la temperatura de los quistes de *Artemia* [3]

Los quistes secos (con un contenido en agua entre el 2% y el 5%) son muy resistentes, por ejemplo la viabilidad de la eclosión no se ve afectada en un intervalo de temperatura entre -273 y 60 °C pudiendo tolerar hasta 90 °C si las exposiciones son de breve duración (en realidad las exposiciones deberán ser más cortas a medida que la temperatura aumenta).

Los quistes hidratados (completamente hidratados en el medio de cultivo) tienen una tolerancia a la temperatura muy específica (ver esquema en la Figura 5):

- Una interrupción del metabolismo (muerte del embrión) se produce por debajo de -18 °C y por encima de 40 °C.
- Una interrupción reversible del metabolismo se produce (= sin que la viabilidad se vea afectada) en un intervalo de temperaturas que varía entre -18 °C y 4 °C y entre 32 °C y 40 °C (una exposición de larga duración a este último intervalo de temperaturas ocasiona un retraso progresivo de la tasa de eclosión. Los límites superiores e inferiores de temperatura pueden variar ligeramente de cepa a cepa).
- El metabolismo activo actúa en el intervalo de temperatura entre 4 ° y 32 °C; aunque si bien el porcentaje de eclosión permanece constante, los nauplios eclosionan antes a medida que la temperatura es más alta.

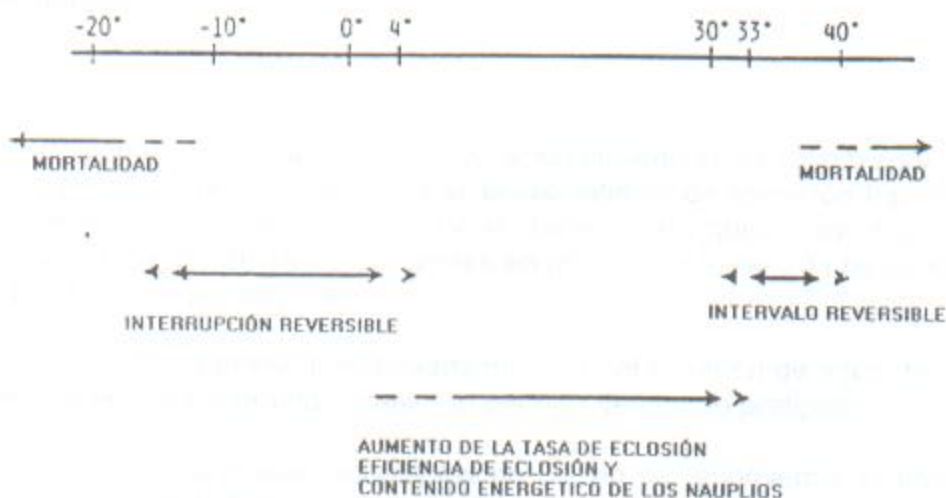


Figura 6 Diagrama esquemático del efecto de las temperaturas del agua sobre el metabolismo del quiste de *Artemia* para valores comprendidos entre -20 °C y más de 40 °C

Parámetros críticos para una eclosión óptima [4]

Existe una extensa bibliografía sobre la eclosión de los quistes de *Artemia* [3]. En estos trabajos, la producción de nauplios por incubación de los quistes en agua de mar se presenta como un método muy simple. Sin embargo, cuando se trabaja a gran escala y con altas densidades de quistes, algunos parámetros pueden ser críticos para asegurar unas eficiencias de eclosión máximas. En resumen se tiene:

Temperatura

La temperatura deberá mantenerse en el intervalo de 25–30°C. A temperatura por debajo de 25°C la eclosión es más lenta y por encima de 30°C el metabolismo de los quistes se detiene irreversiblemente. Es mejor mantener una temperatura constante en el medio de eclosión para obtener una producción máxima de nauplios en estado I (con un contenido energético máximo según se vio en la [tabla 2](#)) en el mismo periodo de incubación; para ello se deben poner a punto métodos rutinarios de eclosión y recogida de nauplios, asegurando unos resultados de eclosión constantes, independientemente de las fluctuaciones estacionales de la temperatura.

Salinidad y pH

Por razones de conveniencia práctica, se usa mayormente el agua de mar para la eclosión de los quistes. Sin embargo, a una salinidad de 5% diluida con agua dulce Complementándola con 2 g por litro de NaHCO_3 industrial ó bien preparar una solución de eclosión a base de sales industriales y agua dulce siguiendo la fórmula dada en la Tabla 3, aumenta la tasa de eclosión (ya que se tiene que producir menos glicerol) y se han registrados eficiencias de eclosión más elevadas para algunas cepas de quistes.

Teniendo los nauplios un mayor contenido energético (Tabla 2). Es esencial incrementar las cantidades de tampón cuando se eclosionan grandes densidades de quistes (gran producción de CO_2), con el fin de mantener los niveles de pH por debajo de 8.0.

La salinidad de los medios de eclosión puede ser fácilmente controlada con la ayuda de un densímetro o de un refractómetro.

Oxígeno

A fin de lograr una eclosión máxima (tanto en tasa como en eficiencia), se recomienda mantener unos niveles de oxígeno por encima de 2 mg por l²). Las tasas óptimas de aireación han sido controladas localmente en función del tamaño del tanque y de la densidad de quistes incubados; por ejemplo, para lograr una eclosión máxima de 100 g de quistes en un recipiente de 20 l se debe mantener una tasa de aireación de 7 l de aire por tanque.

La tasa de aireación se puede determinar fácilmente midiendo el volumen de agua desplazado por las burbujas de aire en una probeta invertida durante un periodo de tiempo prefijado.

Cuando no es vital alcanzar los niveles aceptables de O_2 , no se recomienda el uso de piedras de aireación, ya que puede inducir la formación de espuma que podría atrapar los nauplios.

² Ver anexo I para consultar las tablas de conversión según el método de la figura 7

La formación de espuma no será un problema si los quistes han sido decapsulados, después de tenerlos una hora en hidratación.

Densidad de quistes

En vista de los problemas técnicos encontrados en el mantenimiento de altos niveles de oxígeno sin formación de espuma o sin daños mecánicos a los nauplios eclosionados, se recomienda no sobrepasar densidades de 5 gramos de quistes por litro, especialmente cuando se trabaja con grandes cantidades.

La presencia de una espuma persistente se puede reducir añadiendo unas gotas de algún agente antiespumante no tóxico (ej. silicona antiespumante del tipo usado en las cervecerías).

Iluminación

La iluminación de los quistes, al menos durante las primeras horas tras su hidratación, es esencial para lograr una eclosión máxima.

Teniendo en cuenta las diferencias que se observan entre las cepas de *Artemia* (ver ilustración 16), es aconsejable para obtener unos resultados óptimos, mantener una iluminación de aproximadamente unos 2000 lux en la superficie del agua.

Este nivel de iluminación se logra, principalmente, durante el día en tanques transparentes puestos a la sombra en el exterior. Sin embargo y con el fin de independizarse de las fluctuaciones estacionales, es mejor situar los tanques de eclosión en el interior (siendo aún mejor con control de temperatura, ver el apartado de sensores y actuadores) y proporcionándoles iluminación artificial, por ejemplo con tubos fluorescentes instalados cerca de la superficie del agua.

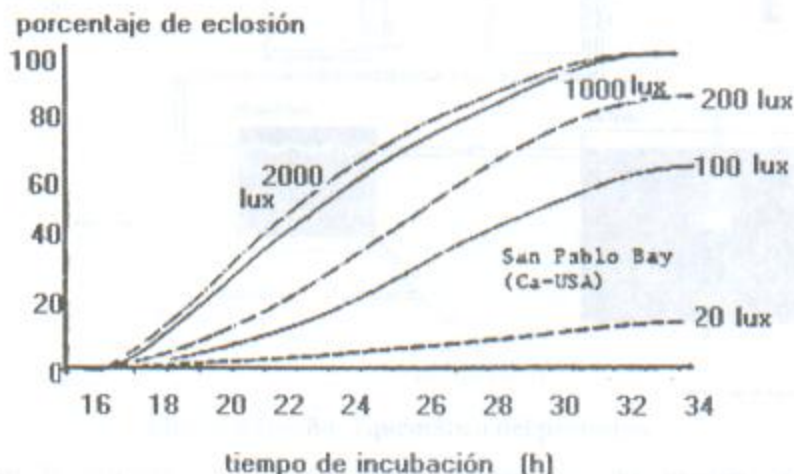


Figura 7 Efecto de la intensidad luminosa sobre la tasa de eclosión de quistes de *Artemia* de varios.

Solución propuesta

Toda vez que se realizó una revisión a la problemática en la producción de *Artemia*, el reto mayor es realizar esta producción de forma automatizada, abordándola desde el punto de vista mecatrónico. Conjugando el control a través de un programa computacional con los circuitos electrónicos de cada una de la etapas y los mecanismos diseñados, dando como resultado un trabajo interdisciplinario que ofrezca una solución integral al problema biológico a través de desarrollo de tecnología.

A continuación se describen cada uno de los inconvenientes en las diferentes etapas, se mencionan los parámetros físicos y biológicos a controlar mediante un enfoque mecatrónico

En la figura 17 se muestra un diseño esquemático del prototipo para resolver la problemática de los parámetros que intervienen dentro del proceso del cultivo de *Artemia franciscana*, en el se contempla la distribución espacial donde se va a instalar..

Diseño esquemático del prototipo

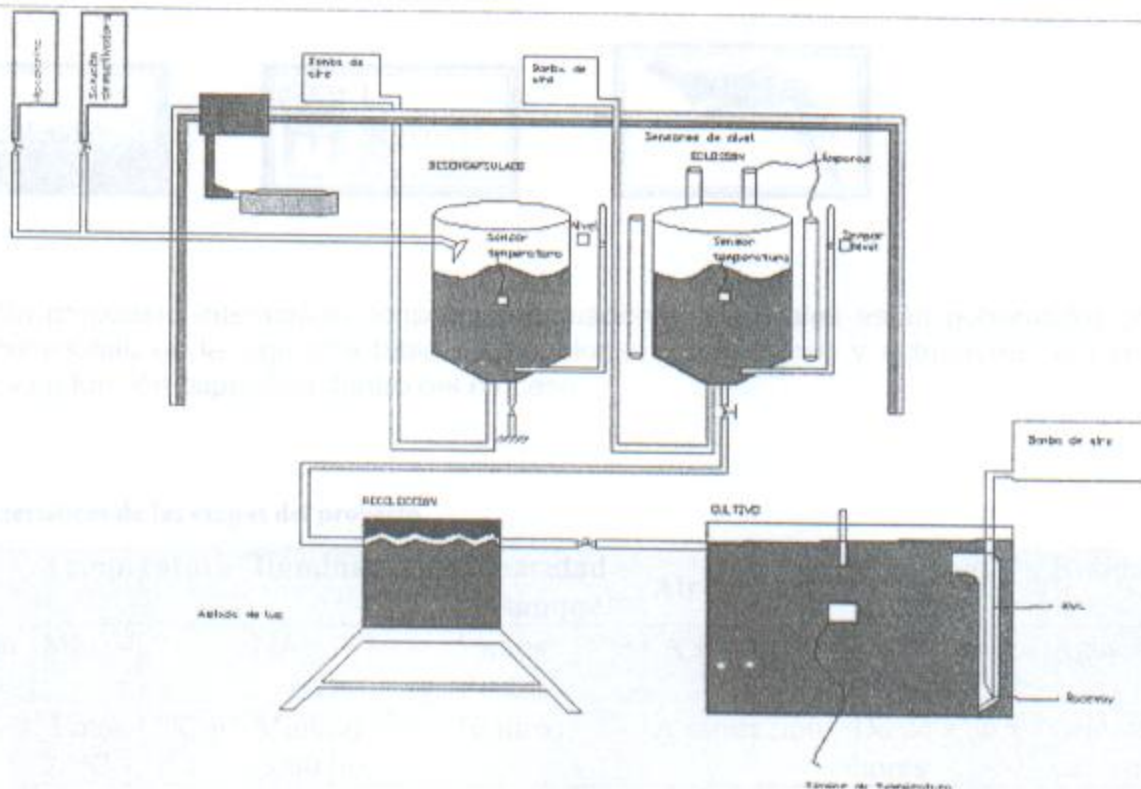


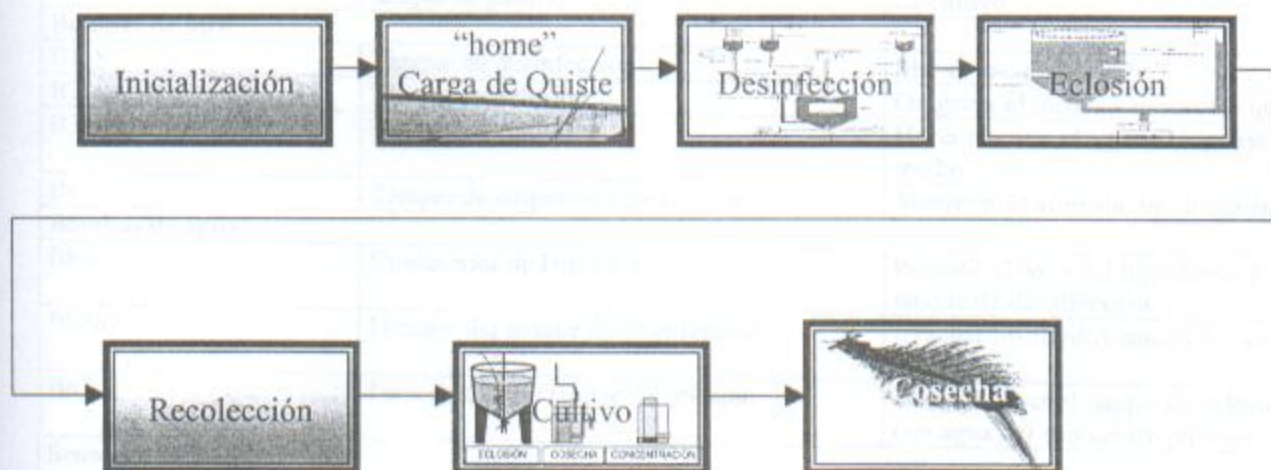
Figura 8 Diseño esquemático del prototipo

El sistema consta de 5 etapas, las cuales son: transporte de quiste, desinfección, eclosión, recolección y cultivo. El quiste es transportado por un tamiz desde la carga inicial de los huevos de *Artemia* pasando por desinfección hasta depositar los quistes en el tanque de eclosión; Una vez realizada la carga de los quistes en el tamiz estos pasan al tanque de desinfección, posteriormente pasan al tanque de eclosión y una vez transcurrido el tiempo de incubación los nauplios pasan al tanque de recolección donde se separan de los quistes que no eclosionan y las cáscaras que resultan del proceso, pasado un tiempo los nauplios pasan a un tanque de cultivo donde se mantienen en condiciones estándar de 2 a 3 semanas en lo que llegan a un a edad adulta y pueden ser comercializados.

Organización de procesos

Cuando el cultivo de la *Artemia* se introduce dentro de un ciclo comercial, se presentan algunas etapas, las cuales se enuncian en el siguiente diagrama a bloques, este contempla los pasos que rigen este ciclo.

Diagrama de Bloques del sistema



En el sistema propuesto interactúan sensores y actuadores, los cuales están gobernados por una lógica computacional; en la siguiente tabla se mencionan los sensores y actuadores, así como su localización y su función específica dentro del proceso.

Tabla 4 características de las etapas del proyecto

Etapa	Temperatura	Iluminación	Capacidad del tanque	Aireación	Tiempo de trabajo	Residuos
Desinfección	Max. 40°	NA	5 litros	A saturación	De 20 min a 2 horas*	Agua sucia
Eclosión	Entre 27°C y 28°C	Mínimo 2000 lux	10 litros	A saturación	De 24 a 36 horas	Glicerol y cáscaras
Recolección	NA	En total oscuridad	15 litros	Sin aire	20 minutos	Cáscaras y quiste no eclosionado
Cultivo	28°C	NA	25 litros	13000 CC/min	2-3 semanas	Nitritos, nitratos, sedimentos y algas
Cosecha	NA	NA	NA	Sin aireación	1 día	Agua sucia

NA. (no aplica).

* depende de la concentración del hipoclorito

Tabla 5 localización y funcionamiento de los sensores y actuadores

Nomenclatura	Localización	Función
Válvulas		
V1	Abastecedor de agua del suministro público	Permitir el paso del agua de enjuague e hidratación en el tanque de desinfección.
V2	Evacuación del tanque de eclosión	Trasvasar el fluido contenido al tanque de recolección
V3	Paso del tanque de recolección al tanque de cultivo	Trasvasar el fluido contenido al tanque de cultivo
Bombas de aire		
B1	Tanque de desinfección	Mover los quistes
B2	Tanque de eclosión	Oxigenar el medio y mover los quistes
B3	Tanque de cultivo	Hacer circular el agua y oxigenar el medio
B4	Tanque de suspensión de alimento	Mantener el alimento en suspensión
Bombas de agua		
Bh2o1	Contenedor de Hipoclorito	Permitir el paso del hipoclorito al tanque de desinfección
Bh2o2	Drenaje del tanque de desinfección	Evacuar los fluidos contenidos en el tanque
Bh2o3	Paso de agua al tanque de eclosión	Permite llenar el tanque de eclosión con agua del suministro público
Sensores de temperatura		
St1	Tanque de desinfección	Monitorear la temperatura del tanque
St2	Tanque de eclosión	Monitorear la temperatura del tanque
St3	Tanque de cultivo	Monitorear la temperatura del tanque
Sensores de nivel		
Sn1	Tanque de desinfección	Monitorear el nivel del tanque
Sn2	Tanque de eclosión	Monitorear el nivel del tanque
Sn3	Tanque de cultivo	Monitorear el nivel del tanque
Sensores de luminosidad		
Sl1	Tanque de eclosión	Monitorear la iluminación del medio de eclosión
Lámparas		
L1	Tanque de eclosión	Proveer de iluminación al tanque de eclosión
L2	Tanque de eclosión	Proveer de iluminación al tanque de eclosión
L3	Tanque de eclosión	Proveer de iluminación al tanque de eclosión
Motores		
M1	Robot cartesiano	Realiza el movimiento del bastidor que porta los quistes
M2	Robot cartesiano	Realiza el ascenso y el descenso del vástago que sujeta al bastidor
M3	Robot cartesiano	Producir un movimiento lineal horizontal en el carro principal
Calefactores		
C1	Tanque de eclosión	Elevar la temperatura del fluido
C2	Tanque de cultivo	Elevar la temperatura del fluido
C3	Tanque de eclosión	Elevar la temperatura del fluido inicialmente

Desarrollo de las etapas del sistema 3

Sensores

Sensado de iluminación

Se utilizaron 4 foto celdas para sensar la iluminación dentro de los tanques, ya que estos sensores tienen la capacidad de reaccionar a las fuentes luminosas a las que estarán expuestos los tanques (luz solar, luz artificial), tal como se muestra en la ilustración .

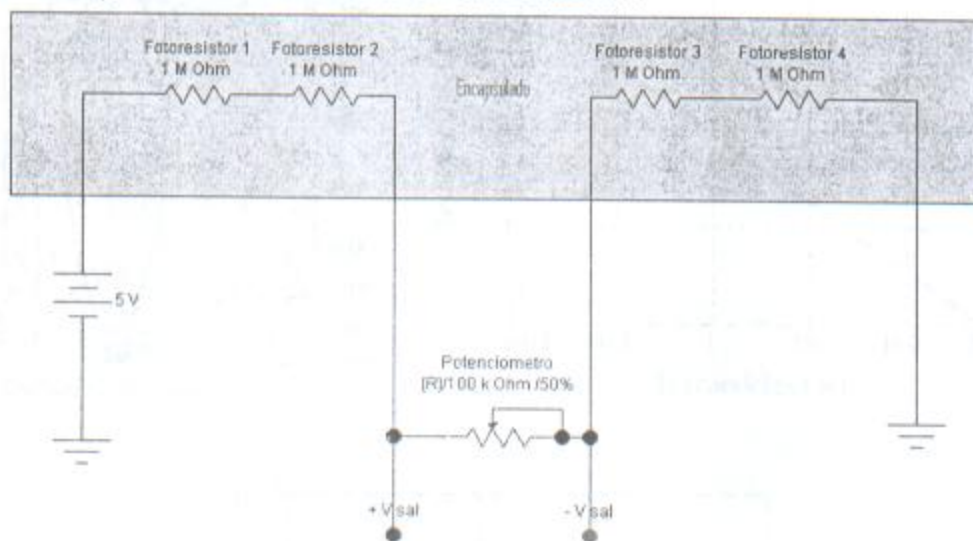


Ilustración 9 Diagrama de conexión de las foto resistencias

De la configuración anteriormente mostrada se obtiene una salida de 0 a 5 v, por lo que necesitamos calibrar esta etapa para que cuando tengamos una salida de 1 V esta nos represente una iluminación de 1000 lux, cuando el voltaje sea menor a 1 V esto nos indicará que se necesita aumentar la iluminación, y si tensión eléctrica entregada por el sensor se aproxima a 5 V entonces tendremos que apagar la cantidad necesaria de focos para disminuir la iluminación, siempre y cuando no se pase el límite de 2000 lux como mínimo.

La calibración del sensor se llevará a cabo en un cuarto completamente oscuro, con una fuente puntual (foco de luz de filamento de 100W) la cual nos entregará 125 bujías a un metro del sensor. Obteniendo así una lectura de 125 lux en el sensor y aplicando:

$$E = \frac{I}{d^2} \text{ donde } I=125 \text{ bujías } E=1200 \text{ lux}$$

Tenemos que $d = 24.35 \text{ cm}$, por lo que el sensor a esta distancia la fuente puntual será una forma para calibrar el sensor.

Fotorresistencia

Para monitorear la iluminación se hizo uso de una fotorresistencia, ya que esta es económica y cubre el intervalo deseado que es de 0 a 2000 lux. El comparativo con otros sensores:

- Fotodiodos.-Respuesta rápida, dependencia lineal con la irradiación, ancho margen de respuesta espectral.
- Células solares.- No necesitan tensión de polarización. Se usan para la generación de potencia.
- Fototransistor.-Fotocorriente elevada.
- Fotodarlington.- Gran ganancia de corriente.
- Fotorresistencias Gran sensibilidad radiante. Responden al espectro visible.

