



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica

"Automatización de un Laboratorio de Larvas de Camarón"
"Diseño y Construcción de un Dosificador de Balanceado en Polvo
Controlado por Computadora para la Alimentación de Larvas"

PROYECTO DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO MECANICO

Presentado por:

Pablo Trujillo Ullrich

Guayaquil - Ecuador

1.991

AGRADECIMIENTOS



Al Dr. Hans-Peter Lohrlein,
Director del Tópico, por su
invalorable ayuda y constante
colaboración en el desarrollo
del presente trabajo.

Al Ing. Federico Camacho B.,
por su colaboración en el área
de diseño.

Al M.C. Edgar Arellano Moncayo,
Director del Centro Nacional de
Acuicultura Y de
Investigaciones Marinas, por la
valiosa información
proporcionada en la ciencia y
arte de la larvicultura.

A todos quienes de una u otra
forma hicieron posible la
realización del presente
trabajo.

DEDICATORIA

A mis Padres.

A mis Hermanos.

Al fin último de todo mi
esfuerzo.

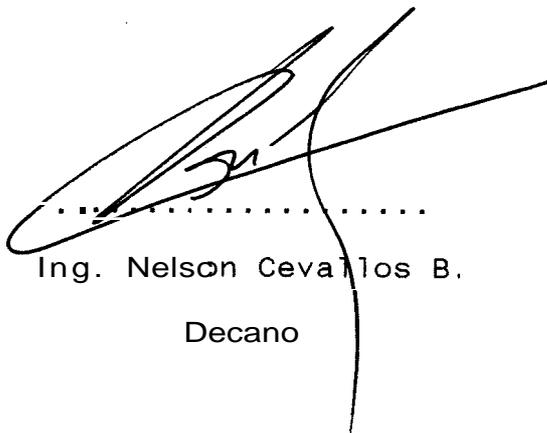
Declaración Expresa

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Proyecto de Grado, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual del mismo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral".

(Reglamento de Tópico de Graduación).



.....
Pablo Trujillo Urrich.



.....

Ing. Nelson Cevallos B.
Decano



.....

Dr. Hans-Peter Lohrlein
Director del Tópico



.....

Ing. Jorge Duque R.
Miembro del Tribunal



.....

Ing. Federico Camacho B.
Miembro del Tribunal

RESUMEN

El presente estudio aspira contribuir al desarrollo tecnológico de los laboratorios de larvas automatizando el proceso de alimentación a los tanques de cultivo mediante el uso de un computador.

En el Capítulo 1 se presenta una introducción necesaria en el campo de la larvicultura que permite conocer el trabajo de laboratorio y en que forma y medida se cumplen con los requerimientos nutricionales de la larva. De esta manera se establecen las características que debe satisfacer el dosificador de alimento.

El Capítulo 11 trata sobre los criterios de diseño, selección de materiales, construcción y costos del dosificador. En el mismo capítulo previamente se analizan en forma breve diversos equipos existentes que sirven como una referencia de diseño.

En el Capítulo 111 se realiza un estudio del control por computadora del dosificador donde se indican además las características del equipo y programas utilizados.

Finalmente el Capítulo IV se refiere a las instalaciones necesarias para operar el dosificador automáticamente y a las pruebas de funcionamiento efectuadas.

INDICE GENERAL

Pag.

RESUMEN	VI
INDICE GENERAL	VII
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE FIGURAS	X
INTRODUCCION	XI

CAPITULO 1

EL CULTIVO DE LARVAS DE CAMARON EN EL ECUADOR

1.1 GENERALIDADES	13
1.2 LOS ESTADOS LARVARIOS DEL PENAEUS VANNAMEI Y HABITOS ALIMENTICIOS	18

CAPITULO 11

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL DOSIFICADOR DE BALANCEADO

2.1 METODOS Y EQUIPOS USADOS PARA LA ALIMENTACION DE ESPECIES ACUATICAS EN CAUTIVERIO	28
2.2 DISEÑO DEL DOSIFICADOR Y SELECCION DE MATERIALES	33
2.3 CONSTRUCCION Y COSTOS	35