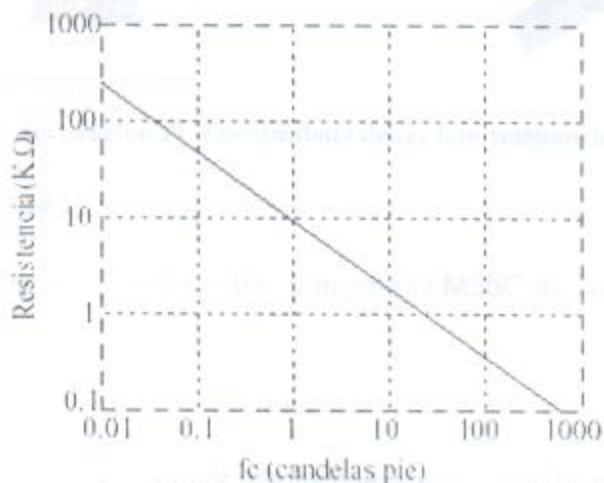
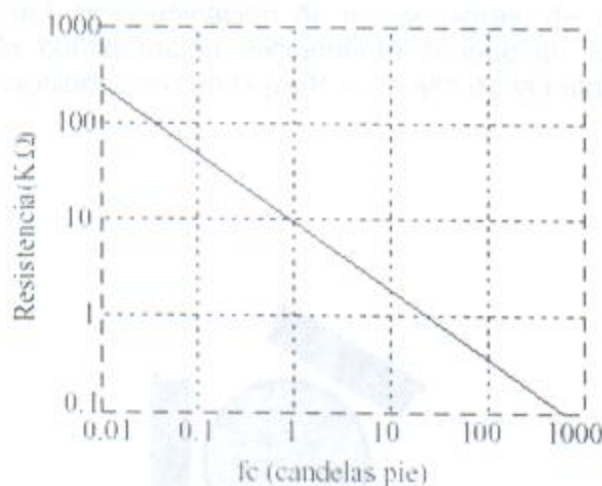
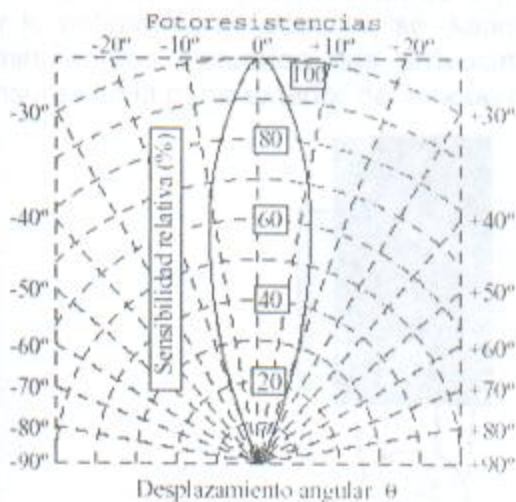


Figura 10 Resistencia vs. candelas/pie

donde $1 \text{ fc} = 10.7639 \text{ lux}$

En la figura 19 se puede observar que el intervalo de la fotorresistencia es de .1076 lux a 7534.737 lux.

El intervalo que nos interesa es 0 lux – 2000 lux, correspondiente a 400 KΩ - .5KΩ.

Orientación de los sensores

Las fotorresistencias se orientaron de tal forma de que el ángulo de que el desplazamiento angular sea de 240° en un plano de 360° , esto es para obtener la mayor sensibilidad posible (80%), y de 160° en un plano de 180° .

Inicialmente se propuso un encapsulado, el cual se construyó como se muestra en la ilustración 11, pero al momento de que se realizaron las pruebas de la primera eclosión, surgieron una serie de inconvenientes, los cuales se listan de la siguiente forma:

- la cápsula se opacaba debido a la presencia de sal en el sistema
- Las burbujas provenientes del aspersor de aire, provocaban ruido en la señal de lectura.

Por lo anteriormente descrito, se decidió cambiar la ubicación de los sensores, de forma que se eliminaran los disturbios que provocaba la configuración inicialmente propuesta, colocando los sensores en la parte exterior del tanque de eclosión y uno en la parte más alta de la estructura.

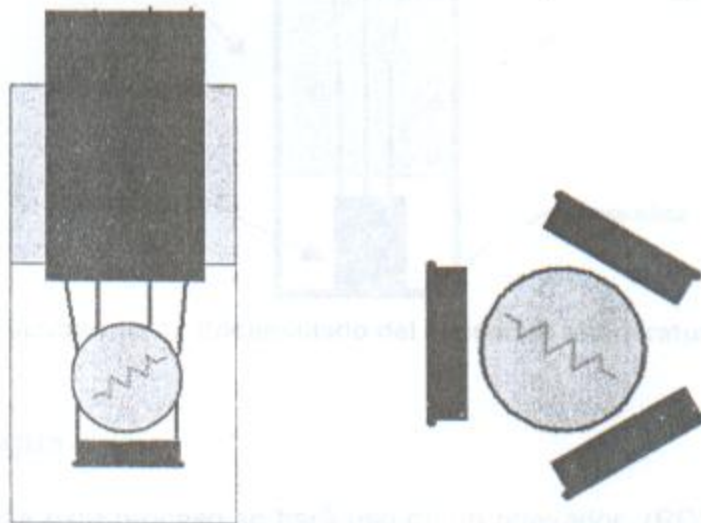


Ilustración 11 Encapsulado de las foto resistencias

Sensor de temperatura LM35

El sensor de temperatura utilizado, es el circuito integrado LM35D de National Semiconductors.

Características principales.

El circuito integrado LM35D es un sensor de temperatura cuya tensión de salida es linealmente proporcional con la temperatura en la escala Celsius. Posee una precisión aceptable para la aplicación requerida, no necesita calibración externa, posee sólo tres terminales, permite el sensado remoto y es de bajo costo.

- Factor de escala: $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ (garantizado entre 9.8 y $10.2\text{mV}/^\circ\text{C}$)
- Intervalo de utilización: $-55^\circ\text{C} < T < 150^\circ\text{C}$
- Precisión de: $\sim 1.5^\circ\text{C}$ (peor caso)
- No linealidad: $\sim 0.5^\circ\text{C}$ (peor caso)

Se muestra la forma en la que se realizó la protección del sensor para así aislar el dispositivo del medio salino, la cual, mediante un encapsulado dentro de un tubo de vidrio fue suficiente para solucionar el problema.

Se muestra la configuración en que se protege el sensor del agua mediante un encapsulado de vidrio:

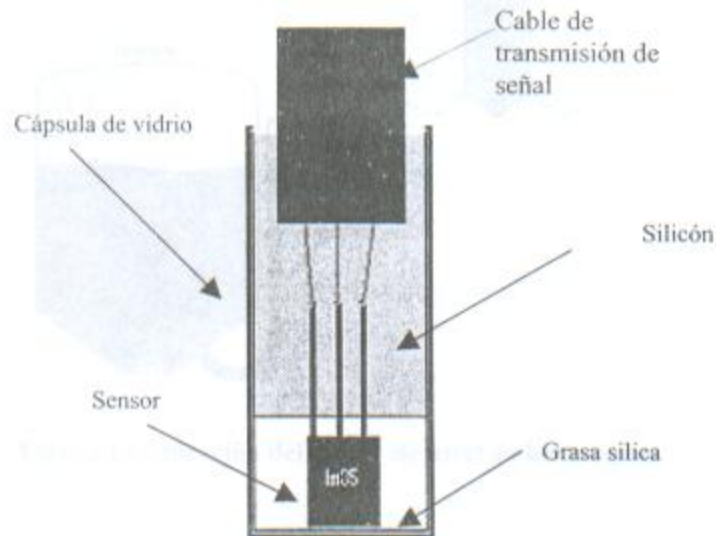


Ilustración 12 Encapsulado del sensor de temperatura

Sensor del nivel de agua

Para verificar el estado de este proceso se hará uso de un relevador (RDS1, "reed switch"); el cual servirá como interruptor normalmente abierto que se cerrará cuando se exponga a un campo magnético generado por un imán permanente que está ubicado en la parte superior de una cápsula de vidrio sellada, la cual se encuentra dentro de un tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro.



Figura 13 Sensor "reed switch"

Al momento de que el sensor "reed switch" se cierra y comenzar a conducir, el sistema lo interpreta como una señal de un nivel en específico, como es: "tanque lleno" o "tanque vacío".

Ubicación del sensor en los tanques:

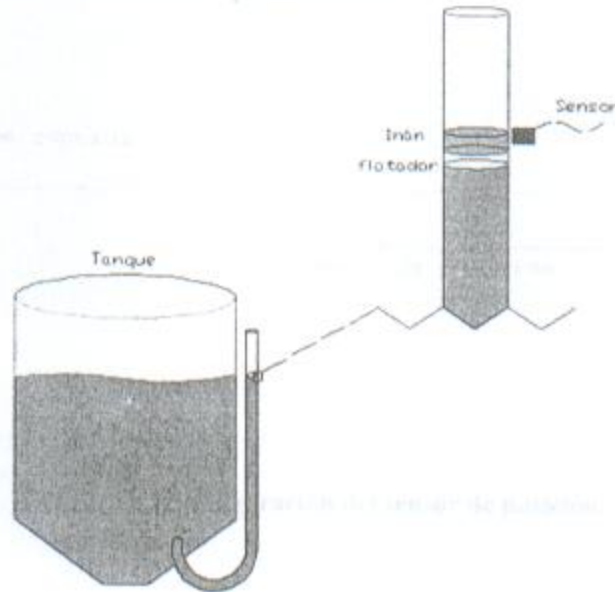


Figura 14 Ubicación del sensor de nivel en los tanques

Sensor de posición

Para sentir la posición de los carros que le dan movimiento al robot cartesiano y conocer la ubicación de los mismos, se hace uso de los interruptores de fin de carrera.



Ilustración 15 Micro interruptores 15 Amp



Ilustración 16 Con palanca de lámina
Amperes: 5 A

Los sensores mostrados anteriormente, se encuentran ubicados en la cercanía del riel de movimiento transversal del robot cartesiano, y otros se encuentran en el brazo extensor del mismo, los cuales tienen correspondencia al diagrama mostrado a continuación:

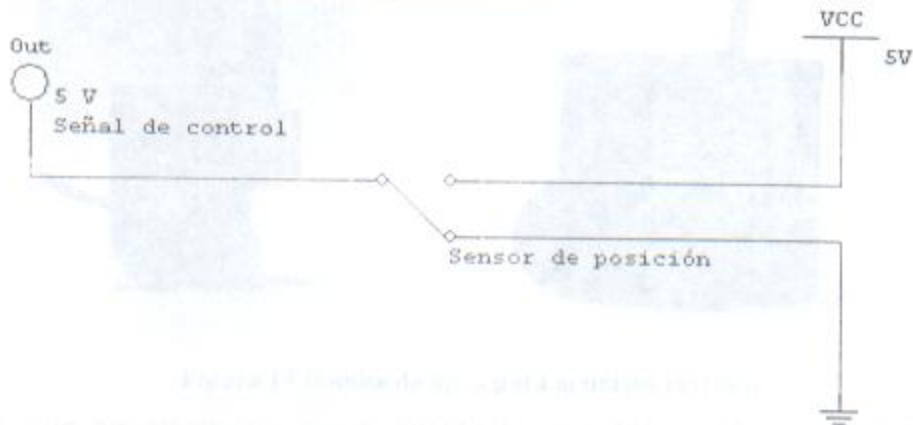


Diagrama 1 Configuración del sensor de posición.

Actuadores

Electro válvula

Para el acceso de fluido se hará uso del siguiente dispositivo:

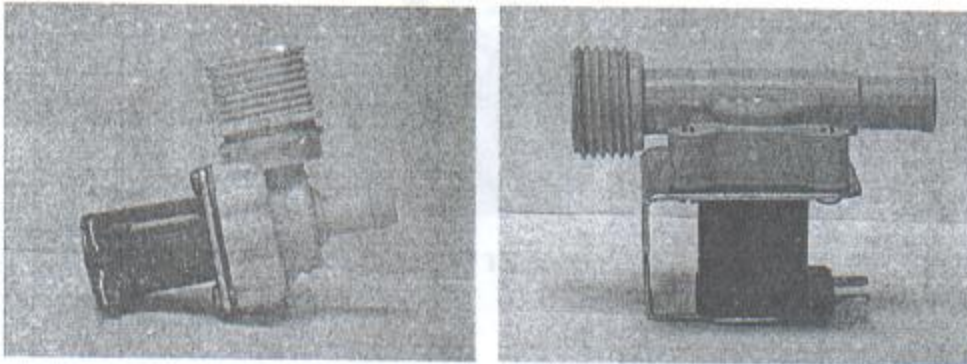


Figura 17 Electroválvula

Las cuáles tienen las siguientes características:

Tabla 6 Características de la electroválvula

Serie ACL	Puerto G	Ø Paso pulg	Cv	Presión min Bar	Presión max Bar	Bob. Tipo	Consumo CC Watts	Empaque	Temp. Max de fluido

EPDM.- Detergentes alcalinos, vapor y otros.

Dispositivo alternativo para el bombeo de fluido controlado por desplazamiento de líquido:

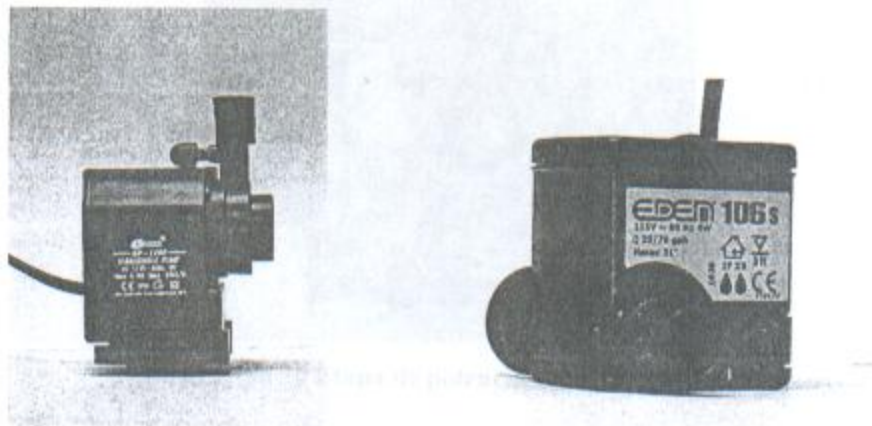


Figura 18 Bomba de agua para acuarios marinos

Con las bombas que se mostraron anteriormente fue posible sustituir las electroválvulas que se propusieron en el diseño inicial, ya que eran de un costo elevado, y para que funcionaran de acuerdo a los requerimientos del sistema, la presión de entrada debía ser elevada y de lo contrario los costos del dispositivo se elevaban, ya que era necesario un resorte que sirviera como auxiliar para provocar la abertura de la válvula.

Termostato

Para regular la temperatura se hará uso del calentador sumergible Aqua Kriil CA100 . Alimentación: 120 VCA



Figura 19 Termostato

Se controla el encendido y apagado de este dispositivo para regular la temperatura mediante el siguiente circuito y la lógica de funcionamiento del microcontrolador PIC, el cual se detalló su funcionamiento en la sección de "Interfaz CPU- sistema" .

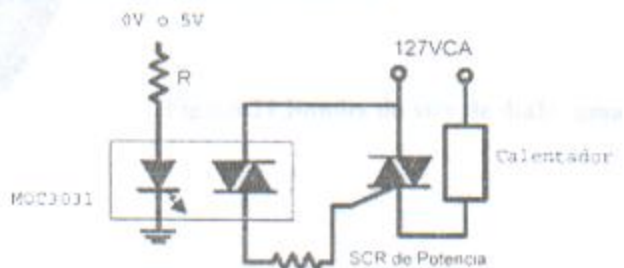


Diagrama 2 Diagrama de la etapa de potencia del encendido de los calentadores.

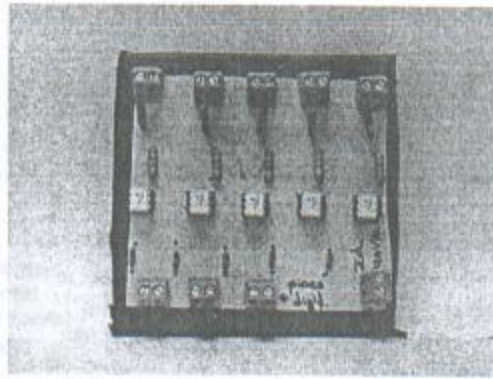


Ilustración 20 Etapa de potencia 5 VCD - 127 VCA

Lámparas

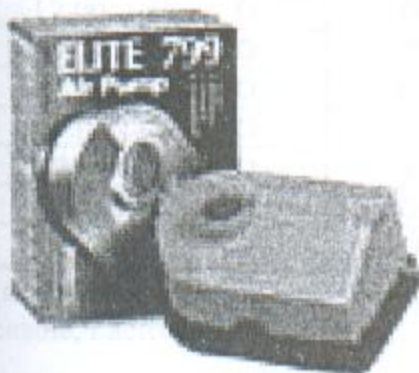
Se hizo uso de lámparas fluorescentes :

Tabla 7 Características de la lámpara fluorescente

Marca	Vida útil Horas/año	Tipo de luz	Características Eléctricas volts/watts	Equivalente Propuesto a una lámpara incandescente	Flujo luminoso
Philips	12000/4	Luz de día	120V/22W	75 W	1238 Lm

Bombas de Aire

Para mantener una aireación constante y libre de aceite se ocuparán la siguientes bombas:



- Marca: Hagen
- Flujo Aire: 1000 CC / Minuto
- Presión Aire: 1.0 PSI
- Consumo Eléctrico: 1.5 watts
- Acuario Máximo Recomendado: 5 Gal

Figura 21 Bomba de aire de diafragma

Tabla de estados

Tabla 8 Estado de los dispositivos en cada uno de los procesos (Continúa en la siguiente pagina)

Dispositivo	ESTADO						
	carga o "home"	movimiento horizontal lineal del carro principal	movimiento descendente de la canastilla	hidratación	desinfección	desactivación	enjuague
V1 (a)	O	O	O	I - O(Sn1)	O	O	I
V2 (a)	O	O	O	O	I - O(Sn1)	O	O
V3 (a)	O	O	O	O	O	I - O(t)	O
Bh2o1 (a)	O	O	O	O -1(t)	O -1(t)	I	O
Bh2o2 (a)	O	O	O	O	O	O	O
Bh2o3 (a)	O	O	O	O	O	O	O
B1 (a)	O	O	O	O	I	O	O
B2 (a)	O	O	O	O	O	I	I
B3 (a)	O	O	O	O	O	O	O
B4 (a)	O	O	O	O	O	O	O
St1 (s)	O	O	O	I	I	O	O
St2 (s)	O	O	O	O	O	I	I
St3 (s)	O	O	O	O	O	O	O
Sn1 (s)	O	O	O	I	I	O	O
Sn2 (s)	O	O	O	O	O	I	I
Sn3 (s)	O	O	O	O	O	O	O
Sn4 (s)	O	O	O	O	O	O	O
Sl1 (s)	O	O	O	O	O	I	I
L1 (a)	O	O	O	O	O	E	E
L2 (a)	O	O	O	O	O	E	E
L4 (a)	O	O	O	O	O	E	E
M1 (a)	O	O	O	O	O	O	O
M2 (a)	O	O	I	O	O	O	O
M3 (a)	O	I	O	O	O	O	O
C1 (a)	O	O	O	O	O	E(St2)	E(St2)
C2 (a)	O	O	O	O	O	O	O

(sxx)sensor; (a)actuador; (t)función del tiempo; (xxx)en función del estado del sensor xxx; ; E enable, I activado.

Tabla 9 Estado de los dispositivos en cada uno de los procesos (Continuación)

Dispositivo	ESTADO					
	movimiento descendente de la canastilla	eclosión	movimiento Ascendente de la canastilla	paso de eclosión a recolección	recolección	cultivo
V1	O	O	O	O	O	O
V2	O	O	O	O	O	O
V3	O	O	O	O	O	O
V4	I	O	O	O	O	O
V5	O	O	O	I	O	O
V6	O	O	O	I	I	O
V7	O	O - I(Sn2)	O - I(Sn2)	I(t)	O	O
B1	I	O	O	O	O	O
B2	O	I	I	O	O	O
B3	O	O	O	I	I	I
B4	O	O	O	I	I	I
St1	I	O	O	O	O	O
St2	O	I	I	O	O	O
St3	O	O	O	I	I	I
Sn1	I	O	O	O	O	O
Sn2	O	I	I	O	O	O
Sn3	O	O	O	I	I	I
Sn4	I	O	O	I	I	I
Sl1	E	I	I	O	O	O
L1	E	E	E	O	O	O
L2	E	E	E	O	O	O
L4	O	E	E	O	O	O
M1	I	I	O	O	O	O
M2	O	O	I	O	O	O
M3	E(St2)	O	O	O	O	O
C1	O	E(St2)	E(St2)	O	O	O
C2	O	O	O	E(St3)	E(St3)	E(St3)

(s)sensor; (a)actuador; (t)función del tiempo; (xxx)en función del estado del sensor xxx; E enable, I activado.

Tabla 10 Descripción de actividades detallado (continúa en la siguiente pagina)

ETAPA	Actividad	Descripción de actividades	Tiempo
Carga o "home"	iniciar el sistema	Enciende la computadora central, las fuentes de poder, se preparan las diferentes sustancias químicas, se checa el nivel y los fluidos que se van a utilizar en el proceso.	30 min
	carga de quiste	Coloca el quiste en el bastidor ubicado en la extremidad del robot cartesiano	5 min
	traslado de quiste	El robot lleva el quiste de la posición de "home" al interior del tanque de desinfección, sin girar el bastidor.	30 seg
Desinfección	activación del sensor de nivel	Comienza a leer el nivel del agua proporciona el sensor	
	llenado con agua	Llena el tanque hasta que el nivel alcance deseado para sumergir los quistes	1 min 25 seg
	introducción de quiste en el tanque		
	encendido de la bomba de aire ¹	Burbujea con aire la solución para que los quistes tengan un contacto homogéneo con las soluciones.	2 horas 15 minutos
	retardo	el tiempo requerido para que los quistes se hidraten	1 a 2 horas
	vaciado del agua	Drena el agua que contiene las impurezas del quiste	22 min
	rociado con hipoclorito	el hipoclorito se utiliza para disolver la cáscara del quiste	
	activación y monitoreo del sensor de temperatura	Comienza a leer la temperatura del agua que proporciona el sensor	
	retardo	el tiempo requerido para que los quistes se desinfecten	5 a 10 minutos
	Vaciado del hipoclorito	Drena el hipoclorito (dependiendo de las condiciones con las que salga de esta etapa se determinara si es reciclado o desechado)	1 min
	enjuague por aspersion	Eliminan los residuos de hipoclorito	10 seg
	vaciado de agua	Drena el agua con residuos de hipoclorito	5 min
Eclosión	llenado con agua	Llena el tanque hasta que el nivel alcance 5 litros de capacidad.	1.5 min
	encendido de la bomba de aire	Burbujea con aire la solución para que los quistes tengan un contacto homogéneo con las soluciones.	24 a 36 horas
	activación y monitoreo del termómetro	Comienza a leer la temperatura del agua que proporciona el sensor	
	calentamiento del agua hasta 28° C		

Tabla 11 Descripción de actividades detallado (continuación)

ETAPA	actividad	descripción de actividades	Tiempo
	activación de las lámparas si es necesario	Activan las lámparas en función de la intensidad luminosa del medio ambiente para lograr una iluminación constante	
	introducción del quiste en el tanque		6 min
	giro del tamiz 180°	Depositamos los quistes contenidos en el bastidor efectuando un giro de 180° una vez que el bastidor ha sido sumergido en el agua	800 ms
	se posiciona en "home" el robot cartesiano	El robot es llevado a "home"	45 seg
	retardo	El tiempo requerido para que los quistes eclosionen	24 a 36 horas
	paso del nauplio del tanque de eclosión al tanque de recolección	Abre la válvula 5 para que el contenido del tanque fluya en su totalidad al tanque de recolección	PV
	Pagado de bomba1, calefactor, lámparas, desactivación de sensor de temperatura de nivel y de luminosidad, cerrado de la válvula 5.	Desactivan los dispositivos que intervienen en la etapa de desinfección y la de eclosión.	
	retardo	Tiempo necesario para que el contenido del tanque de eclosión pase al de recolección.	PV
Recolección	Apertura de la válvula 6	el nauplio por efecto de su fototropismo positivo pasa del a través de la manguera transparente	
	retardo	Tiempo necesario para que el contenido del tanque de recolección pase al de cultivo.	PV
	Cerrado de la válvula 6		
Cultivo	activación y monitoreo del sensor de nivel	Comienza a leer el nivel del agua que proporciona el sensor	
	activación y monitoreo del sensor de temperatura	Comienza a leer la temperatura que proporciona el sensor	
	activación y monitoreo del sensor de luminosidad	Comienza a leer la intensidad de luz en la superficie del agua proporcionada por el sensor	
	llenado con agua adicionada con las sales que se indican en la tabla 3	Abre la válvula 8 para que comience a entrar el agua acondicionada anteriormente, hasta alcanzar 1000 l de capacidad	PV
	encendido de la bomba de aire 8	Burbujea con aire la solución para que los quistes tengan un contacto homogéneo con las soluciones.	
	Activación del calefactor 2	Calienta el agua hasta alcanzar 28°C	
	retardo	Tiempo para lograr el crecimiento de los nauplios hasta llegar a una etapa adulta.	2 a 3 semanas
	filtrado continuo en lazo cerrado	Se filtra el agua para eliminar los desechos orgánicos e impurezas del agua, en lazo cerrado.	en función de la frecuencia de alimentación

Análisis de la Estructura

Robot cartesiano

Soportes de la estructura del robot

Este sistema es un robot de 3 grados de libertad, el cual está aplicado al transporte de los quistes de un tanque al otro (Únicamente del tanque de desinfección al tanque de eclosión); en cuanto a estructura, el robot está conformado de perfiles de acero con un recubrimiento inoxidable, tiene en su extremidad un bastidor de malla (intercambiable) de plástico el cual rota de tal forma que al entrar al tanque de desinfección el bastidor adopte tal posición que no permita que los quistes se salgan del contenedor, por otro lado cuando el bastidor entra al tanque de eclosión el bastidor se voltea y vierte en el agua salada los quistes, para que comience la fase de eclosión. (Ver figura 31).

El movimiento de los motores que desplazan los eslabones del robot están delimitados por sensores de fin de carrera, ya que en este caso el robot tiene una rutina y no está en función de ninguna variable, todo está en función de intervalos de tiempo y una lógica de posicionamiento simple.

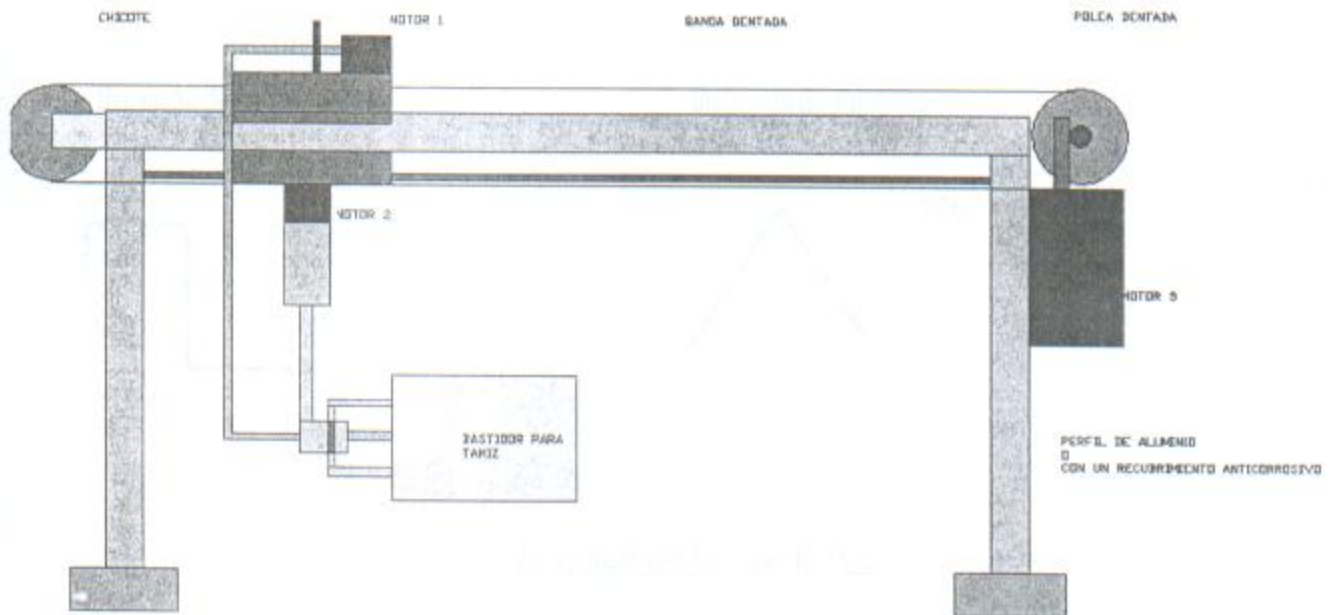


Figura 22 Robot cartesiano

Cálculo de esfuerzos y de resistencia de los materiales

Secciones críticas de la estructura del robot



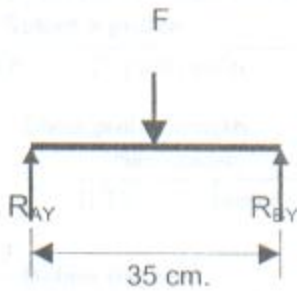
Soporte de la estructura



ángulos de la estructura

Análisis de esfuerzos esfuerzo de la estructura

Soportes de la estructura del robot



$$R_{YA} = R_{YB}$$

$$R_{YA} + R_{YB} = F$$

$$2R_{YA} = F$$

$$F = F_1 + F_2$$

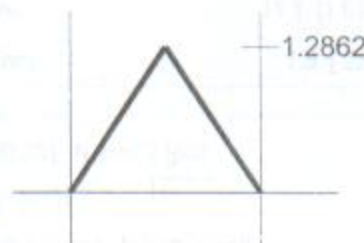
$$F_1 = (2Kg + 1Kg)(9.81) = 14.71N$$

$$R_{YB} = R_{YA} = 7.35N$$

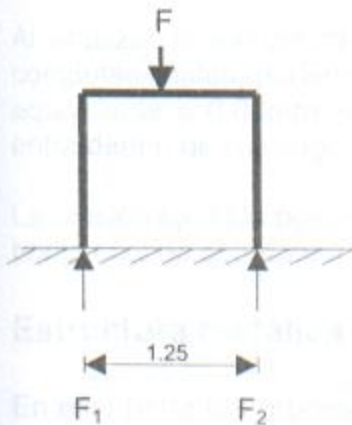
Diagrama de corte



Diagrama de momento



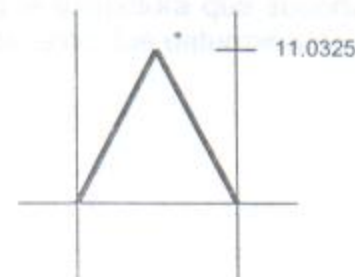
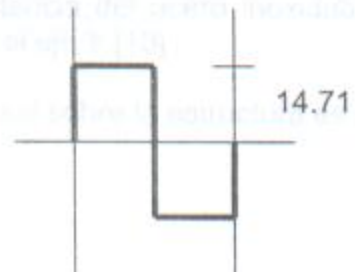
Ángulos de la estructura



$$F = 29.43N$$

$$F_1 + F_2 = F$$

$$F_1 = F_2 = 14.71N$$



* Como se esperaba el momento máximo se da en el centro de la estructura.

Cálculo de deflexión y esfuerzo de la estructura

Deflection and Stress Calculation Program v2.0.2

1 - Select a profile
 PTR 1" X 2" quad profile

2 - Enter profile length
 max 6 meters
 1.15 meter

3 - Define the load
 Concentrated Load
 1.23 kg
 Additional Uniform Load
 0 N/m

This program is intended for use as a guide. Selection, performance and safety of products are the sole responsibility of the user for each application. Products, features, specifications, availability, and designs are subject to change without notice.

Profile Properties

	X-axis	Y-axis
Moment of Inertia, cm ⁴ [in ⁴]	2.41 [0.0579]	
Section Modulus, cm ³ [in ³]	1.72 [0.1050]	
Profile Weight, kg/m [lb/ft]	0.81 [0.54]	

Maximum Deflection at Critical Points, mm [inch]

Supported at Both Ends	0.33 [0.013]
Fixed at One End	4.66 [0.183]
Fixed at Both Ends	0.08 [0.003]

Maximum Stress at Critical Points, N/mm² [psi]

Supported at Both Ends	2.8 [403]
Fixed at One End	11.1 [1613]
Fixed at Both Ends	1.5 [220]

Stress Limits

Yield Strength (0.2%), N/mm ² [psi]	240 [35 000]
Factor of Safety (>=1)	1
Allowable Working Stress, N/mm ² [psi]	240 [35 000]

Help

Al analizar la estructura como una viga soportada por ambos lados con este tipo de programas computacionales, podemos ver que la deflexión máxima se da en el centro de la estructura y esta es equivalente a 0.08mm, lo cual es aceptable para la resistencia del acero inoxidable(Ver tabla...) y entra dentro de su rango plástico o su deflexión máxima en el eje Y.[10]

La presión ejercida por el carro principal del motor transversal sobre la estructura es de 0.002 N/mm², por lo cual no sobrepasa el limite que es de 240 N/mm².

Estructura metálica

En esta parte del proceso es donde se diseña y construye la estructura que soporta los tanques de eclosión y de desinfección, la cual soporta ambientes salinos, esto fue determinante para la selección del material, donde intervinieron los siguientes criterios:

- Durabilidad
- Resistencia a ambientes salinos
- Costo
- Comerciability

Se encontraron estos 2 tipos de materiales:

- Aluminio (ángulo y perfil cuadrado)
- Acero (ángulo y perfil cuadrado)

Haciendo un análisis de ambos materiales se determina hacer uso del aluminio es bastante resistente a la corrosión, ligero, manejable, durable, pero costoso y no muy comercial; por otro lado está el acero que tiene las siguientes características: se corroe fácilmente si no tiene ningún tipo de protección, no es muy ligero, es manejable, barato y se encuentra en la mayoría de las comercializadoras de metales en la zona metropolitana. Seguido de una evaluación de las características de cada uno de los materiales, se determinó que el más adecuado a nuestras necesidades es el acero, la corrosión se solucionó con la aplicación de 2 capas de un primario antes de la capa de esmalte que le dio el acabado final.

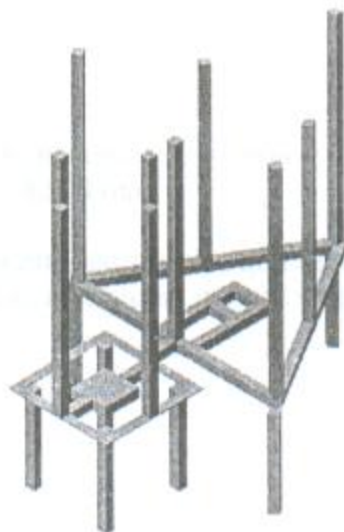
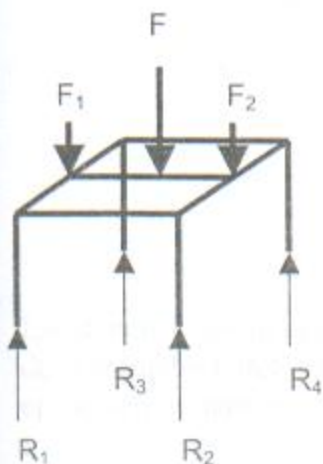


Ilustración 23 Estructura metálica eclosión desinfección

Cálculo de esfuerzos



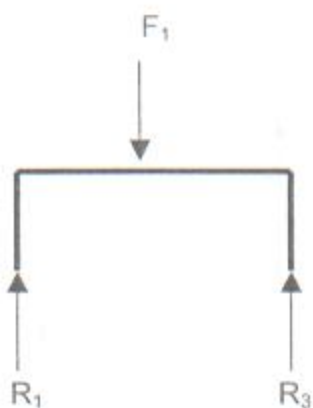
$$F = F_1 + F_2$$

$$F_1 = F_2 = F/2$$

$$F = 98.1N \Rightarrow F_1 = 49.5N$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = F/4 = 24.525N$$

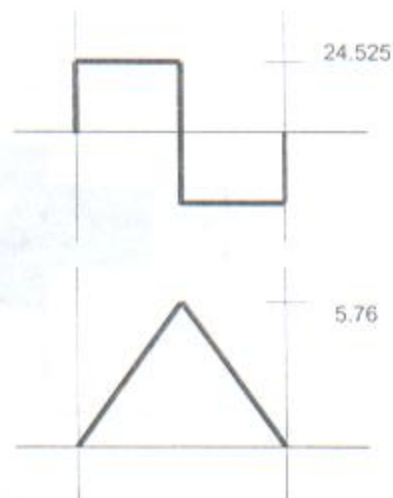
Para facilitar su análisis, se realizan los cálculos de los esfuerzos y de los momentos en cada cara de la estructura, tomando en cuenta la simetría del sistema.



$$R_1 = R_2 = \frac{F_1}{2}$$

$$F_1 = 49.5 N$$

$$R_1 = 24.525 N$$



*Momento de inercia = 0.76 cm^4

*Peso del material = 0.52 Kg. /m

*Máxima deflexión debida a la carga en el centro de la viga = 0.03 mm

*Máximo esfuerzo en puntos críticos = 4.5 N/mm^2

Los datos son los mismos que para el otro extremo ya que estos son simétricos. Dados los resultados del análisis realizado, se determina que el material que se va a ocupar tiene la capacidad de soportar las cargas a las cuales esta sometido.

Ejes de las poleas de la banda

Eje de la patea motriz

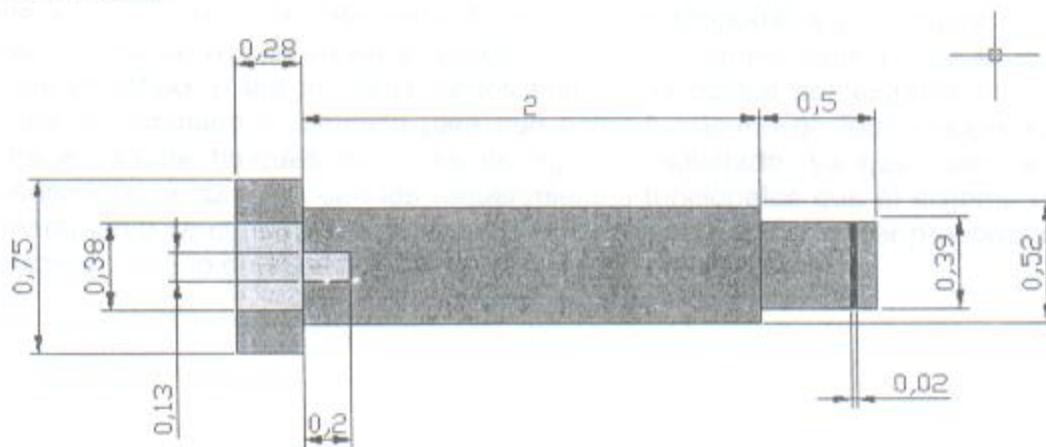


Ilustración 24 Eje de la patea motriz (dimensiones en pulgadas)

Las dimensiones del eje se determinaron de acuerdo a las dimensiones de la patea acanalada, del ancho de la estructura, del diámetro interior de los valeros y del eje del motor. Las fuerzas que actúan sobre el eje se determinan en el apéndice A.

* Datos obtenidos de un programa llamado "Programa para cálculo de esfuerzos y deflexiones v2.0.2"



Eje de la polea inducida

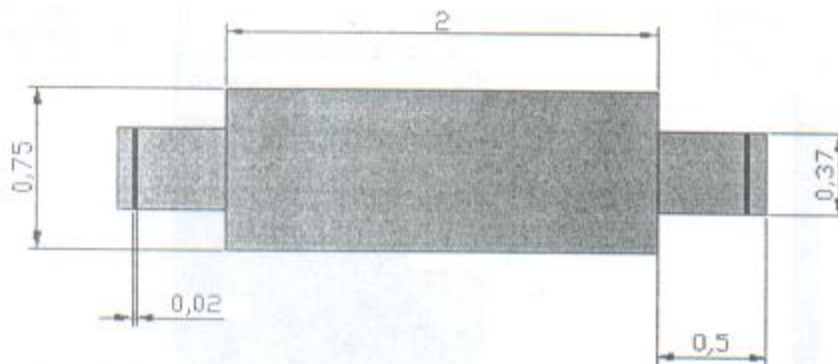


Ilustración 25 Eje de la polea inducida

Observaciones

En esta etapa sé tubo especial cuidado en la aplicación de las capas de pintura protectora, la cual es determinante para mantener libre el sistema de los efectos de corrosión del medio, además que fue elaborada con plena conciencia de hacer un trabajo de calidad y que tuviera buena presentación.

Tanques

En el siguiente apartado, se hace referencia de los diseños propuestos para cubrir las necesidades de automatización que se requieren en el sistema, como el espacio con el que se cuenta para la construcción del prototipo, o los modelos de los tanques ofrecidos por algunas empresas aún no cumplen con los requerimientos mínimos para que estos funcionen de forma adecuada dentro del sistema, se hace uso de tanques comunes de agua embotellada, ya que estos son fáciles de encontrar, económicos, y cumplen con los requerimientos funcionales que el sistema demanda; por otro lado, primeramente se construyó el tanque de eclosión, para poder hacer pruebas en el mismo y así comenzar con un diseño detallado de las demás etapas del sistema.

Tanque de eclosión.

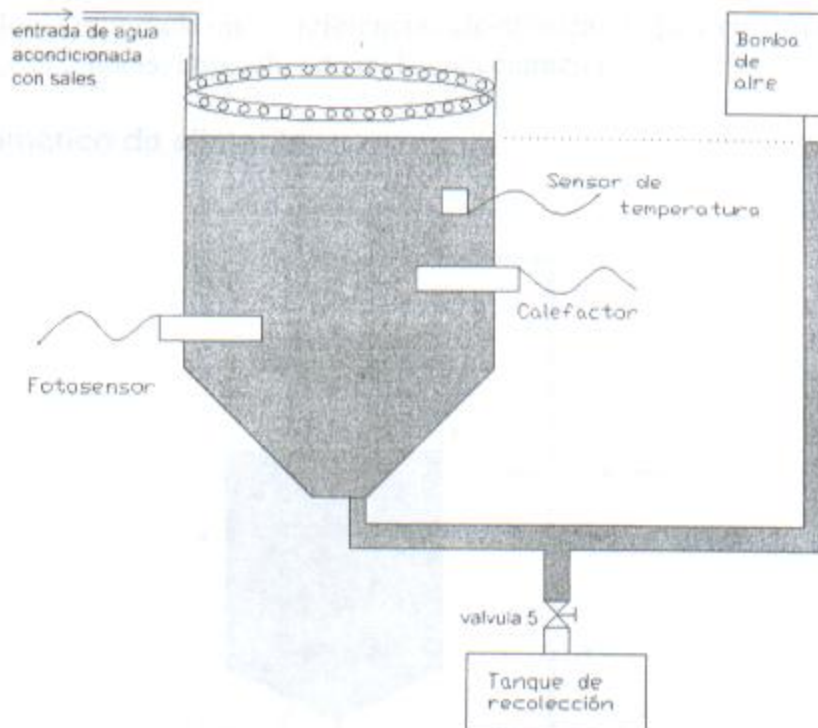


Figura 26 Tanque de eclosión

Temperatura del medio: 28°C
Capacidad del tanque: 10 litros
Iluminación: mínimo 2000 lux
Cantidad de sales: Ver [tabla 3](#)

Tanque de desinfección - hidratación

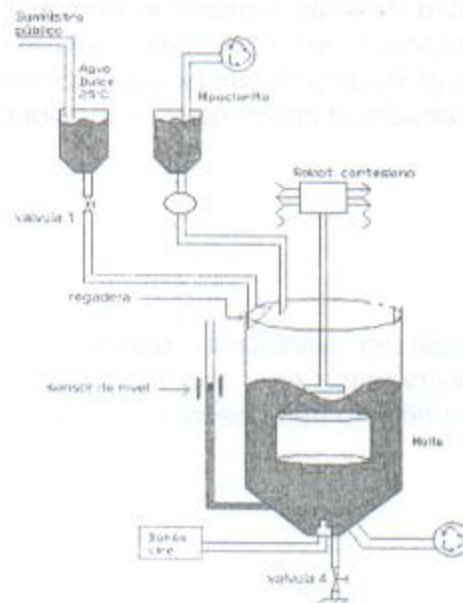


Figura 27 Tanque de desinfección

Para la desinfección de los quistes se requiere utilizar una solución de hipoclorito de sodio en una concentración entre 20ppm y 200ppm (estos datos se obtuvieron mediante pruebas de laboratorio en base a una metodología reportada en las referencias electrónicas[11]), y con un tiempo de estancia desde 20 minutos hasta 2 horas, dependiendo de la concentración.

Dosificador automático de alimento

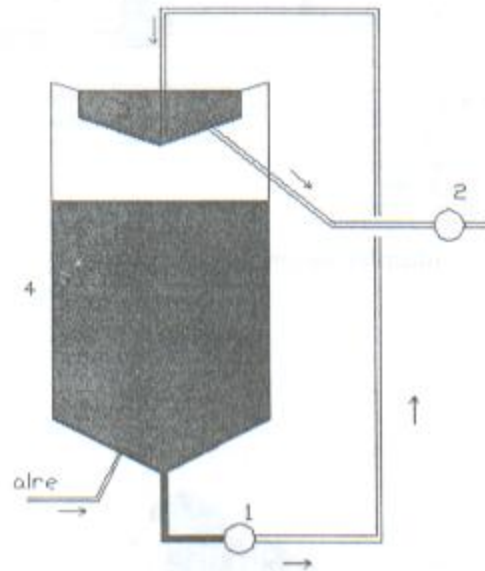


Figura 28 Dosificador automático de alimento

El componente más importante de este dispositivo es el temporizador electrónico que activa un aireador de acuario durante cierto tiempo y con una frecuencia determinada (e.g. se puede ajustar el temporizador de manera que activaría el aireador cada 20 minutos durante medio minuto). A través de un circuito de mangueras, el aire comprimido por el aireador es dirigido hacia el reservorio que contiene la suspensión de alimento. Aquí, el incremento de la presión activa un tipo de "air-water lift" resultando en pequeñas cantidades de la suspensión bombeadas al tanque de cultivo.

Sistema de filtrado

Por cuestiones de economía en tiempo, el sistema de filtrado será un sistema existente en el mercado, ya que estos no son muy costosos y se adaptan perfectamente a los requerimientos del sistema, el principio de funcionamiento se muestra en el la figura 35.