VIII

CAPITULO 111

CONTROL NUMERICO	37
3.1 ARQUITECTURA DEL COMPUTADOR	39
3.2 PRINCIPIOS DEL CONTROL UTILIZADO EN EL AUTOMATISMO DEL DOSIFICADOR	48
3.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL HARDWARE Y SOFTWARE	50

CAPITULO IV

INSTALACION Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL DOSIFICADOR AUTOMATICO	53
CONCLUSIONES	57
ANEXOS	59
BIBLIOGRAFIA	75



INDICE DE TABLAS

Tabla	Descripción	Pág.
1	Especies de camarones encontradas en nuestras costas	14
11	Producción de camarones con cabeza en toneladas métricas	14
111	Estados larvarios, tiempo de duración y longitud promedio para el <i>Penaeus Vannamei</i>	19
IV	Tabla de Resultados - Prueba No. 1	55
V	Tabla de Resultados - Prueba No. 2	56

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Pág.
1.2.1	Diagrama de un proceso de maduración	21
2.1.1	Esquema de un dosificador mecánico	29
2.1.2	Esquema de un dosificador activado por peces	31
2.2.1	Esquema de un dosificador de placa	33
3.2.1	Accionamiento de un dispositivo eléctrico utilizando una señal electrónica	51

INTRODUCCION

1.788 camaronas con 128.350 hectáreas de piscinas de cultivo, 124 laboratorios autorizados, más de U.S. \$ 1.000'000.000,00 de inversión privada, 100.000 puestos de trabajo vinculados directamente con el sector, U.S. \$ 310'000.000,00 en divisas generadas en 1.990; son algunos datos estadísticos que revelan la importancia socioeconómica que representa para el país el cultivo del camarón, una actividad que se inició hace 20 años con la formación de la empresa "Langostino S.A." en la zona de Pitahaya, Provincia de El Oro, y que en los años 80 se ha desarrollado explosivamente.

El aporte científico creció con la necesidad de solucionar los problemas a los que se enfrentan los productores.

Empresa privada, organismos estatales vinculados con el sector productivo e instituciones científicas como la ESPOL, han contribuído decididamente en la tecnificación de la crianza del camarón en cautiverio, como es por ejemplo la producción de larvas en medios controlados.

En 1.981 se instaló el Laboratorio de Semacua, pionero en el Ecuador, y aunque los criaderos de larvas se promovieron a través de diversos medios desde 1.984, fue

realmente la falta de "semilla" producida un año más tarde lo que provocó el "boom" de los laboratorios.

En ese año un 50% de las piscinas quedaron improductivas **por** la escasez de larva natural.

En la actualidad los laboratios proveen un 40% de la semilla (postlarva) requerida por los productores de camarón en el país.

Debido al carácter flúctuante en la demanda de larvas durante el año, actualmente se estudia la posibilidad de exportar los excedentes de producción de larvas de laboratorio.

Siendo el manejo de un laboratorio más complejo que el de una camaronera, debido al tiempo mismo que demora el proceso productivo, el control se hace más riguroso, y es dentro de esa necesidad de control que se enmarca el desarrollo del presente estudio, que tiende a automatizar el suministro de alimentos suplementarios a los tanques de larvicultura, un proceso que actualmente **se** realiza en forma manual.

CAPITULO 1

EL CULTIVO DE LARVAS DE CAMARON EN EL ECUADOR.

1.1 GENERALIDADES (ref. 4) (ref. 7).

Hasta el año de 1.970 la producción camaronera del Ecuador se sustentaba exclusivamente de la flota industrial y artesanal, en la actualidad el desembarque de la flota pesquera representa solo el 10%, el 90% es "cosechado" en los criaderos diseminados a lo largo de los 1.300 kilómetros de costa continental.

Las principales variedades capturadas en el mar son en su orden: *Penaeus Occidentalis*, *Penaeus Stylirostris* y *Penaeus Vannamei*, siendo esta última variedad la más cultivada por adaptarse mejor a las condiciones de cría en cautiverio.

En la Tabla 1 se detallan las especies que se encuentran en nuestras costas.

La producción de camarón se ha incrementado considerablemente debido al cultivo, generando en

1.990 el 32% de las divisas provenientes de exportaciones no petroleras.