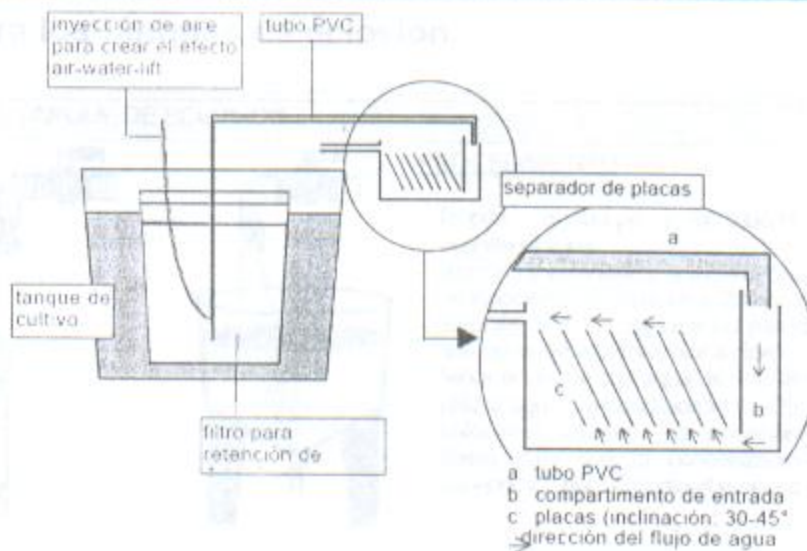


Figura 29 Sistema de Filtrado

Tanque de cultivo

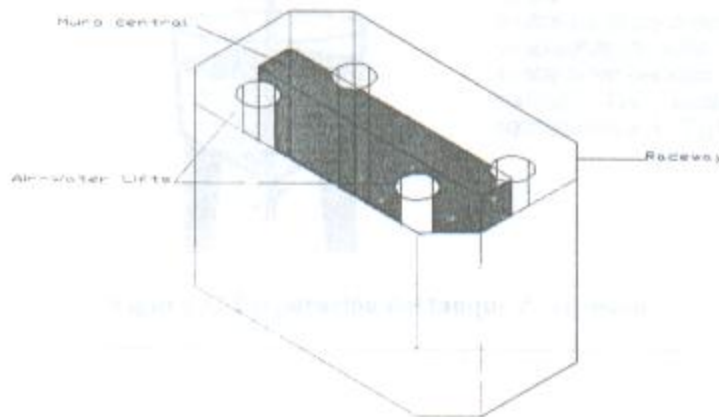


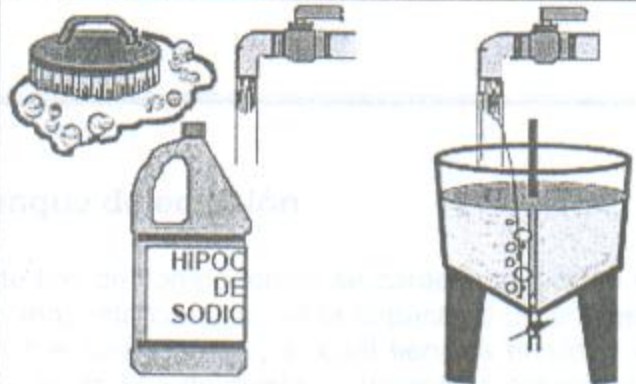
Figura 30 Tanque de cultivo RACEWAY con AIR – WATER LIFT. Capacidad de un 250 litros.



Ilustración 31 Tanque de cultivo.

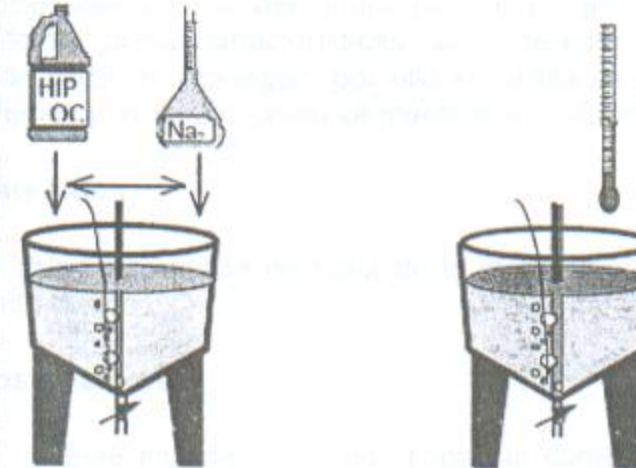
Preparación para los tanques de eclosión.

PREPARACION DEL TANQUE DE ECLOSION



PROCEDIMIENTO

- limpiar el tanque y la tubería de aireación con abundante agua
- desinfectar el tanque y la tubería con una solución fuerte de hipoclorito de sodio (e.g. 200 ppm de cloro activo)
- después de 1-2 h enjuagar las paredes con agua hasta que no se detecta más olor a cloro
- llenar el tanque con agua de mar filtrada (de preferencia utilizar agua pre-condicionada > 25 °C)
- colocar el sistema de aireación (utilizar suficiente líneas para que la concentración de oxígeno sea superior a 2 ppm durante el proceso de eclosión)



PROCEDIMIENTO

- desinfectar el agua con hipoclorito de sodio: e.g. agregar 0.5 g de cloro activo por cada 100 litros de agua y aplicar aireación suave durante 1 h
- neutralizar el agua desinfectada: agregar 0.5 de tio-sulfato de sodio por cada litro de agua
- ajustar la temperatura: 25 - 30 °C
- agregar los quistes en cantidades equivalentes a 1 - 2 g l⁻¹

25-30 °C

Figura 32 Preparación del tanque de eclosión

Integración del prototipo 4

Tanque de eclosión

Este tipo de componentes se caracteriza por su diseño, el cual tiene una forma especial debido a su función, esta consiste en la capacidad de contener 10 litros de agua, además de ser transparente y tener el fondo cónico, lo cual tiene la finalidad de permitir el libre paso de la luz, la capacidad de eclosionar 20 g de quiste en las más óptimas condiciones, por la forma de su fondo el quiste debe de precipitarse al fondo del tanque para que el aire alcance a removerlo y así lograr una aireación casi uniforme; dichas características hacen de este contenedor un envase con formas peculiares y por ende difícil de conseguir, por ello se utiliza un envase de agua de la marca aquafield® de forma invertida y sin fondo, como se muestra en la ilustración 34.

Materiales

Se utiliza un envase de agua de la marca Aquafield® con capacidad de 10 L, transparente y con fondo cónico.

Observaciones

Este tipo de elementos tienen la característica de ser fáciles de encontrar, baratos, tienen buena presentación y son fáciles de trabajar, esto los hace modulares, es decir que en caso de que su vida útil llegue a su fin son fácilmente sustituibles sin la necesidad de hacer una gran inversión o movimientos complicados que retrasen en gran medida la producción, esto provee al diseño de modularidad.

Tanque de desinfección

Este tipo de tanque tiene las mismas características que el tanque de eclosión, solo que en este caso se van a manejar sustancias como son el hipoclorito de sodio, sustancias químicas que por su naturaleza no es muy fáciles de manejar, ya que en algunos casos requieren de componentes especiales que no reaccionen ante la presencia de estos agentes químicos, el tanque seleccionado por el material por el cual se encuentra elaborado, soporta perfectamente el contacto con estos líquidos, es por ello que funcionan muy bien para el propósito del sistema.

Materiales

Se utiliza un envase de agua de la marca Aquafield® con capacidad de 10 L, transparente y con fondo cónico.

Montaje

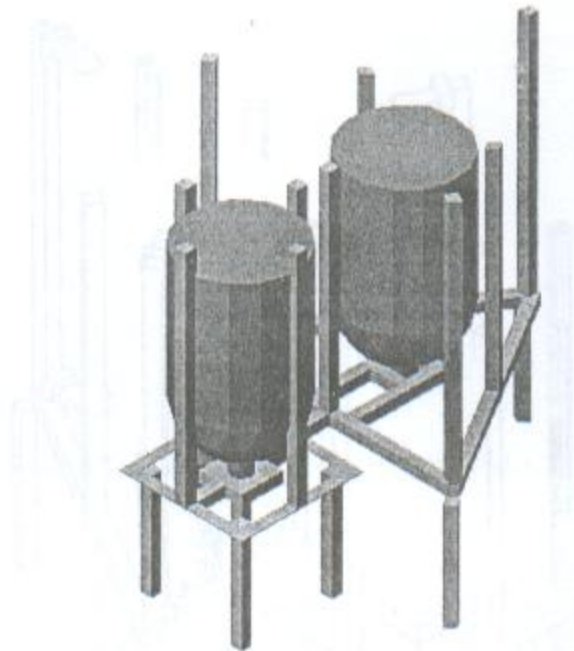


Ilustración 33 Tanques de eclosión y desinfección montados en la estructura

Sistema hidráulico

Materiales

Los materiales que se utilizaron para la construcción del sistema hidráulico tienen la característica de que están fabricados son resistentes al agua salina, al hipoclorito de sodio y al ácido clorhídrico, esto es por las características de los procesos que intervienen en el cultivo de la *Artemia*, además de que no son materiales especiales, los tubos son de PVC, material que cumple muy bien con los requerimientos del sistema.



Ilustración 34 Anillo de distribución de agua

Montaje

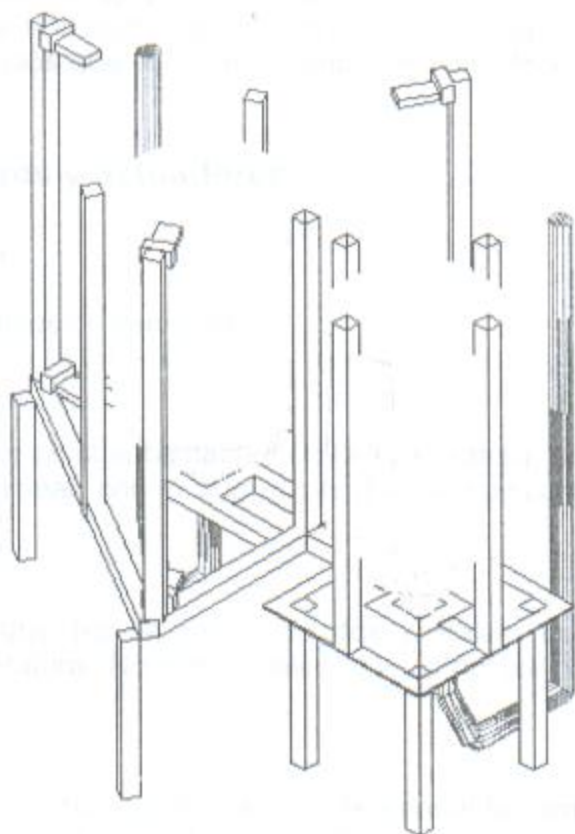


Ilustración 35 Montaje de la red hidráulica de la primera etapa



Ilustración 36 Anillo de distribución instalado en el tanque de eclosión

Observaciones

El montaje está diseñado de forma que se pueda sustituir algún elemento fácilmente para conservar la modularidad del sistema. Los codos de 45° son para evitar que se quede líquido rezagado en algún lugar de la tubería, y los tubos que suben más arriba del nivel de los tanques alojan los flotadores de los sensores de nivel.

Instalación de sensores y actuadores

Sensor de temperatura

Analizando los siguientes tipos de sensores:

Termistores

Son resistencias cuyo valor cambia bastante con la temperatura, son baratos y fáciles de encontrar, pero su respuesta no es lineal, con lo que el circuito electrónico se complica mucho para nuestra aplicación.

Termopares

Son componentes formados por la unión de dos metales, que generan un pequeño voltaje dependiendo de la temperatura. No son lineales, con lo que no son funcionales para la configuración deseada.

El diodo

Es un componente pequeño y barato, el cual sólo deja pasar la corriente en un sentido. En el sentido de la corriente siempre provoca una diferencia de potencial, que depende de la temperatura. La diferencia es muy lineal, de aproximadamente unos 2.2 mV/°C. Su comportamiento es inverso, es decir, más voltaje cuanto más baja es la temperatura.

Sensores específicos

Varios fabricantes de componentes electrónicos han creado sensores específicos para temperatura. Por ejemplo, el LM35 da 0.01 V (10 mV) por cada 1°C. Son totalmente lineales y no requieren apenas electrónica de apoyo. Es por eso que se propone el uso de este sensor.

Para el caso de este sensor, su colocación fue en el extremo opuesto al calefactor, esto para que no se afectaran las lecturas del termómetro.

Sensor de intensidad luminosa

Este elemento debe estar ubicado en el rededor del tanque de eclosión, orientado hacia las fuentes luminosas, para medir la cantidad de luz que incide al tanque de eclosión.

Sensado de la Iluminación

Una consecuencia directa de propagación rectilínea de la luz es la ley inversa del cuadrado. Esta ley se aplica a la iluminación de una superficie debida a la intensidad luminosa de una fuente puntual de luz. Aunque ninguna fuente luminosa está realmente reducida a un punto.

La iluminación de una superficie se define como la cantidad de luz que cae sobre una unidad de área. Si se coloca una pantalla a un metro de una fuente puntual de una bujía (*la bujía se refiere a la*

intensidad luminosa de cualquier fuente de luz), la iluminación será de un lux. A un metro de una fuente de 50 bujías, la iluminación debe ser 50 lux, etc. La iluminación es proporcional a la intensidad luminosa de la fuente de luz e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Si la letra I representa la intensidad luminosa de la fuente de luz en bujías, y d la distancia a la superficie iluminada en metros, la iluminación E es lux estará dada por la siguiente ecuación

$$E = \frac{I}{d^2}$$

Sensor de nivel

El sensor consta de dos partes, las cuales son: el "reed switch", y el imán permanente, el "reed switch" esta ubicado en la superficie del tubo que se encuentra fuera de la estructura, a la altura que los desarrolladores determinen que van a indicar el nivel del líquido, el cual es indicado por el flotador que tiene adaptado un imán permanente.

Lámparas

Están situadas a 24 cm del centro del tanque, para que al momento de encender una de ellas provea el sistema de 936 Lux, esto quiere decir que cuando se encienden las 3 lámparas simultáneamente tenemos una iluminancia de 2808 Lux, este sistema de iluminación está controlado por una etapa de potencia y el microcontrolador PIC, en función de la lectura del sensor de iluminancia que se encuentra ubicado en el fondo del tanque sobre el dispersor de aire.

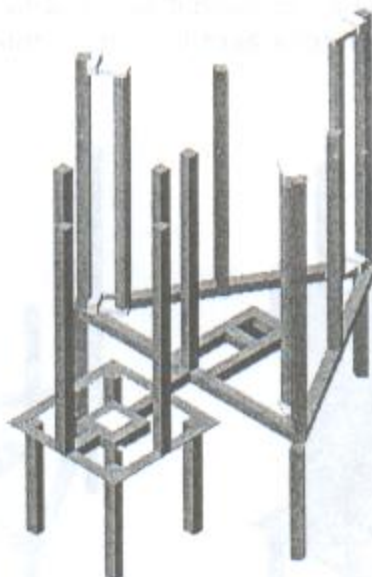


Ilustración 37 Lámparas montadas en la estructura metálica

Etapa de potencia para el encendido de las lámparas

En el siguiente circuito el Triac funciona como un interruptor, en donde al aplicarse 5V funciona como un interruptor de encendido, y cuando se le conecta a tierra funciona como un interruptor de apagado.

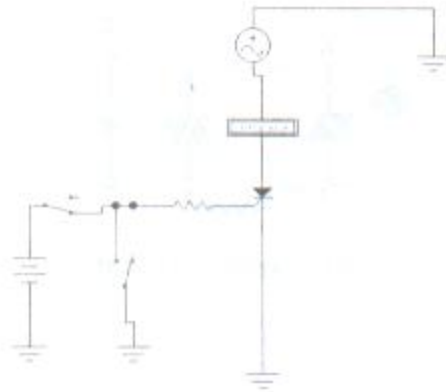


Ilustración 38 Interfaz lámparas – CPU

Calefactor

Su potencia nominal es de 50 W a 127 V de CA a 60 Hz, por sus características este componente debe de estar situado lejos del sensor de temperatura, su ubicación no es muy especial, ya que la transferencia de calor al medio no es tan drástico y no se cubre el riesgo de quemar algún material.

Bombas de aire

Su función es abastecer a los tanques de aire, para remover el contenido de los tanques y así lograr una suspensión de quiste – líquido, otra de las funciones es llevar el líquido a una aireación casi a saturación, las bombas deben de estar a un nivel más alto del máximo nivel alcanzado por el agua que contiene el tanque de eclosión.

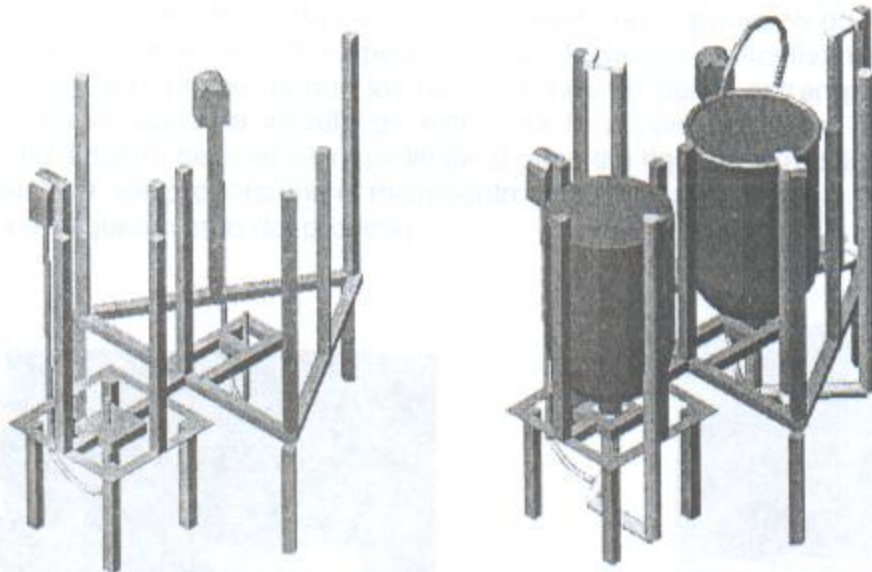


Ilustración 39 Presentación final de la etapa desinfección eclosión

Etapa de potencia

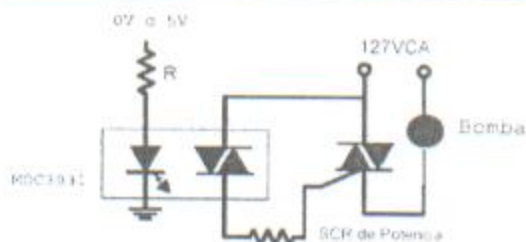


Ilustración 40 Interfaz Bomba – CPU

Válvulas

Al momento se encuentran instaladas 2 electro-válvulas, una es para abastecer de agua salada a los tanques y la otra para regular el paso de las sustancias químicas al tanque de desinfección, la presión mínima a la cual funcionan las válvulas es de 1 psi, la cual se logra elevando los depósitos de abastecimiento de los líquidos arriba del nivel de las válvulas. La moto-válvula se refiere a una válvula especial que fue necesario manufacturar por los desarrolladores del proyecto, debido a que a través de esta pasa el líquido con la biomasa de *Artemia* para su transportación al tanque de recolección, es por ello que no se puede utilizar una válvula convencional en este proceso, el funcionamiento y detallado de este elemento se mencionará más en el siguiente apartado.

Moto-Válvula

El primer subproducto de este proceso es la suspensión de nauplios con la solución salina, la cual se transporta del tanque de eclosión al tanque de recolección por medio de un ducto de PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, esta operación es muy delicada ya que si se realiza una operación que ponga en peligro la integridad física de los nauplios el cultivo puede verse afectado significativamente. El uso de una válvula de esfera minimiza el riesgo de que los nauplios mueran por la estrangulación del diafragma de la válvula, es por ello que a la válvula de esfera se le acopló un motor de CD, para realizar mecánicamente el movimiento de la esfera que limita el paso del líquido, el movimiento del motor está regido por una secuencia que proporciona el microcontrolador PIC, para llegar a la posición de abierto cerrado, según sea el requerimiento del proceso.

Diseño

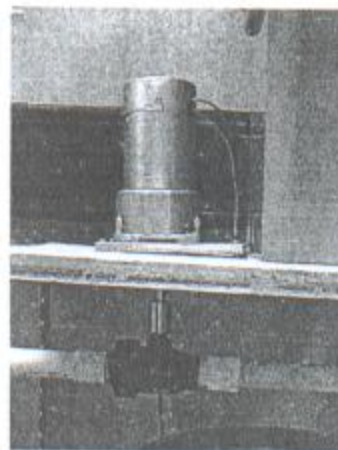
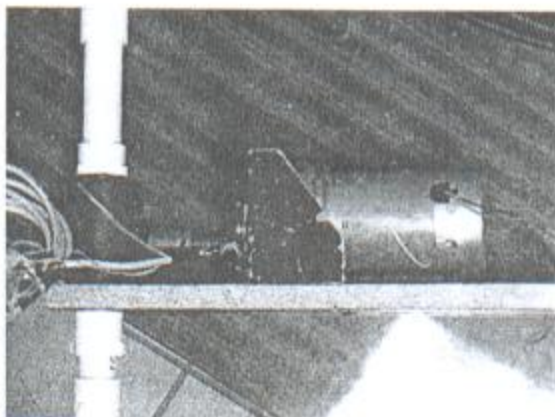


Ilustración 41 Moto-válvula

Robot cartesiano

Sistema de control del tanque de cultivo

Criterios de selección de la banda

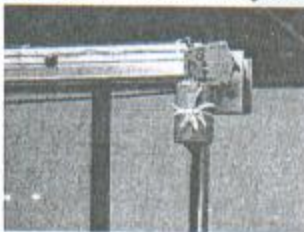
La banda seleccionada para el robot cartesiano fue una banda de temporización o sincronizadas, debido a que se requiere un avance lento, y las fuerzas que se oponen al movimiento del carro principal son muy pequeñas, por lo cual las ranuras que entrelazan los dientes con el asiento de la banda, sólo se ve limitado por la tensión por esfuerzo de tracción que generan la banda y la resistencia al esfuerzo de corte de los dientes de la banda.[9]



Las poleas dentadas son de 2" de diámetro, y de un paso de 3/8", su peso es de 300g y la relación de tamaño de la polea motriz con respecto a la de movimiento inducido es de 1:1, y la distancia entre centros es de 1.27 m. La velocidad a la que giran las poleas es de 33 RPM y la velocidad lineal de nuestra banda es de 5.12 m/min.

Descripción del sistema motriz de la banda del robot cartesiano

El motor utilizado para mover la polea motriz de la banda es un dispositivo que se sustrajo de un sistema de limpia parabrisas de un auto marca volkswagen Caribe, el cual trabaja a 12 volts y tiene una corriente de salida de 2 A, además cuenta con un sistema de tornillo sinfín envolvente simple³ con rueda helicoidal para transmitir el movimiento al eje motriz de la polea dentada, los cuales tienen una velocidad de 1716 RPM y de 33 RPM respectivamente.



Para el torque ver (mott 512)

Se seleccionó un mecanismo de tornillo sinfín con rueda helicoidal porque este tipo de sistemas se emplean en aplicaciones de posicionamiento ya que no exige precisión extrema a velocidades bajas y a niveles bajos de potencia. [9]

³ El sinfín cilíndrico enlaza con un mecanismo de engranaje de tornillo sinfín provisto de dientes angostos provistos de manera envolvente alrededor del gusano[9].

Sistema de volteo del tamiz de transporte

Se seleccionó un sistema parecido al mecanismo motriz de la banda del robot cartesiano, lo único que fue de gran relevancia para la selección y diseño del mecanismo fue que sus componentes tenían que ser plásticos o de acero inoxidable, ya que este se sumerge en el agua; el motor que da la potencia al mecanismo se encuentra situado en la parte superior del brazo extensor del robot y la potencia es transmitida por un cable galvanizado como se muestra en la ilustración.



Mecanismo transmisor de movimiento del brazo extensor

Este sistema es el encargado de introducir el tamiz de transporte dentro de cada tanque según el proceso que corresponda, su movimiento es lineal y tiene una altura máxima y una mínima, el principio básico de operación es un tornillo sinfín y un engrane de acero, donde la relación de velocidades del engrane con respecto al gusano es de 1:1 y sus ejes de giro son paralelos. (para torques ver mott 468)



Interfaz CPU- sistema

Para la comunicación entre la computadora y el sistema se hace uso de dos microcontroladores (Pic16f877A).

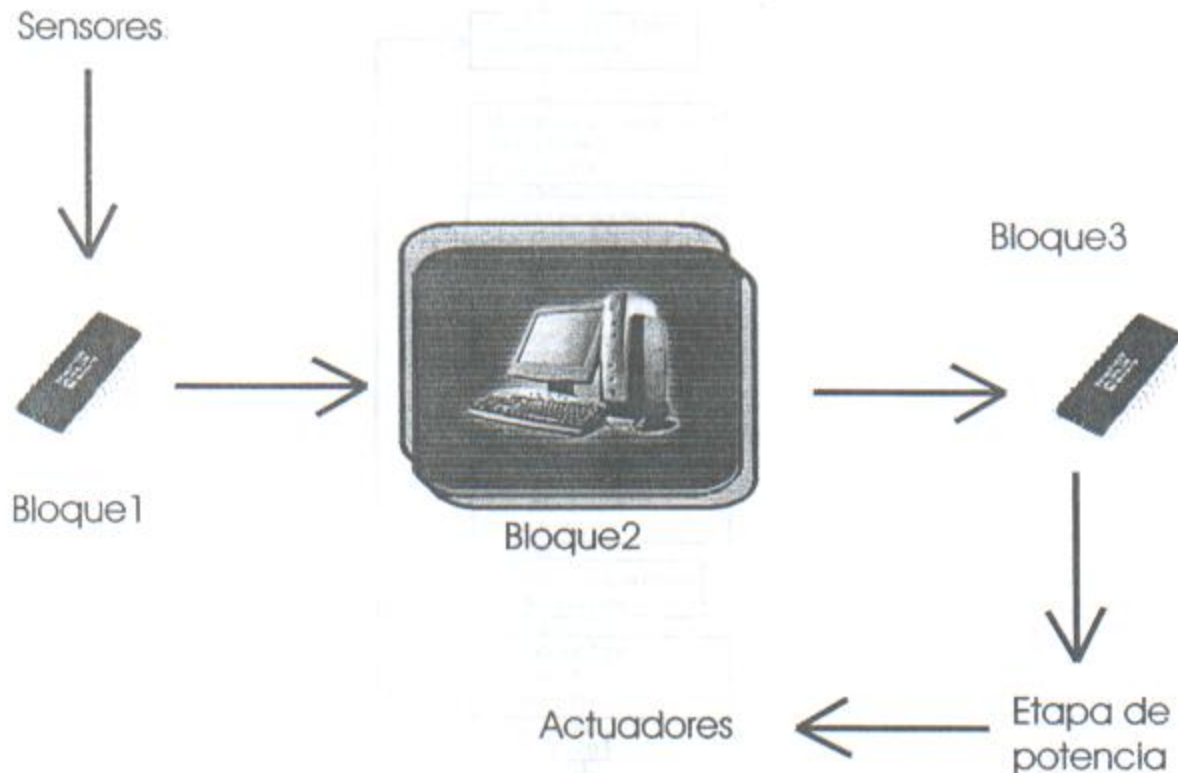


Ilustración 42 Diagrama a bloques de la interfaz

La comunicación se divide en tres bloques y etapa de potencia:

1er bloque.-

Este bloque está formado por un solo microcontrolador, el cual tiene la función de recopilar la información en sus dos puertos de 8 bits cada uno (portc, portd) y su puerto de 3 bits (porte) en los cuales están conectados cada uno de los sensores, por lo que se tiene la capacidad de monitorear hasta 19 entradas digitales (0V ó 5V), además se hace uso del puerto "a" (porta) del microcontrolador, el cuál esta formado por 5 bits que funcionan como entradas convertidoras analógico-digital independientes, con una representación binaria de 10 bits cada una.

El programa cargado al microcontrolador que se utiliza para transferir el total de entradas digitales y analógicas capturadas por el mismo y enviadas por el puerto b a la computadora a través del bus de control y de estado de este, se representa a continuación el diagrama de bloques siguiente:

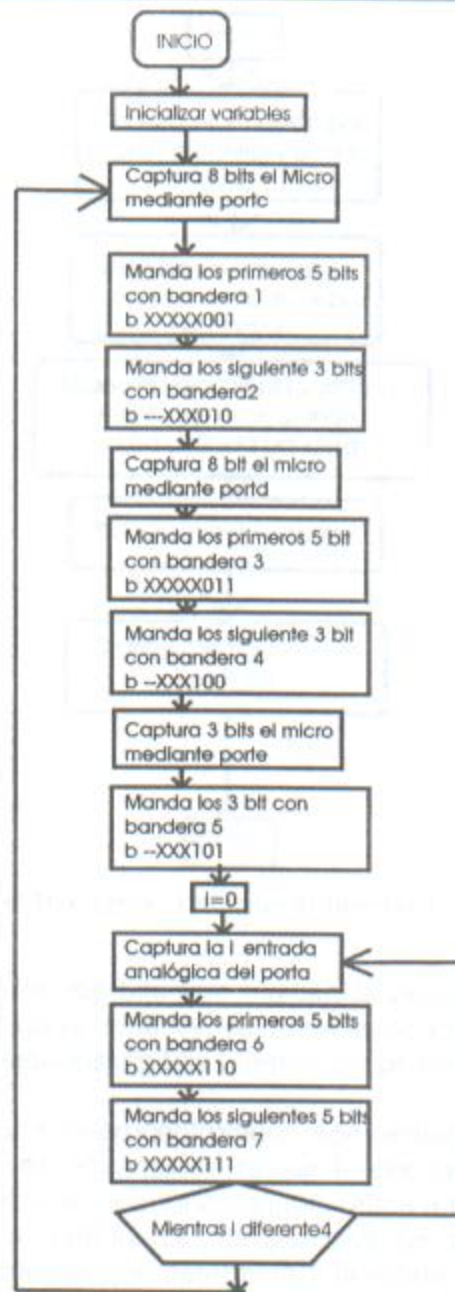


Ilustración 43 Diagrama de bloques del programa cargado en el microcontrolador

b : indica el número que es enviado mediante el portb del microcontrolador a través del bus de control y de estado del puerto paralelo mediante 8 bits digitales de manera binaria.

- : indica que el bits está indefinido, no interesa su valor

x : el valor puede ser 0 ó 1 dependiendo del valor capturado

Existe un tiempo de espera de 5 ms (milisegundos) entre las etapas; se llama a la bandera aquel número que es enviado acompañado por los bits capturados por el microcontrolador con el objetivo de ser identificador en bloques siguientes.

2do bloque

Este bloque consiste en la interpretación de la información en la computadora, recibida del microcontrolador del bloque anterior.

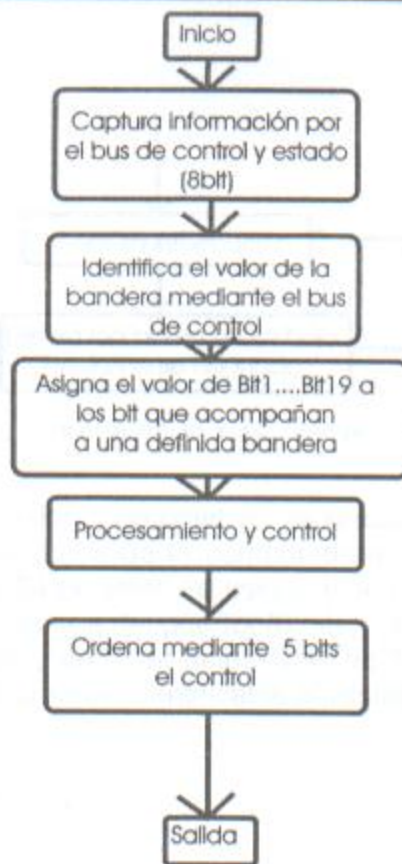


Ilustración 44 Diagrama de bloques de interfaz CPU - sistema

Con el fin de poder ser identificados los bits que indican la posición de los sensores (0 V ó 5 V) primero se debe reconocer el valor de la bandera, ya que sólo se reciben 8 bits por el bus de control y de estados, juntos, y se tienen 19 estados digitales dentro del proceso.

Los 3 bits de bandera enviados por el microcontrolador son recibidos por la computadora por medio del bus de control; el procesador se encarga de recibir la secuencia de la bandera (de 0 a 7), y dependiendo de este valor, es posible asignar una variable única a los bits que acompañan a esta. Una vez identificado todos y cada uno de los bits del proceso, se continúa con la etapa de control en donde existen una serie de instrucciones que determinará la salida deseada, la cual se enviará por el bus de datos hacia el tercer bloque.

3er bloque

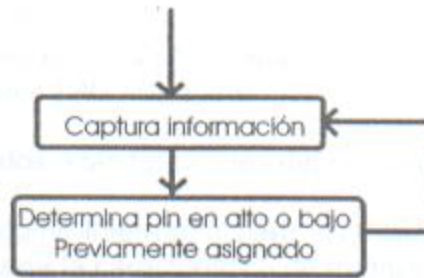


Ilustración 45 Tercer bloque

Está compuesto por un microcontrolador, y su objetivo es decodificar el valor que se recibe de los 5 bits menos significativos del bus de datos de la computadora hacia su puerto a, de tal forma que cuando se reciba un valor entre 1 y 24 decimal, se asigne y se ponga en alto (5 V) uno y sólo una de las terminales del microcontrolador, ya sea del puerto b (8 bits), puerto c (8 bits) o puerto d (8 bits), por el contrario si el número decimal recibido entra en el intervalo de 31 a 54; este es el correspondiente a un bit ya asignado anteriormente fácilmente identificable al restarle 30, a diferencia que este pone en bajo (0V) el bit que indique.

Etapas de potencia en circuito impreso.

Las etapas de potencia van conectadas a las terminales del microcontrolador del bloque 3.

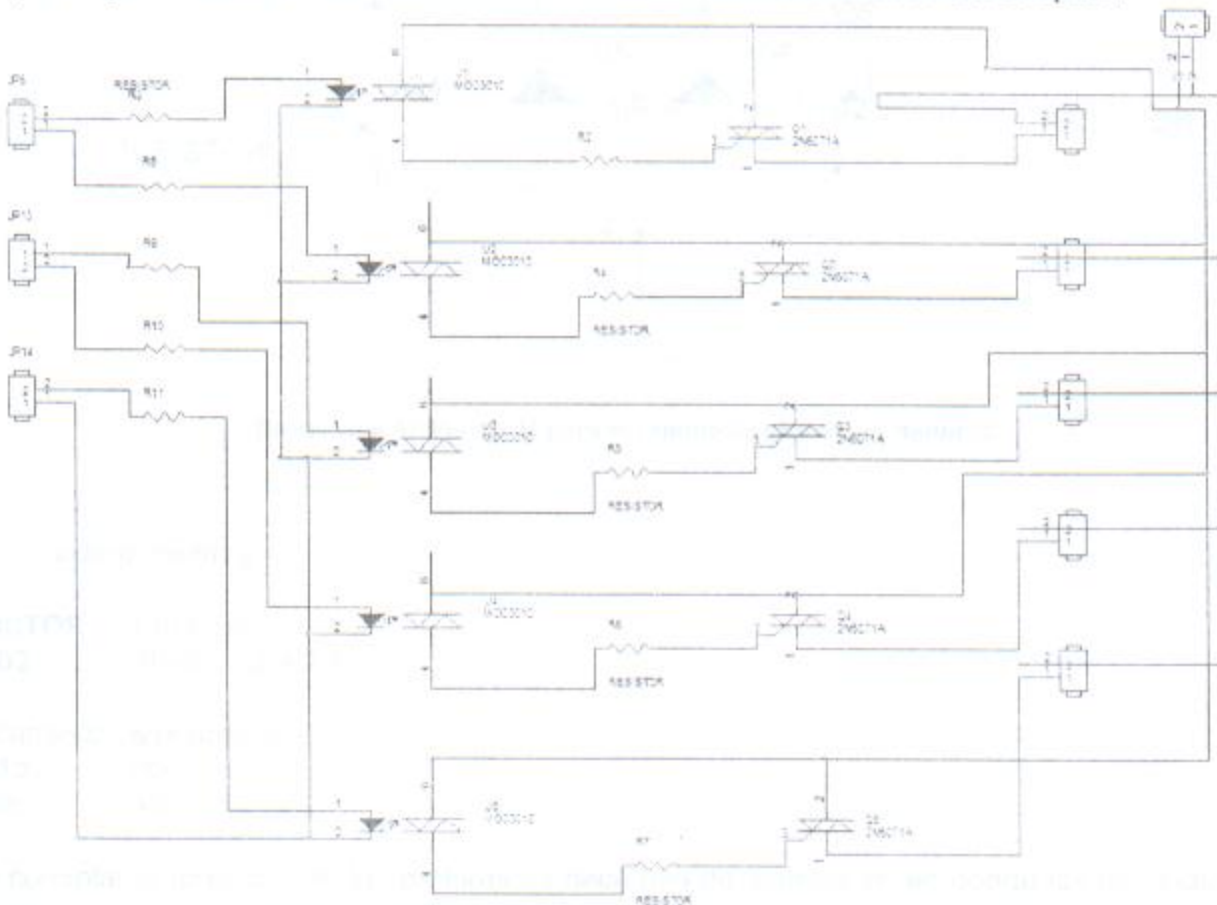


Ilustración 46 Etapa de potencia general en el circuito impreso

Lista de componentes

Moc3010	Optoaislador con salida de triac
2N6071A	Triac 200 RPM
R3,R8,R9,R10,R11	Resistores ½ W 680 ohms
R4,R5,R6,R7	Resistor 1W, 330 ohms

En JP 8, JP13, JP14 van conectados a las terminales del microcontrolador.

Esta etapa de potencia funciona como interruptor para 120VCA, abierto-cerrado, se realizaron dos placas como la que se muestra. Tiene la característica de trabajar hasta 200 VCA a 4 A.

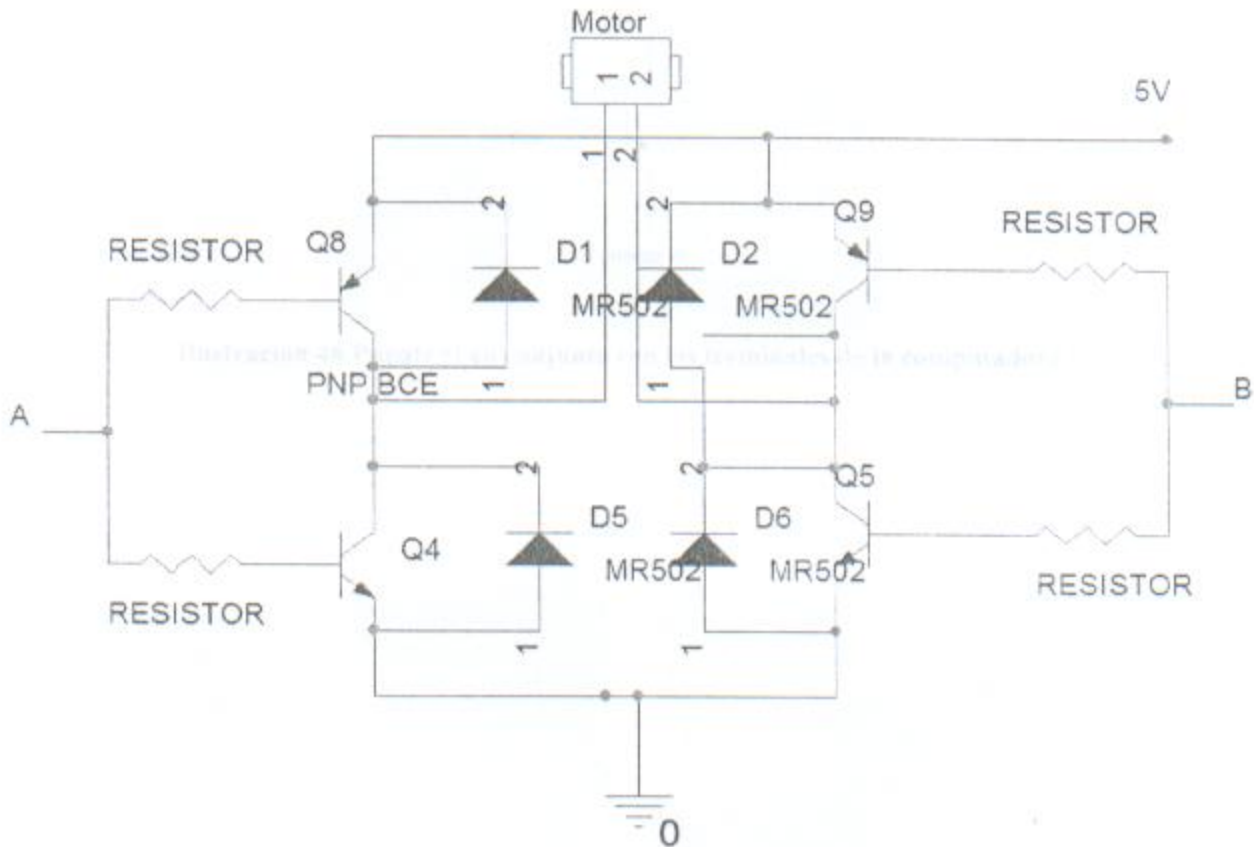


Ilustración 47 Puente H para el cambio de giro de los motores.

Lista de componentes

RESISTOR	1 Kohms
MR502	Diodos para 2 A.

Los transistores ocupados:

Tip41c	nnp
Tip42c	pnnp

Para controlar la dirección de los motores se hace uso de puentes H, en donde las terminales A y B determinan el sentido de giro del motor

	A	B
Giro izquierda	0	1
Giro derecha	1	0

Y la alimentación del circuito está controlada por la siguiente configuración de transistor.

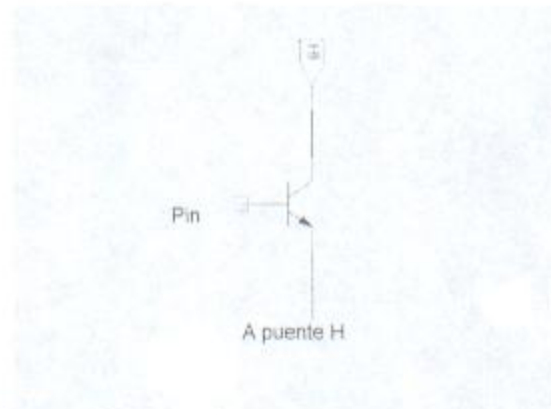


Ilustración 48 Puente H en conjunto con las terminales de la computadora

Al realizar las primeras pruebas con el sistema, se tuvieron los siguientes resultados:



Ilustración 49 presencia de *Artemia franciscana* después de 36 H de eclosión

El comportamiento de los nauplios fue el esperado en presencia de la luz, la mayoría de los organismos se concentraban en los puntos luminosos a los que se les expuso.



Ilustración 50 presencia de sal en los tanques y en los sensores

La presencia de sedimentos de sal en los tanques y en los sensores demandó una reubicación del sensor de limitación, además porque las burbujas introdujeron ruido a las lecturas, para solucionar esto, se colocaron los sensores afuera del tanque de eclosión, además de que fue necesario rediseñar el difusor de aire, y colocar una bomba de aire extra, ya que la fuerza de las burbujas no era la suficiente para generar turbulencia y mantener los quistes en suspensión. Las modificaciones se muestran en la ilustración 52.

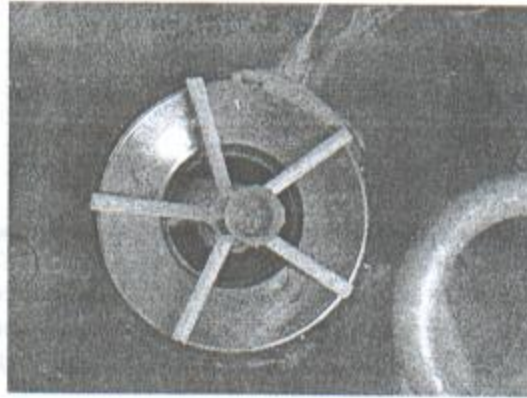


Ilustración 51 Aspersor modificado

De los principales problemas que se tuvieron que resolver a lo largo de la realización de las pruebas del prototipo fueron la sincronización de los tiempos de respuesta de los microcontroladores, de los sensores y del tiempo de procesamiento de la computadora, lo cual fue solucionado mediante algoritmos computacionales complejos y que dieran por hecho la existencia de estos desajustes.

La eficiencia de los sensores y actuadores es alta, ya que estos parámetros coinciden con las condiciones que se calcularon al inicio del trabajo, y además porque estos funcionan establemente durante el tiempo de trabajo para los cuales fueron diseñados, entre los cuales podemos mencionar:

- Sensor de Temperatura
- Sensor de luminosidad
- Sensor de nivel
- Sistema de transporte (robot cartesiano)
- Dosificador de alimento
- Moto-válvulas

Otro aspecto que fue notable al momento de realizar pruebas con el organismo, como fue la primera eclosión, destaco el hecho de que cualquier cambio en las condiciones del medio de las etapas afecta considerablemente su desarrollo y que las más importantes son la salinidad y la temperatura; por ello fue primordial el poner especial atención en el control de estas variables.

Conclusiones 6

La *Artemia franciscana* es un crustáceo, de color rojizo, alargado, que llega a medir hasta 2 cm. pero en la mayoría de los casos apenas llega a medir 1 cm. tienen un desarrollo muy rápido y su hábitat natural es en lagos hipersalinos y el mar. Su desarrollo y etapa biológica son muy susceptibles a las condiciones del medio ambiente, tales como la temperatura, el pH, la iluminación, la salinidad y la cantidad de alimento disponible.

Dentro de las características principales de la *Artemia franciscana* podemos encontrar las siguientes:

- ✦ Tiempo de eclosión en condiciones estándar⁴: 24 a 48 horas.
- ✦ Tiempo de crecimiento hasta una talla comercial: 2 a 3 Semanas.
- ✦ Ubicación Geográfica: América del Norte, Centro y Sur.
- ✦ Contenido en proteínas: nauplios 50-60%; adultos 40-50%.

Posterior al estudio biológico realizado, nos podemos dar cuenta que para competir dentro del mercado de los acuarios comerciales, únicamente es necesario controlar los parámetros de las condiciones estándar⁴, sin embargo en un mercado más grande como es el de la industria camaronera, es necesario un cuidado más extenso, ya que en cultivos masivos las condiciones del agua son determinantes y para asegurar que estas se mantengan dentro del intervalo "aceptable" se requiere de equipos costosos y un cuidado más delicado, además de que los dispositivos de control son más complejos y especializados; por ello se decidió enfocar el prototipo a una producción en pequeña escala, tal es el caso de la venta de alimento vivo (*Artemia franciscana*) para peces de ornato.

Mediante un estudio de mercado realizado el mes de Marzo de presente año (ver anexo 2), destinado a los acuaristas de los principales centros de distribución de la *Artemia sp* dentro de la zona metropolitana, fue posible determinar lo siguiente:

- ✦ La metodología de cultivo es de forma artificial (totalmente manual) y natural (recolección).
- ✦ La escasez de *Artemia sp* se da cuando las condiciones del medio son desfavorables para la eclosión. (especificar si es en el medio natural y enfocado solo a la fase eclosión).
- ✦ No hay un control en la producción que pueda garantizar su calidad y la estabilidad en volumen de abastecimiento.
- ✦ La *Artemia sp* compite por la preferencia con los otros tipos de alimento, por sus características nutritivas (Ver anexo 2 tabla 11).
- ✦ El conocimiento acerca del cultivo de *Artemia* es todavía muy empírico y muchas personas relacionadas en este campo, están todavía ajenos a técnicas automáticas y potencialidades de la producción de *Artemia sp*.

⁴ Condiciones estándar: 28 °C, 2000 Lux (Como mínimo), 8,5 de pH, aireación a saturación y gravedad específica de 1,022.

En esta ocasión se pretendió dar un enfoque más amplio a lo que es un trabajo terminal, enfocándose a campos como el de la biología y el ámbito empresarial, con esto se pretende demostrar que la mecatrónica es una carrera multidisciplinaria que lo único que limita sus aplicaciones son la creatividad del ingeniero y los recursos con los que cuenta.

El control realizado de los parámetros de cultivo y eclosión (temperatura, iluminación, nivel de líquido y tiempo) es muy eficiente, ya que el sistema es capaz de mantener dichas condiciones dentro del intervalo requerido por las características del proceso, además de que los componentes de dichos sistemas son altamente comerciales y por lo tanto fáciles de encontrar. Un punto importante dentro de los dispositivos de control es que su mantenimiento y sustitución son accesibles para el usuario, esto brinda robustez al proceso, en cuanto a las condiciones como pH, salinidad, niveles de nitritos, CO₂ y otros parámetros que intervienen en el sistema, no se automatizaron, debido a la falta de tiempo y a la complejidad de los sensores, pero posteriormente se realizará investigación para desarrollar estos sistemas y así completar el ciclo automático del proceso.