Tabla 1 ESPECIES DE CAMARON ENCONTRADAS EN NUESTRAS COSTAS.

Nombre vulgar	Nombre científico Y variedades
- Camarones Blancos	Penaeus Occidentalis, Penaeus Stylirostris y P. Vannamei.
- Camarón Café	Penaeus Californiensis,
- Camarón Rojo	Penaeus Brevisrostris.
- Camarones Cebra y Tigres	Trachypenaeus Byrdi, Trachypenaeus Similis Pacificus,
Indios o Carabalí	Trachypenaeus Facea
- Camarones Titi	Xiphopenaeus Riveti
- Camarones Pomada	Protachypenaeus Precipua
- Camarón de Profundidad	Heterocarpus Affinis
- Camarón Carauachudo	Solenocera Florea

Tomada de la referencia bibliográfica No. 8

Tabla 11 PRODUCCION DE CAMARONES CON CABEZA EN TONELADAS METRICAS

ANOS	PESCA INDUSTRIAL	PESCA ARTESANAL	CAMARON DE CRIADERO	PORCENTAJE *	CAPTURAS TOTALES
1.916	1.522	160	1.318	14.64	9.000
1.977	1,047	170	1.383	16.08	8.600
1.978	6.322	178	2.700	29.135	9,200
1.979	7.508	279	4.698	37.63	12.485
1.980	1,470	330	9.180	54.06	16.980
1.981	7,550	450	12.100	60.20	20.100
1.982	7.000	1.000	21,500	72.88	29.500
1.983	8,033	861	35.700	80.04	44,600
1.984	5.566	134	33.600	84.21	39,900
1.985	5.343	680	30,205	83.37	36.228
1.986	7.113	1.993	43,628	82.64	52.794
1.987	8.429	1.151	69,153	81.83	78,733
1.988	9.444	1.356	11.759	87.80	88.559
1.989	5.500	650	64.231	91.26	10.381
1.990	6.158**	727**	69.620	91.00	76.505

* Porcentaje del total que representa la producción del camarón de criadero

** Estimación

FUENTE : DIRECCION NACIONAL DE PESCA (REPORTES),

En el contexto mundial, en 1.989 el Ecuador se ubicó

en el 4to. lugar entre los países productores de camarón en cautiverio, después de la República Popular China, Indonesia y Tailandia, de acuerdo a estudios realizados por Aquaculture Research Environmental Associates, Inc.

El sector camaronero emplea el 2% de la población económicamente activa, y ha reactivado otros sectores de la economía, como la industria de la construcción, del plástico, de la fabricación de alimentos balanceados, de cartones y materiales de empaque, etc.

El dinámico crecimiento en el cultivo del camarón se debe a las ventajas que brinda la naturaleza, como el clima, los salitrales, manglares, calidad del agua, etc.

Sin embargo la actividad camaronera ha tenido que afrontar y afronta una diversidad de problemas, como es el incremento de costos financieros, la contaminación ambiental, el aumento sostenido de precios de bienes y servicios, la escasez de insumos y otros.

En 1.985 la escases de semilla natural provocó que la mitad de las piscinas quedaran improductivas

obteniéndose una sola cosecha.

El gobierno prohibió la tala de manglares, impuso las vedas del camarón adulto y de postlarvas y suspendió las autorizaciones para construir nuevas piscinas, medidas tendientes a proteger el ecosistema.

Aunque en 1.986 y en 1.987 la oferta de larvas mejoró considerablemente haciendo presumir que la abundancia de semilla no estaba condicionada por factores ecológicos sino por problemas climáticos que se suceden cíclicamente, se pudo prever que los períodos de escasez se repetirían y que era necesario tomar medidas precautelatorias.

En efecto, en 1.988 nuevamente la falta de semillas provocó una baja en las exportaciones estimadas.

Investigaciones estadísticas revelan que el camarón abunda cuando la presencia del fenómeno de El Niño es más notoria (1.983 y 1.987), mientras que en los períodos más fríos se reporta escases (1.985 y 1.988), pero esta información es insuficiente, desconociéndose con exactitud cuales son los factores que producen tal variación en las

cantidades de larvas presentes en nuestras costas.