La metodología para controlar el proceso, es producto de la aplicación de sistemas mecatrónicos bajo una plataforma digital totalmente gráfica y eficiente, que al compararse con los procesos manuales que se reportan en la actualidad, el prototipo presentado a lo largo del este reporte, fue diseñado Raúl Valencia y Luis Márquez, en conjunto con sus asesores, esto representa una innovación dentro del área mecatrónica y tecnológica.

Para la construcción de los tanques de cada etapa fue necesario apegarse a las restricciones reportadas en la bibliografía, ya que cada uno de ellos tiene características especiales de acuerdo a su función.

Uno de los problemas fue el encontrar los materiales de forma comercial, ya que el hecho de mandar a hacer los tanques involucra un costo más elevado y para fines de prototipo, esto resulta poco funcional, por tal motivo fue suficiente utilizar contenedores que se aproximaran lo más posible a los requerimientos del proceso; para fines comerciales se pretende aplicar la reingeniería y utilizar elementos de primera calidad, sin los errores que presentan los tanques utilizados en este prototipo, el cual tiene como finalidad encontrar las deficiencias que en un momento dado se pudiesen corregir.

La etapa de decapsulación no fue implementada dentro del proceso de cultivo de *Artemia franciscana* ya que en esta etapa se requiere de un sistema de enfriamiento para la disminución de la temperatura resultante de una reacción exotérmica entre el quiste de *Artemia* y el hipoclorito de sodio, dicho equipo es costoso y por el momento no se cuentan con el recurso para obtenerlo, en su lugar se empleo un método alternativo de desinfección reportado en la bibliografía, en la cual se utiliza un desinfectante (hipoclorito de sodio) de menor concentración, esto permite que la reacción sea controlable y no lleve a los quistes a una temperatura que los pueda dañar irreversiblemente (40°C).[3]

Al momento, el presente proyecto se encuentra inscrito dentro de un programa de incubación en el CIEBT del IPN, lo cual delimita un tiempo de 2 años para el establecimiento de esta idea como empresa establecida bajo los regímenes de la ley mercantil dentro del país.

La aplicación de los conceptos mecatrónicos enfocados a la resolución de problemas en el cultivo de *Artemia franciscana* condujo al desarrollo de sistemas independientes que son capaces de controlar parámetros relacionados con el medio ambiente de forma confiable, lo cual le da un amplio espectro de aplicaciones en otros campos, tales como los que tienen que controlar niveles de líquido, temperatura y luminosidad.

Por otra parte la Artemia como alimento vivo para pez, tiene la finalidad de ser comercializado en un mercado nacional, el cual se tiene totalmente cautivo y puede ser explotado con una producción semiautomática como esta; el uso de este organismo no se limita únicamente a el consumo por peces de acuario domestico, sino que también puede ser utilizado como alimento para larvas de camarón, cría de peces de consumo e inclusive en la elaboración de suplementos alimenticios, ya que la *Artemia* cuenta con gran cantidad de elementos nutritivos en su composición biológica.

La experiencia que se adquirió a lo largo de el desarrollo de este proyecto mecatrónico dentro de un ámbito biológico, fue la de integrar sistemas con aplicaciones diversas inclusive fuera de la línea de la mecatrónica; con esto se fortalecen los conocimientos interdisciplinarios adquiridos dentro de la carrera.

De los aspectos que pueden ser mejorados posteriormente se destacan los siguientes:

- ✎ Tanques de desinfección y de eclosión (paredes lisas, sin estrias).
- ✎ Sistema de rieles de el robot cartesiano (de aluminio y con estructura mas estable y rigida).
- ✎ Sensores de fin de carrera (un modelo menos vulnerable a la salinidad y humedad del medio).
- ✎ Conexiones (realizar mediante serigrafía los circuitos impresos para todas las etapas).
- ✎ Cambiar los alambres de los sensores por cable del mismo calibre.
- ✎ cambiar los motores de las moto-valvúlas por motores de menor tamaño y cuyo par sea suficiente para abrirlas.

Sistemas que se pretenden agregar prototipo:

- ✎ Sensor y regulador de pH automático.
- ✎ Sensor y regulador de salinidad.
- ✎ Sensores de nitritos y de CO₂, y posiblemente un dispositivo que los regule.
- ✎ Sistema de filtrado biológico y de partículas solidas.
- ✎ Sistema automático de embolsado del producto final.

Además de las mejoras mencionadas anteriormente, también es posible desarrollar líneas de investigación biológica de las diferentes etapas que integran el proceso de cultivo de la *Artemia franciscana* (decapsulación, desinfección, eclosión, recolección, cultivo y filtrado biológico), con la finalidad de validar lo reportado en la bibliografía con el comportamiento real de la especie con la que se va a trabajar.

Referencias

- [1] Über die geographische Verbreitung der Mutanten von *Artemia salina* Leach. Arch. Julius Klaus-Stift. 21: 479–482. Barigozzi, C.-1974.
- [2] M. Morris Mano; "DISEÑO DIGITAL"; 1ª Edición; PHH Prentice Hall; México; 1987.
- [3] Patrick Sorgeloos, Patrick Lavens, Philippe Lè, Win Tackaert, Danny Versichele; MANUAL PARA EL CULTIVO Y USO DE ARTEMIA EN ACUACULTURA PROGRAMA COOPERATIVO GUBERNAMENTAL FAO – ITALIA; Pagina en Internet: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB474S/AB474S00.htm#TOC>
- [4] Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas; Pagina en Internet: [www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/ Artemia/](http://www.cenaim.espol.edu.ec/publicaciones/Artemia/) (la fecha en que la consultaron)
- [5] Sorgeloos, P.; Bengtson, D.A.; Decler, W; "Artemia research and its applications" Vol. 1; 3ª Edition; Universa Press, Wetteren, Belgium, in press, J.A.-1980.
- [6] Persoone, G.; Sorgeloos, P.; Roels; "Technological aspects of the batch culturing of *Artemia* in high densities"; 133–152; Universa Press, Wetteren, Belgium, 456 pp.; Schleser, R.A.-18
- [7] Gabriel Baca Urbina; "Evaluación de proyectos"; 4ª Edición; Mc Graw Hill; México; 2001.
- [8] Sato; "Ways to convert salt farm to Artemia farm"; Thai Fisheries Gazette, 34(5): 467–48, N.L.-1967.
- [9] Robert L. Mott; "Diseño de elementos de máquinas"; 2ª Edición; Prentice Hall; México; 530-534; 1995.
- [10] Russell C. Hibbeler; "Mecánica de materiales"; Tercera reimpresión; CECSA; México; 827, ;1998.
- [11] Powell fabrication and manufacturing Inc.; <http://www.poweelfab.com/espanol/espanol-pdfs/1250rev4-spanish.pdf>

Índice de tablas

Tabla 1 Datos de porcentaje de eclosión (H%), eficiencia de eclosión (HE), tasa de eclosión, peso seco naupliar, contenido energético naupliar y biomasa de eclosión (HO) de nauplios de <i>Artemia</i> eclosionados de quistes de diversos orígenes bajo condiciones estándar.....	19
Tabla 2 Efectos de la incubación a baja salinidad sobre el porcentaje de eclosión, peso naupliar individual, contenido energético naupliar y biomasa de eclosión de quistes de diferentes orígenes geográficos.	20
Tabla 3 Agua de mar artificial usada en la eclosión y cultivo de <i>Artemia</i>	20
Tabla 4 Localización y funcionamiento de los sensores y actuadores.....	27
Tabla 5 Características de la electroválvula.....	34
Tabla 6 Características de la lámpara fluorescente.....	36
Tabla 7 Estado de los dispositivos en cada uno de los procesos.....	37
Tabla 8 Estado de los dispositivos en cada uno de los procesos (Continuación).....	38
Tabla 9 Descripción de actividades detallado.....	39
Tabla 10 Descripción de actividades detallado (continuación).....	40
Tabla 11 Resultados de cuestionarios para clientes indirectos.....	84
Tabla 12 Cuestionarios aplicados a clientes indirectos.....	85
Tabla 13 Resultados de cuestionarios aplicados a clientes directos.....	85
Tabla 14 Cuestionarios aplicados a clientes directos.....	86

Índice de Figuras e Ilustraciones

Figura 1 Ultra estructura de los quistes.....	15
Figura 2 Desarrollo del quiste de <i>Artemia sp</i> desde la incubación en agua de mar (AM) hasta la liberación del nauplio.	16
Figura 3 Relación entre la concentración de glicerol en los quistes (- □ -), el nivel de glicerol en el medio (- o -), el porcentaje de quistes en fase de "ruptura" (- • -) y el tiempo de incubación de quistes de <i>Artemia</i> a 3 concentraciones diferentes de NaCl.	18
Figura 4 Efecto del pH en el medio de incubación sobre la actividad de la enzima de eclosión de los embriones de <i>Artemia</i> (según Sato, 1967).	18
Figura 5 . Diseño esquemático del dispositivo usado para medir las tasas de flujo de aire (litros/min).	21
Figura 6 Líneas de tierras y de datos.....	9
Ilustración 7 Interfaz Bomba - CPU.....	57
Ilustración 8 Diagrama a bloques de la interfaz.....	60
Ilustración 9 Diagrama de bloques del programa cargado en el microcontrolador.....	61
Ilustración 10 Diagrama de bloques de interfaz CPU - sistema.....	62
Ilustración 11 Tercer bloque.....	63
Ilustración 12 Etapa de potencia general en el circuito impreso.....	63
Ilustración 13 Puente H para el cambio de giro de los motores.	64
Ilustración 14 Puente H en conjunto con las terminales de la computadora.....	65
Figura 15 Diagrama esquemático del efecto de las temperaturas del agua sobre el metabolismo del quiste de <i>Artemia</i> para valores comprendidos entre -20°C y más de 40°C.....	23
Figura 16 Efecto de la intensidad luminosa sobre la tasa de eclosión de quistes de <i>Artemia</i> de varios.	25
Figura 17 Diseño esquemático del prototipo.....	26
Ilustración 18 Diagrama de conexión de las foto resistencias.....	29
Figura 19 Resistencia vs. candelas/pie.....	30

Ilustración 20 Encapsulado de las foto resistencias.....	31
Ilustración 21 Encapsulado del sensor de temperatura.....	32
Figura 22 Sensor "reed switch".....	32
Figura 23 Ubicación del sensor de nivel en los tanques.....	33
Ilustración 24 Micro interruptores 15 Amp.....	33
Ilustración 25 Con palanca de lámina.....	33
Figura 26 Electroválvula.....	34
Figura 27 Bomba de agua para acuarios marinos.....	35
Figura 28 Termostato.....	35
Ilustración 29 Etapa de potencia 5 VCD - 127 VCA.....	36
Figura 30 Bomba de aire de diafragma.....	36
Figura 31 Robot cartesiano.....	41
Figura 32 Tanque de eclosión.....	47
Figura 33 Tanque de desinfección.....	47
Figura 34 Dosificador automático de alimento.....	48
Figura 35 Sistema de Filtrado.....	49
Figura 36 Tanque de cultivo RACEWAY con AIR – WATER LIFT. Capacidad de un 250 litros.....	49
Ilustración 37 Tanque de cultivo.....	49
Figura 38 Preparación del tanque de eclosión.....	50
Ilustración 39 Estructura metálica eclosión desinfección.....	44
Ilustración 42 Tanques de eclosión y desinfección montados en la estructura.....	52
Ilustración 45 Anillo de distribución de agua.....	52
Ilustración 46 Montaje de la red hidráulica de la primera etapa.....	53
Ilustración 47 Anillo de distribución instalado en el tanque de eclosión.....	53
Ilustración 48 Lámparas montadas en la estructura metálica.....	55
Ilustración 49 Interfaz lámparas – CPU.....	56
Ilustración 50 Moto-válvula.....	57
Ilustración 51 Presentación final de la etapa desinfección eclosión.....	56
Ilustración 52 presencia de <i>Artemia franciscana</i> despues de 36 H de eclosión.....	66
Ilustración 53 presencia de sal en los tanques y en los sensores.....	66
Ilustración 55 Tipo de base.....	5
Ilustración 56 Polarización del LM35.....	6
Ilustración 57 Descripción del encapsulado.....	6
Ilustración 58 Bomba de diafragma.....	7
Ilustración 59 Descripción de los MOC3011.....	8

Índice de Fotografías

Foto 1. Lago con presencia de quiste en sus orillas.....	11
Foto 2. Ruptura de la membrana externa del quiste.....	11
Foto 3. Nauplio emergiendo del quiste.....	11
Foto 4. Se observan apéndices lobulares en la región torácica.....	12
Foto 5. Vista frontal superior de una <i>Artemia</i> adulta.....	12
Foto6. Vista frontal superior de una <i>Artemia</i> adulta.....	12
Foto 7 Toracópodo.....	13
Foto 8 Apareamiento de la <i>Artemia</i> sp.....	13
Foto 9. <i>Artemia</i> hembra.....	13
Foto 10. <i>Artemia</i> macho.....	13
Foto 11. Sacos laterales de la <i>Artemia</i>	14
Foto 12. Reproducción ovípara.....	14
Foto 13. Reproducción ovovivípara.....	14

A

Anténulas: Primer par de antenas del nauplio de la *Artemia sp.*

Artemia sp: Clasificación general del organismo "*Artemia*".

Ametabólico:

Acuicultura: Actividad relacionada con el manejo de peces y todas las actividades que está conlleva.

C

Carbohidrato: Compuesto orgánico (azúcar) formado por hidrógeno carbono y oxígeno.

Cinco fuerzas de Porter:

Cliente directo: son aquellos quienes van a recibir el producto directamente los productores.

Cliente indirecto: Es aquella persona(s) que adquiere el producto con el cliente directo que en este caso serian los acuarios o productores.

Criptóbiosis: Se le llama así cuando los quistes de *Artemia* se encuentran en espera de que las condiciones sean aptas para su eclosión.

Corion: Capa dura formada de lipoproteínas impregnadas de quitina y hematina, cuya función es proporcionar una protección adecuada al embrión contra rupturas mecánicas y radiaciones.

D

Diapausa: Parada reversible del metabolismo embrionario.

Decapsulación: Se le llama así a la eliminación del corion que recubre y protege a los huevos de la *Artemia sp.*, a base de una solución decapsuladora.

Desinfección: proceso mediante el cual se limpian los quistes de las impurezas que pudieran afectar la eclosión y el cultivo.

Diócas: poblaciones compuestas por individuos machos y hembras.

E

Eclosión: es cuando los nauplios de *Artemia* emergen del cascarón.

Hemoglobina: pigmentos respiratorios.

G

Gástrula: Momento en el cual son rodeados de una gruesa cáscara, entrando en un estado de latencia o diapausa.

Glicerol: Compuesto orgánico intermediario en la producción de ATP (energía).

Glucógeno: Compuesto orgánico almacenado para la producción de energía a partir de glucosa.

H

Hematina: Producto de secreción de las glándulas del útero (color marrón).

Hemoglobina: Proteína que acarreadora de oxígeno en la sangre para los procesos metabólicos.

Higroscópico: Característica de los organismos que describe la alta absorción de agua.

I

In vitro: Cultivo de un organismo en en condiciones de laboratorio.

In situ: Cultivo de un organismo en su ambiente natural.

L

Labro: Membrana que cubre la cara ventral de la *Artemia sp*

Lipoproteínas: Conjunto de aminoácidos con características lipofílicas.

M

Marketing: Campo donde se analizan las fuerzas de ventas relacionadas con la actividad económica.

Mecatrónica⁵: Es la integración sinérgica de la Ingeniería Mecánica, Electrónica y control inteligente por computadora en el diseño y manufactura de productos y procesos.

Modularidad: Característica inherente a un sistema el cual describe la flexibilidad en cuanto a el intercambio de piezas, tiene que ver con la estandarización.

N

Nauplio: Estado larvario de la *Artemia sp* cuando recién ha emergido del cascarón.

Ocelo: Ojo naupliar.

F

Fenomenología: Se refiere a la descripción general del ciclo de vida de un organismo vivo, que incluye las condiciones ambientales y factores físico químicos que permiten el desarrollo de cada una de las etapas del organismo que se estudia.

Osmorregulatorio: Capacidad de un organismo para permitir el paso de sustancias a favor de un gradiente de concentración.

P

Precópula: Cuando el macho sujeta a la hembra entre el útero y el último par de toracópodos.

Prenauplio: la cáscara del quiste estalla con lo que se hace visible el organismo rodeado de la membrana de eclosión.

Presión osmótica: Presión que se ejerce sobre la cutícula naupliar cuando existe una diferencia entre las concentraciones del interior del quiste y el exterior.

Proteico: hace referencia al contenido de proteínas del organismo en cuestión.

Proveedor: Persona u organización que abastece de los recursos materiales o servicios, necesarios para realizar un proceso productivo.

Q

Quiste: Huevo de *Artemia sp.*

Quitina: Producto de descomposición de la hemoglobina.

R

Recolección: Proceso mediante el cual se separan los residuos de eclosión, principalmente las cáscaras y el quiste que no eclosionó.

T

Toracópodos: Extremidades motrices de la *Artemia sp.*

Presentación de cuestionarios

A continuación se presentan los modelos de los cuestionarios que se aplicaron a cada uno de los clientes, los cuales se clasifican según el criterio que se manejó anteriormente.

“CUESTIONARIO: CLIENTE DIRECTO”

Nombre del Distribuidor: _____
Dirección: _____
Teléfono: _____
Correo Electrónico: _____
Local: _____

Este cuestionario está diseñado para obtener información sobre sus gustos y preferencias para la mejora del servicio ofrecido. Tiene una duración máxima de 5 minutos.

INSTRUCCIONES: Marque la respuesta que responda a la pregunta según su criterio.

1. ¿Dentro de su establecimiento vende alimento vivo para pez “*Artemia*”?

- Sí
- No

Si su respuesta es negativa, favor de entregar la encuesta. Gracias por su participación.

2. ¿Cuál es el tiempo máximo de vida que ha registrado del producto “*Artemia*” que considera de buena calidad ?

- De 1 a 3 días
- De 4 a 6 días
- De 7 a 9 días
- Más días ¿Cuántos días?: _____

3. ¿Qué proceso de cuidado lleva a cabo para que la vida de la *Artemia* en las bolsas, sea mayor?

- Lugar fresco
- Lejos del sol
- Posición vertical de las bolsas
- Otros. Especifique: _____

4. ¿A que precio la vende en temporada normal?

- 50¢ a \$1.00
- \$1.10 a \$2.00
- \$2.10 a \$3.00
- otro cuanto: _____

5. ¿A que precio la vende en temporada de escasez?

- 50¢ a \$1.00
- \$1.10 a \$2.00
- \$2.10 a \$3.00
- otro cuanto: _____

6. ¿Cuál es el precio que paga por cada lote de *Artemia* (en temporada de escasez)? (Lote = contenedor de bolsas individuales)

Respuesta: _____

7. ¿Es importante el color y el tamaño que tiene la *Artemia* para que la compre?

- Si ¿por qué?: _____
- No ¿por qué?: _____

8. ¿Que características de las bolsas que contienen la *Artemia* mejoraría?

- Resistencia
- Tipo de sello (con liga, sellado térmicamente, etc.)
- Logotipo (estampado)
- Su tamaño
- Su color
- Su duración
- Otro: _____

9. ¿Enumere según el grado de importancia, siendo 1 el más importante y 5 el menos importante de las siguientes características?

- ___ Precio ofrecido del producto
- ___ Tamaño y color
- ___ Cantidad de *Artemia*
- ___ Empaque o bolsa
- ___ Envío a domicilio y/o Promociones

10. ¿Cuánto sería el precio máximo que estaría dispuesto a pagar por un producto que cumpliera con sus expectativas, en el orden que usted las enumeró anteriormente?

Respuesta: _____

“CUESTIONARIO: CLIENTE INDIRECTO”

Este cuestionario está diseñado para obtener información sobre sus gustos y preferencias para la mejora del servicio ofrecido. Tiene una duración máxima de 5 minutos.

INSTRUCCIONES: Marque la respuesta que responda a la pregunta según su criterio.

1. ¿Utiliza el alimento conocido como *Artemia*?

Sí

No

Si su respuesta es negativa, favor de entregar la encuesta. Gracias por su participación.

2. ¿Con qué frecuencia adquiere la *Artemia*?

De 1 a 3 bolsas por mes

De 4 a 6 bolsas por mes

De 7 a 9 bolsas por mes

De 9 a más bolsas

3. ¿En donde adquiere la *Artemia*?

Acuario cerca del domicilio

Tiendas comerciales

Tianguis

Otros: _____

4. ¿Cuánto paga por bolsa?

50¢ a \$1.00

\$1.10 a \$2.00

\$2.10 a \$3.00

otro cuanto: _____

5. ¿Existe otro alimento que conozca para sus peces?

Sí

No

¿Cuál?: _____

6. ¿Tiene preferencia por la *Artemia* en comparación con otros alimentos?

- Si ¿por qué?: _____
- No ¿por qué?: _____

7. ¿Que características de la *Artemia* mejoraría?

- Cantidad en bolsas
- Su tamaño
- Su color
- Su duración
- Resistencia
- Tipo de sello (con liga, sellado térmicamente, etc.)
- Logotipo (estampado)
- Otro: _____

8. ¿Le gustaría que el empaque de la *Artemia* especificara la cantidad exacta de organismos vivos, calidad de los mismos, precio, instrucciones de almacenamiento, uso, etc.?

- Si
- No
- No relevante

*Gracias por su colaboración,
La información será de gran ayuda
para brindarle un mejor servicio.*

Estudio de Mercado

Importancia de una investigación de mercados

En definitiva, una Investigación de Mercados es una potente herramienta, que debe permitir a la empresa obtener la información necesaria para establecer las diferentes políticas, objetivos, planes, capacidades, tiempos de producción y estrategias más adecuadas a sus intereses.

La Investigación de Mercados es la recopilación y análisis de información, en lo que respecta al mundo de la empresa y del campo de aplicación, realizado de forma sistemática o expresa, para poder tomar decisiones dentro del campo del "marketing" y de la producción, es decir:

"La recopilación sistemática, el registro y el análisis de los datos acerca de los problemas relacionados con el mercado de bienes y servicios"⁶.

Contribución de la investigación de mercados

En la toma de decisiones básicas:

La investigación de mercados proporciona la información necesaria para la maduración de decisiones básicas y de largo alcance de la empresa que requieren un análisis cuidadoso de los hechos. Cuando las soluciones alternativas de los problemas son complejas, la toma de decisiones sin su auxilio es peligrosa.

En la tarea directiva:

Proporcionará al directivo conocimientos válidos sobre cómo tener el producto (*Artemia*) en el lugar, momento y precio adecuados. Reduce considerablemente los márgenes de error en la toma de decisiones.

En la rentabilidad de la empresa:

Básicamente permitirá al aumento del beneficio empresarial ya que tiene las siguientes ventajas.

- ☐ Permite adaptar mejor los productos a las condiciones de la demanda.
- ☐ Perfecciona los métodos de promoción.
- ☐ Hace por una parte más eficaz el sistema de ventas y el rendimiento de los vendedores, y por otra reduce el costo de ventas.
- ☐ Impulsa a los directivos a la reevaluación de los objetivos previstos.

⁶ American Marketing Association (AMA), USA 1928.

Estructuración de las estrategias para un estudio de mercado

Dentro de los objetivos de realizar un estudio de mercado podemos enumerar algunas de las características que desde el momento de la plantación del proyecto, se consideró que era importante concretar cierta información que por su naturaleza no era posible de determinar en forma personal, aún tratando de documentarla con cierta bibliografía especializada en el tema.

De esta forma se determinó que era necesario estructurar dos tipos de cuestionarios que facilitarán a concretar información importante dentro de la producción y la comercialización de la *Artemia*, además de que proporciona cierto tipo de información acerca de las preferencias de los clientes potenciales para el proyecto, y de esta forma poder entrar competitivamente dentro del mercado local y regional basándose en el criterio de las cinco fuerzas de Porter, se estructuraron los cuestionarios de forma estratégica, con el fin de encontrar las oportunidades competitivas y las debilidades de la competencia hacia el producto.

Estrategia para la elaboración de cuestionarios

Mediante preguntas concretas y de respuestas abiertas al criterio del encuestado, se pretendió obtener información acerca de:

- Duración del producto vivo una vez que se a entregado al cliente.
- Cuidados para su conservación.
- Precios de venta y de compra, dependiendo del tipo de cliente.
- Características de la *Artemia* y de las bolsas que las contiene son relevantes para el cliente.
- Volúmenes de producción para cubrir un mercado local.
- Lugar de adquisición del producto por el cliente.
- Panorama de impacto ante los demás productos existentes en el mercado.
- Conocer creencias de los clientes acerca de la *Artemia*.
- Determinar las necesidades, inquietudes, preferencias de los clientes acerca del producto "*Artemia franciscana*".

El cuestionario fue corto y fácil de comprender para un público en general, con la intención de que cualquier persona pudiera contestarlo, sin tener que tener algún tipo de conocimiento previo, a demás de que se aplicó a varias zonas representativas, con el fin de que los datos recaudados fueran lo más indicativo posible.

Desarrollo del estudio de mercado

Cliente directo

El cliente o clientes directos son aquellos quienes van a recibir el producto directamente los productores.

Importancia del cliente directo:

La importancia del cliente directo es indispensable, ya que finalmente a ellos se les va a distribuir el producto, el cual debe de cubrir las necesidades del cliente indirecto para que su comercialización

mantenga el nivel deseado. Así mismo permitirá el buen funcionamiento de la empresa y su producción. Por lo relevante que son en el proceso, se propone clasificarlos de la siguiente manera:

- ✎ Tiendas Comerciales: +kota, Carrefour, acuarios dentro de centros comerciales, tianguis, Tiendas de mascotas en general.
- ✎ Veterinarias
- ✎ Acuarios dentro de mercados o en localidades domiciliiales.

Ya que dentro de un sistema de producción el capital es uno de los principales elementos de entrada con los que cuenta una empresa, además de que este esta en función de los alcances del proyecto dependiendo a su vez de la zona que se pretende abastecer.

Descripción del cuestionario

Por su grado de importancia, el cuestionario dirigido al cliente directo consta de preguntas de opción múltiple⁷ en su mayoría y dicotómicas⁸ en su minoría. Así mismo la mayoría de las preguntas serán de respuesta con opciones consideradas como "abiertas" para propiciar la mayor cantidad de información que sea posible.

Su medición será mediante escalas ordinales, con el objeto de hacer su cuantificación lo más sencilla posible.

Temas de Importancia:

- ✎ Características de la producción
- ✎ Características principales del producto
- ✎ Importancia del precio dentro de un mercado activo
- ✎ Lugar de compra ⇒ Frecuencia de abastecimiento
- ✎ Existencia de promociones
- ✎ Problemas que se presentan en:
 - *Artemia*
 - Bolsas
 - Abastecimiento
- ✎ Creencias en función del tamaño y color

Cliente indirecto

Es aquella persona(s) que adquiere el producto con el cliente directo que en este caso serian los acuarios o productores.

Descripción de cuestionario

El cuestionario a aplicar al cliente indirecto contará de preguntas de opción múltiple⁹ y dicotómicas¹⁰, las cuales sean medidas de forma de intervalos¹¹ y nominal¹², de tal manera que su cuantificación sea muy sencilla y se puedan obtener datos relevantes y necesarios para esta estudio de mercado.

⁷ Son preguntas de opción múltiple aquellas cuyas opciones de respuesta sean en numero igual o mayor de 3.

⁸ Son aquellas preguntas cuyas opciones de respuesta sean dos, por tal motivo se les conoce como Dicotómicas.

⁹ Son preguntas de opción múltiple aquellas cuyas opciones de respuesta sean en numero igual o mayor de 3.

Importancia del cliente indirecto dentro del estudio de mercado

Por concepto mercadológico, el cliente indirecto, es aquel que compra en este caso el producto (*Artemia franciscana*) al cliente directo (Acuarios, Tiendas Comerciales, etc.).

Es de suma importancia la obtención de información de estos gracias a que finalmente ellos son los que compran el producto, por tal motivo es necesario tener en cuenta sus gustos, preferencias, sustitutos que tienen en mente, etc.

Así como también que tanto impacto tendría en que se contara con otro empaque, sello de la compañía, certificaciones, precio, etc.

Finalmente la información obtenida, dará un efecto directo en la decisión final sobre el producto en lo que a diseño se refiere, y en la estrategia a seguir en el mercado antes y durante su posible estancia en el mismo.

Temas de Importancia

Producto

- ↘ Porque la preferencia por la *Artemia*
- ↘ Expectativas
- ↘ Propiedades a optimizar
- ↘ Frecuencia de producción
- ↘ Cantidad de producción

Precio

- ↘ Precio
- ↘ Impacto de diseño (Bolsa, certificaciones, etc.)

Plaza

- ↘ Cuando se adquiere el producto
- ↘ Donde se adquiere
- ↘ Sustitutos entre otros similares

Promociones

- ↘ Promociones deseadas

¹⁰ Son aquellas preguntas cuyas opciones de respuesta sean dos, por tal motivo se les conoce como dicotómicas.

¹¹ Se refiere a grupos de muestras representativas de una población.

¹² Escala de medición que se asigna

[1]Tabla 12 Resultados de cuestionarios para clientes indirectos

Concepto	Número de incidencias
Frecuencia de adquisición de la <i>Artemia</i>	
De 1 a 3 bolsas por mes	1
De 4 a 6 bolsas por mes	4
De 7 a 9 bolsas por mes	4
De 9 a más bolsas	19
Lugar de adquisición la <i>Artemia</i>	
Acuario cerca del domicilio	25
Tiendas comerciales	1
Tianguis	5
Otros	1
Costo por bolsa	
50¢ a \$1.00	16
\$1.10 a \$2.00	8
\$2.10 a \$3.00	3
Otro	0
¿Se conoce otro alimento para los peces?	
Sí	29
No	4
Preferencia por la <i>Artemia</i>	
Sí	15
No	17
Características a mejorar de la <i>Artemia</i>	
Cantidad en bolsas	12
Su tamaño	5
Su color	0
Su duración	11
Otro	5
Características de la bolsa que se mejoraría	
Resistencia	6
Tipo de sello	7
Logotipo (estampado)	6
Otro	9
Le gustaría que la bolsa contuviera datos característicos de la <i>Artemia</i> contenida	
Sí	19
No	9
No relevante	6

Tabla 13 Cuestionarios aplicados a clientes indirectos

Cuestionarios aplicados	33
Personas que no utilizan la <i>Artemia</i> como alimento para sus peces	5
Personas que utilizan la <i>Artemia</i> como alimento para sus peces	28

Tabla 14 Resultados de cuestionarios aplicados a clientes directos

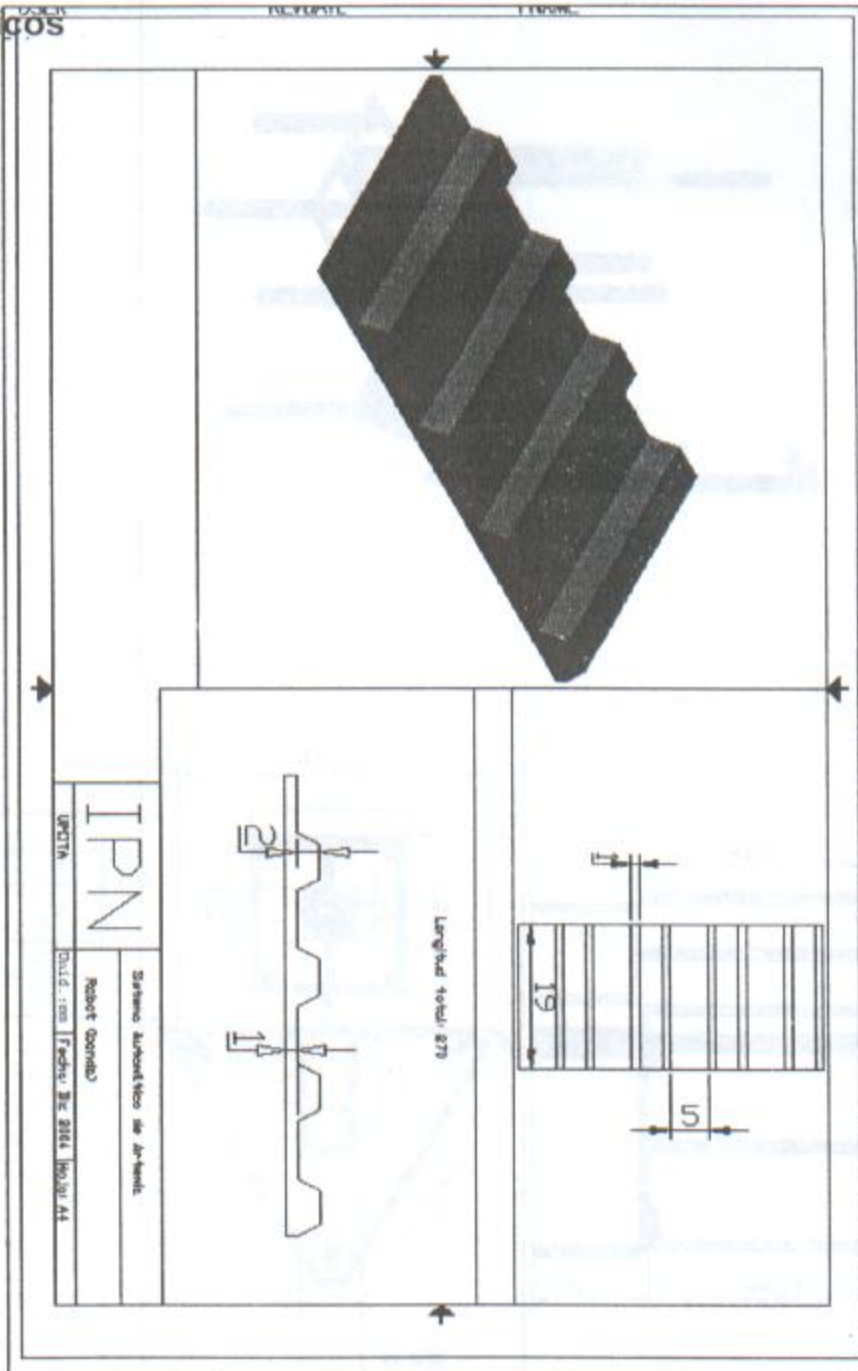
Concepto	Número de incidencias
Cuál es el tiempo máximo de vida que ha registrado del producto "<i>Artemia</i>" que considera de buena calidad	
De 1 a 3 días	4
De 4 a 6 días	7
De 7 a 9 días	0
Más días	0
A que precio la vende en temporada normal	
50¢ a \$1.00	6
\$1.10 a \$2.00	5
\$2.10 a \$3.00	0
Otro	0
Es importante el color y el tamaño que tiene la <i>Artemia</i> para que la compre	
Sí	9
No	2
Que características de la <i>Artemia</i> que adquiere actualmente mejoraría	
Cantidad en bolsas	8
Su tamaño	3
Su color	0
Su duración	4
Otra	1
Grado de importancia de las siguientes características	
Precio ofrecido del producto	4
Tamaño y color	3
Cantidad de <i>Artemia</i>	5
Empaque o bolsa	2
Envío a domicilio y/o Promociones	1

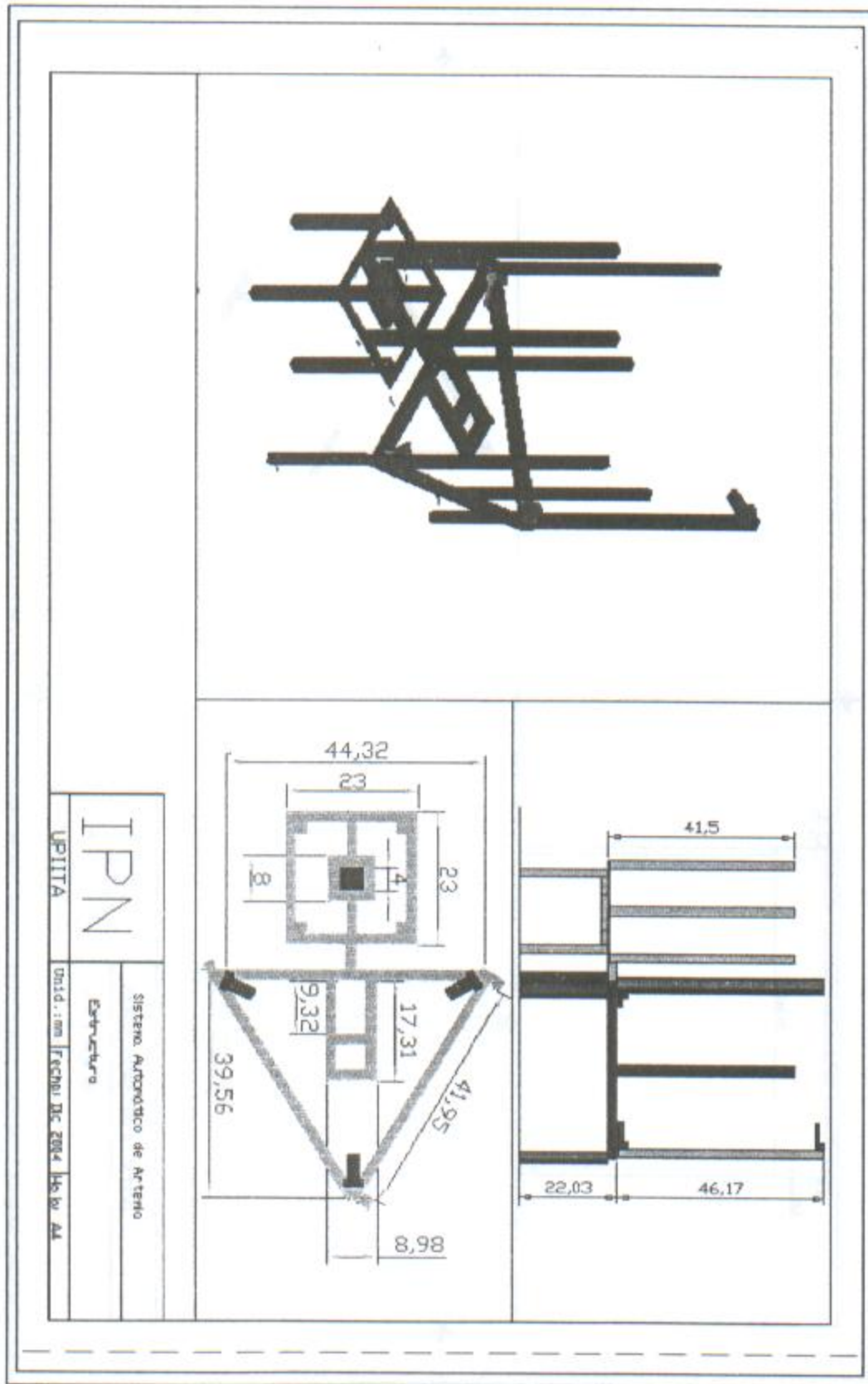
Tabla 15 Cuestionarios aplicados a clientes directos

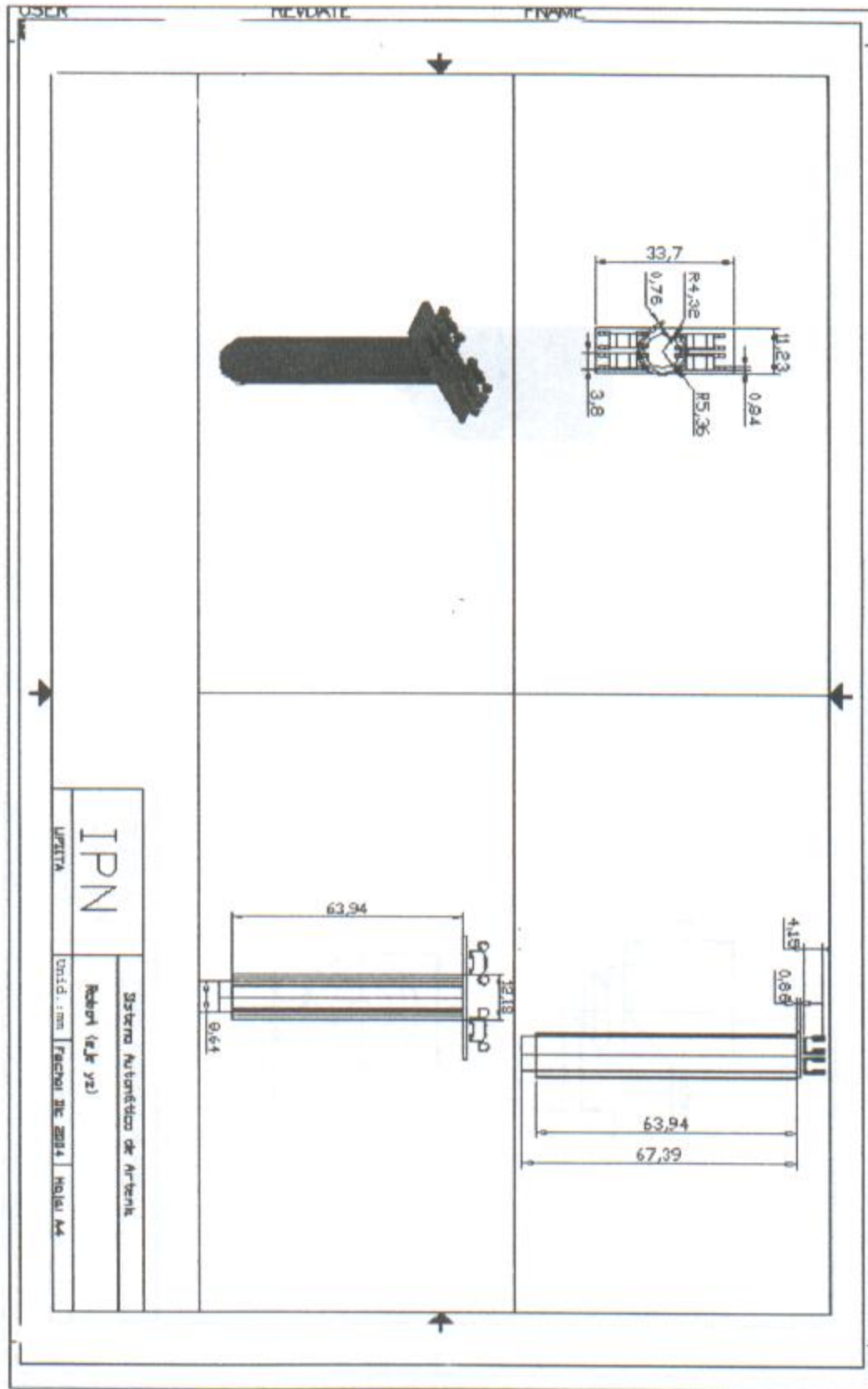
Anexo 3

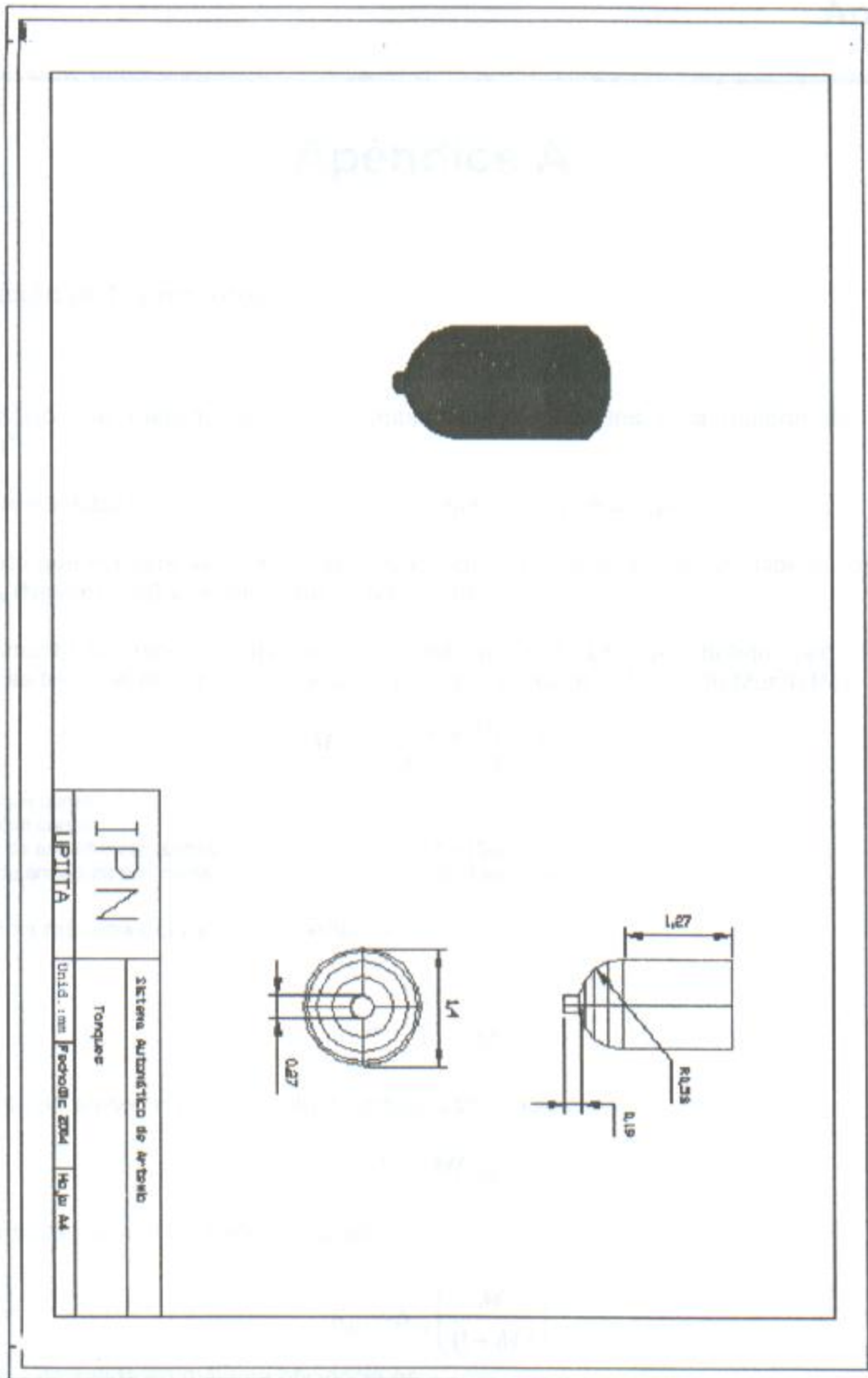
Cuestionarios aplicados de los cuales:	13
Establecimientos que venden <i>Artemia</i>	11
Establecimientos no que venden <i>Artemia</i>	2

Dibujos mecánicos









Apéndice A

Caracterización de los motores

Desarrollo:

La caracterización se realiza conforme a apuntes pertenecientes a la materia de "Dispositivos mecatrónicos".

Para poder caracterizar los motores es necesario seguir los siguientes pasos:

1.- Después de que el motor se ha calentado, sin ninguna carga acoplada, se mide el voltaje aplicado (V_{ent}) y la I_{aNL} (Never Load) y la velocidad de armadura.

2.- Se decrementa la velocidad del motor aplicándole carga. El motor deberá ser cargado de tal manera que se tenga el 80% de su velocidad sin carga. Calcular el factor de Mérito (M)

$$M = \sqrt{\left(\frac{S_{NL}}{I_{NL}} * \frac{\Delta I_a}{\Delta S} + 1 \right)}$$

S_{NL} = Velocidad sin carga.

S_L = Velocidad con carga.

I_{aNL} = Corriente de armadura sin carga.

I_{aL} = Corriente de armadura con carga.

$$\Delta = (S_{NL} - S_L)$$

$$\Delta = (I_{aL} - I_{aNL})$$

3.- La eficiencia máxima del motor se calcula como:

$$\eta_{max} = \left(1 - \frac{1}{M} \right)^2$$

4.- La corriente de armadura en el punto de máxima eficiencia es:

$$I_a = M I_{aNL}$$

5.- La velocidad S_M en máxima eficiencia es:

$$S_M = S_{NL} \left(\frac{M}{(1+M)} \right)$$

6.- La potencia de salida en máxima eficiencia es:

$$Pot_{sal} = V_{ext} I_{aNL} \eta_{max}$$

Resultados de la caracterización de los motores

Motor de las "moto-válvulas"

5 VOLT

SIN CARGA
960 RPM-5.2 V- 0.49 A

V	A	RPM	ΔI_a	$\Delta-S$	M	η_{MAX}	Ia en maxefic	S DE MAXEFIC (S _M)	POT _{SAL}
5.18	1.68	740	1.19	220	3.40549594	0.49894023	1.668693011	742.0903678	1.266410091
5.18	1.56	760	1.07	200	3.388455792	0.496856261	1.660343338	741.2442359	1.261120562
5.17	1.69	740	1.2	220	3.418545948	0.500525078	1.675087515	742.7339556	1.267980181
5.17	1.72	760	1.23	200	3.612337137	0.522976166	1.770045197	751.8625696	1.324855521
5.17	1.69	760	1.2	200	3.571428571	0.5184	1.75	750	1.31326272

A 12 V sin carga

Avg POT_{SAL} = 1.286725815
S_{PROM} = 752 rpm
I_{PROM} = 1.668 amp
V_{I_{PROM}} = 5.174 v
 $T = 1.286725815 / 6031.7107 = 2.133 \times 10^{-4} [N m]$

10 VOLT

SIN CARGA
1720 RPM-10.30 V- 0.67 A

V	A	RPM	ΔI_a	$\Delta-S$	M	η_{MAX}	Ia en maxefic	S DE MAXEFIC (S _M)	POT _{SAL}
10.18	3.18	1340	2.51	380	4.237545867	0.583717933	2.839155731	1391.601921	3.981306532
10.18	3.25	1340	2.58	380	4.292981905	0.588383618	2.876297876	1395.041398	4.013129307
10.18	3.07	1340	2.4	380	4.148935827	0.576042047	2.779787004	1385.950391	3.928952388
10.17	3.32	1300	2.65	420	4.146996927	0.575871003	2.778487941	1385.824553	3.923927424
10.18	3.2	1340	2.53	380	4.253458461	0.585067724	2.849817169	1392.596631	3.990512921

12 VOLT

SIN CARGA
2220 RPM- 12.01 V- 0.65 A

V	A	RPM	ΔI_a	$\Delta-S$	M	η_{MAX}	Ia en maxefic	S DE MAXEFIC (S _M)	POT _{SAL}
11.88	2.97	1760	2.32	460	4.269123805	0.58638822	2.774930473	1798.677579	4.528089833
11.88	2.86	1800	2.21	420	4.355620343	0.593534	2.831153223	1805.482193	4.583269548
11.88	2.98	1780	2.33	440	4.368754283	0.594597983	2.839690284	1806.496255	4.591485625
11.89	2.94	1760	2.29	460	4.242955996	0.58417781	2.757921397	1796.574741	4.514818203
11.89	2.99	1780	2.34	440	4.37762908	0.595313853	2.845458902	1807.178668	4.600883114

Avg POT_{SAL} = 4.5637092646
S_{PROM} = 1776 rpm
I_{PROM} = 2.948 amp
V_{I_{PROM}} = 11.884 v
 $T = 4.5637092646 / 13948.33104 = 3.2718 \times 10^{-4} [N m]$

Motor del brazo extensor

5 VOLT

SIN CARGA
940 RPM-5.15 V- 0.17 A

V	A	RPM	Δa	$\Delta-S$	M	η_{MAX}	la en maxefic	S DE MAXEFIC (S_M)	POT _{SAL}
5.13	0.42	760	0.25	180	2.946139603	0.436356387	0.500843733	701.7925126	0.380546405
5.13	0.39	760	0.22	180	2.785349158	0.410853545	0.473509357	691.6741625	0.358305376
5.13	0.39	740	0.22	200	2.661269047	0.389674854	0.452415738	683.25842	0.33983544
5.12	0.44	740	0.27	200	2.90941676	0.430714595	0.494600849	699.5549265	0.374893983
5.12	0.45	720	0.28	220	2.835036711	0.418959594	0.481956241	694.891525	0.364662431

Avg POT_{SAL} = 0.364662431

S_{PROM} = 744 rpm

I_{PROM} = 0.418 amp

V_{PROM} = 5.126 v

$$T=0.364662431/5906.06=6.1743 \times 10^{-5} [N m]$$

10 VOLT

SIN CARGA
1980 RPM-10.35 V- 0.26 A

V	A	RPM	Δa	$\Delta-S$	M	η_{MAX}	la en maxefic	S DE MAXEFIC (S_M)	POT _{SAL}
10.22	1.21	1540	0.95	440	4.17639889	0.578450403	1.085863712	1597.494702	1.53705841
10.27	1.15	1520	0.89	460	3.966624978	0.55934919	1.031322494	1581.338936	1.493574207
10.26	1.17	1540	0.91	440	4.092676386	0.571023715	1.06409586	1591.206397	1.523262862
10.28	1.06	1600	0.8	380	4.127031459	0.574101844	1.073028179	1593.811615	1.53445941
10.58	1	1600	0.74	380	3.978688165	0.560493107	1.034458923	1582.304877	1.541804437

12 VOLT

SIN CARGA
2180 RPM- 11.63 V- 0.28 A

V	A	RPM	Δa	$\Delta-S$	M	η_{MAX}	la en maxefic	S DE MAXEFIC (S_M)	POT _{SAL}
11.37	1.22	1720	0.94	460	4.112169487	0.578450403	1.151407456	1753.566564	1.841554703
11.38	1.13	1740	0.85	440	4.005069839	0.55934919	1.121419555	1744.441642	1.782310258
11.36	1.3	1700	1.02	480	4.188632576	0.571023715	1.172817121	1759.850766	1.816312233
11.41	1.05	1800	0.77	380	4.09589011	0.574101844	1.146849231	1752.204276	1.834140572

Avg POT_{SAL} = 1.8123684762

S_{PROM} = 1736 rpm

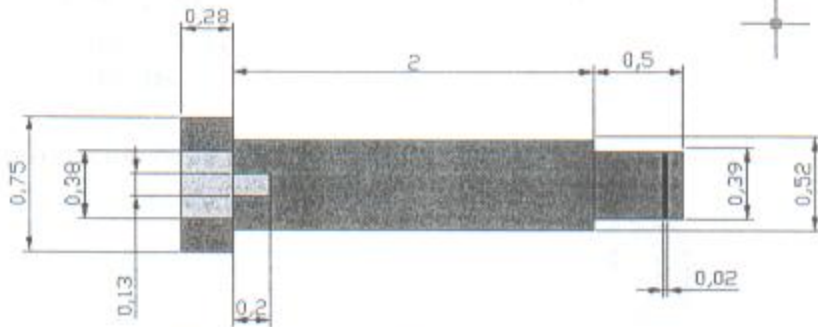
I_{PROM} = 1.162 amp

V_{PROM} = 11.382 v

$$T=1.8123684762/13697=1.3231 \times 10^{-4} [N m]$$

En los dos motores se puede observar que trabajan mejor entre el rango de 10 a 12 volts, ya que se puede observar en estos puntos tenemos una eficiencia de casi el 60% (motor 1) y 57% (motor 2). La potencia de salida y la velocidad es mayor a 12 volts, por lo que es recomendable trabajar el motor con este voltaje, lo único que hay que tener en cuenta es que demanda alrededor de 3 Amp en el motor 1 para su operación y evitar quemar los circuitos que se acoplen. Es importante tener en cuenta estos datos, ya que para estos motores no se conoce su velocidad nominal dada por el fabricante.

Concentración de tensiones en flechas



$$S_y = 710000 \text{ psi}$$

$$S_u = 80000 \text{ psi}$$

$$N = \frac{S_{ys}}{\tau_{max}}$$

$$S_n = 30000 \text{ psi}$$

$$F.C. = 0.99 \Rightarrow C_R = 0.81$$

Resistencia modificada por durabilidad:

$$S'_n = S_n C_R C_S = (30000)(0.85)(0.81) = 20650 \text{ psi}$$

Factor de diseño:

$$N = 3$$

Distribución del torque en el eje:

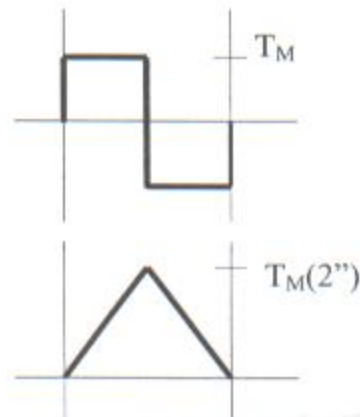
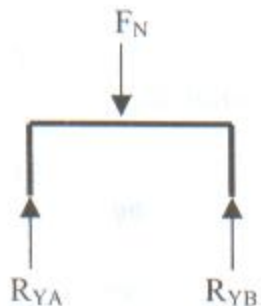
Torque de motor de la banda = T_m^*

Torque transmitido a la polea = T_p

ya que el único mecanismo de transmisión es la polea, el torque en el eje es el mismo que el transmitido por el motor (T_m). Para calcular la fuerza en la polea acanalada tanto horizontal como vertical.

$$F_N = F_1 - F_2 = \frac{2T_A}{D_A} = \frac{T_M}{1} = T_M$$

$$F_A = 1.5F_N = 1.5T_M$$



La polea acanalada cuenta con un prisionero de 1/8" para su sujeción con la flecha

* El torque de este motor no fue posible determinarlo ya que por sus características de construcción el desmontar el sistema tornillo sin fin - rueda helicoidal para tomar los valores nominales del motor, podría haber traído desajustes mecánicos y por ende el mal funcionamiento del motor.

Caracterización de las lámparas fluorescentes

Clasificación de la lámpara:

F15 T8 AQ

Potencia consumida:

15 Watts

Identificación de la base:



G13
Mediana
2 pernos

Ilustración 52 Tipo de base

Diámetro de Bulbo:

1"

Acabado:

AQ (Lámpara para acuario)

Bulbo:

Tubular

Longitud nominal:

457 mm

Lúmenes iniciales:

510 lúmenes

Vida media:

7500 horas

IRC:

90

Corriente:

0,350 A

Voltaje de entrada:

127 VCA

Arrancador:

FS-2; 120 V; 20 W



Diagrama de conexión de la lámpara:

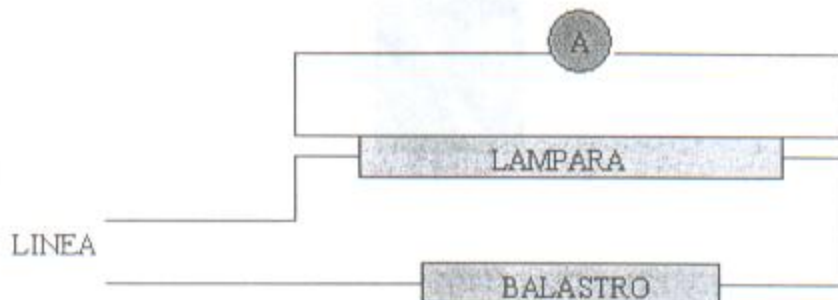


Diagrama 3 Conexión de la lámpara

Configuración del LM35

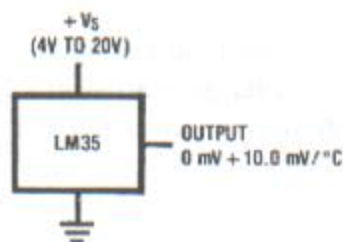


Ilustración 53 Polarización del LM35



Ilustración 54 Descripción del encapsulado

Caracterización de los calefactores

El calefactor es de configuración simple el cual consta de una resistencia disipadora de calor inmersa dentro de arena silica, todo esto se encuentra encapsulada por un tubo de ensayo.



Consumo de corriente:

0.5 A

Potencia:

50W

Voltaje de operación:

115 VCA

Impedancia:

230 Ω

Caracterización de bombas

Se seleccionaron las bombas de aire con el principio de diafragma, ya que cuentan con un diafragma intercambiable, esto nos permite la planificación de un programa de mantenimiento preventivo, otro de los aspectos importantes fue su bajo costo, la salida de aire el libre de lubricantes y su periodo de vida es lo suficiente largo como lo requiere el sistema.

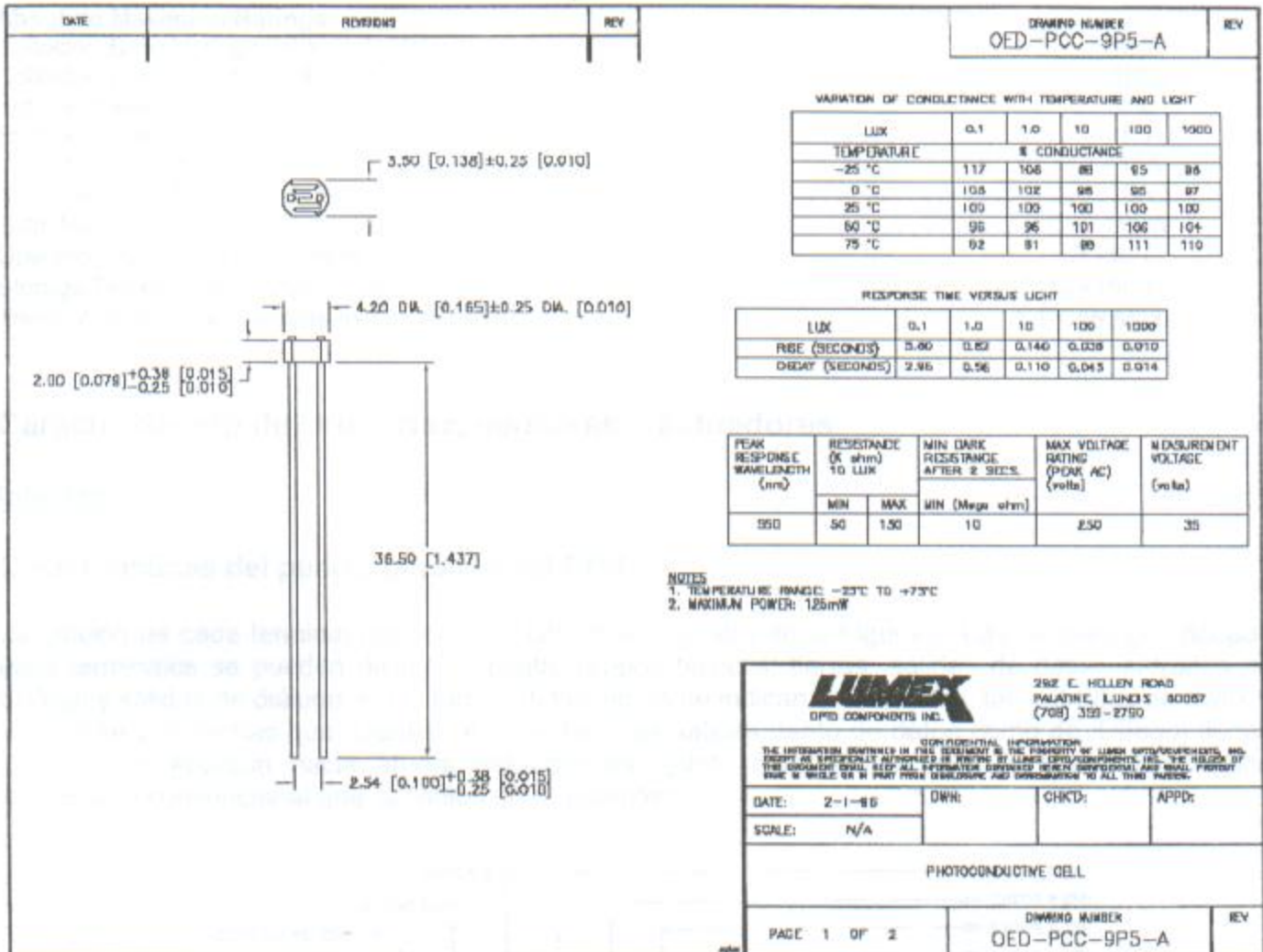
Modelo seleccionado

Marca	Salidas	Flujo volumétrico	Presión de trabajo	Gasto energético	Capacidad	precio	corriente
Elite 799 Air Pump	1	1000 cm ³ /minute	1.0 P.S.I.	1.5 Watts/hour	5 gal	\$36	0.013

Ilustración 55 Bomba de diafragma



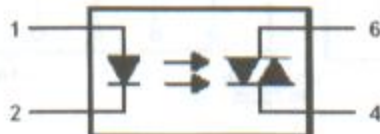
Caracterización de las celdas fotoresistivas



Caracterización de MOC3031

El MOC3031 es un opto aislador con salida a triac es utilizado para separar la etapa de potencia con el puerto paralelo de la computadora.

Ilustración 56 Descripción de los MOC3011



Características de los TIP41C y TIP42C

Absolute Maximum Ratings:

Collector–Base Voltage ($I_E = 0$), VCBO	100V
Collector–Emitter Voltage ($I_B = 0$), VCEO	100V
Emitter–Base Voltage ($I_C = 0$), VEBO	5V
Emitter Current, I_E	15A
Collector Current, I_C	15A
Base Current, I_B	5A
Total Power Dissipation ($T_C \delta +25^\circ\text{C}$), PD	90W
Operating Junction Temperature, T_J	+150°C
Storage Temperature Range, T_{stg}	-65° to +150°C
Thermal Resistance Junction–to–Case, R_{thJC}	1.4°C/W Max

Caracterización de la interfaz, sensores y actuadores

Interfaz

Características del puerto paralelo del CPU

La función de cada terminal del conector DB-25 se muestra en la Figura 6. Las señales que ocupan esas terminales se pueden dividir en cuatro grupos básicos: tierras, salidas de datos, entradas de diálogo y salidas de diálogo. En la Figura 8, las tierras se indican con círculos, las entradas de diálogo se indican con flechas que apuntan al conector y las salidas (tanto de datos como de diálogo) tienen flechas que apuntan hacia afuera del conector. (Note que algunas de las líneas tienen una abreviatura convencional que se indica entre paréntesis.)

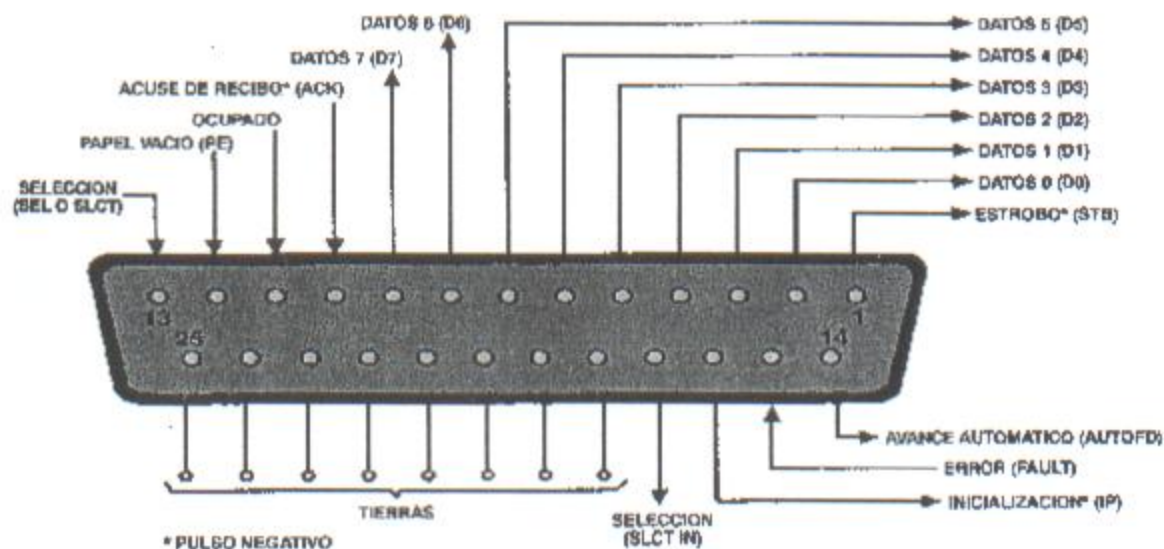


Figura 57 Líneas de tierras y de datos

Las tierras cumplen dos funciones: la primera es vincular las tierras de señal de los dos dispositivos que se interconectan de modo que puedan compartir una tierra común como referencia para la señal.

La salida de datos transfiere información desde la computadora a un periférico en paralelo. Esto se hace con ocho bits (un byte) por vez utilizando los terminales 2-9. Se considera el bit menos significativo

(LSB) y D7 el más significativo (MSB). Los bits, como también las demás señales, se representan mediante niveles de tensión TTL convencionales: una señal entre 2.4 y 5 volts es un nivel alto o 1 binario. Cualquier nivel entre 0.8 y 2.4 volts se considera dato no válido.

Descripción de Materiales

Materiales de sujeción



Tornillos de acero inoxidable, 2.5 x 6.35 mm, 10 unidades



Tuercas de acero inoxidable, 2.5 mm, 10 unidades



Placas de aluminio para sujeción



Placa de aluminio para sujeción, 100 mm x 100 mm x 1.5 mm



Anillo de aluminio



Placa de aluminio para sujeción, 100 mm x 100 mm x 1.5 mm



Anillo de aluminio de sujeción, 100 mm

Apéndice B

Descripción de Materiales

Materiales de sujeción



Tornillos de acero inoxidable, cuerda estándar, 1" x 5/12"



Tuercas de acero inoxidable hexagonales



Roldanas planas de acero inoxidable



Tapas plásticas color negro para perfil cuadrado de 3/4"



Empaques de plástico



Tubo de acero perfil cuadrado de 3/4"



Ángulo de solera de acero de 3/4"



Primario gris.

Esmalte azul cielo en spray

Materiales del sistema hidráulico

Los materiales que se ocuparon son los siguientes:



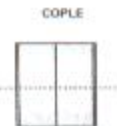
Tubo de PVC de $\frac{3}{4}$ " blanco.



Codos de PVC de 45° x $\frac{3}{4}$ "



Codos de PVC de 90° x $\frac{3}{4}$ "



Coples de PVC $\frac{3}{4}$ "



Coladeras para fondo del tanque



Adaptaciones para lavadero



Adaptadores de rosca exterior para tubo de $\frac{3}{4}$ "

ADAPTADOR GAL
ESPIGA



Adaptadores de rosca exterior largos de ¾ "

SOPORTE PLASTICO
PARA TUBO



Soporte para tubo plástico de PVC de ¾ "



Válvula de esfera Rotoplas® de ¾ "