La necesidad de salvaguardar y garantizar el sistema productivo de las camaroneras, dependiendo menos de la oferta que la naturaleza brinda de la semilla, estimuló el desarrollo explosivo de los laboratorios.

Los primeros estudios técnicos con respecto al desove y desarrollo de larvas de camarones panaeidos, de los cuales se tiene referencia, fueron realizados en Japón por el Dr. Motosaku Fuginaga en 1.934, quién experimentó con el *Penaeus Japonicus*.

Estudios sobre maduración (desarrollo sexual) desove y larvicultura de varias especies, de interés comercial principalmente, se han realizado desde entonces por diferentes investigadores y centros de investigación en el mundo.

El primer laboratorio que se instaló en el Ecuador fue el de Semacua, en 1.981, el apoyo financiero, la clasificación bajo la Ley de Pesca en 1.984 y la escasez de semilla silvestre en 1.985 promovieron el desarrollo de los laboratorios.

Actualmente existen 124 laboratorios autorizados, de los cuales un 60% se encuentran en producción y el 40% restante o en etapa de construcción, o aprobada la lotización.

1.2 LOS ESTADOS LARVARIOS DEL PENAEUS VANNAMEI Y HABITOS ALIMENTICIOS (ref. 1) (ref. 5).

El camarón panaeido en su ciclo vital sufre una metamorfosis. En estado larvario, a partir de la eclosión del huevo fertilizado, se desarrolla a través de 3 etapas diferentes que en su orden de sucesión son: Nauplio, Zoea o Protozoea y Mysis.

Culminado el estado larval, que dura entre 10 y 12 días, la postlarva (la semilla para las piscinas camaroneras) adquiere toda la forma del camarón adulto exceptuando el desarrollo sexual.

Los estados, o estadios larvarios para un mejor estudio se han subdividido en otros de acuerdo a la aparición de determinadas diferencias morfológicas, como se muestra en la Tabla III, donde se indica además el tiempo de duración y la longitud de la larva.

Tabla III ESTADOS LARVARIOS, TIEMPO DE DURACION Y LONGITUD PROMEDIO PARA EL PENAUS VANNAMEI.

	E S T A D O S L A R V A R I O S											
	N A U P L I O					Z O E A			M Y S I S			
	1	11	III	IV	V	1	11	111	I	II	III	
Tiempo en horas	5	6	10	10	20	40	48	30	35	24	30	
Longitud en milímetros	0,40	0,45	0,50	0,55	0,58	1,00	2,00	2,70	3,50	4,00	4,50	

Fuente : Referencia bibliográfica No. 1

Los nauplios para el proceso productivo de un laboratorio, representan lo que la semilla para una camaronera: "la materia prima".

Los nauplios provienen de la eclosión de los huevos fertilizados entre 14 y 17 horas después del desove.

Generalmente en cautiverio se emplean eclosionadores que permiten seleccionar los nauplios más fuertes reduciendo la mortalidad en los primeros subestadios larvarios.

Uno de los principales factores que limitan la producción de larvas de laboratorio es la disponibilidad en cantidades suficientes de hembras fecundadas, y su captura en el mar no representa la

solución al problema ya que se sigue dependiendo de una oferta natural no predecible.

Es por esto que en el campo de la investigación se esta dando un especial énfasis a la maduración del *Penaeus Vannamei* en cautiverio.

La hembra del *Penaeus Vannamei* posee thelycum (o télico) abierto y carece de un receptáculo seminal.

Poco antes que ocurra el desove y durante la cópula el macho adhiere al télico el espermatóforo (sustancia que contiene el esperma) siendo los huevos fertilizados durante el desove.

En los laboratorios que experimentan con técnicas de maduración, cuando no se produce la cópula natural se procede a la inseminación artificial que consiste en la colección e impregnación de la masa espermática de 2 o 3 machos sobre el télico de la hembra ovada.

La colección de esperma se realiza manualmente o aplicando una descarga de corriente continua que hace al macho expulsar el espermatóforo.

Se han estudiado diversos factores que inciden en el

desarrollo sexual de los reproductores, como son sus requerimientos nutricionales, fotoperíodo, densidad de reproductores, calidad del agua, ablación del pedúnculo ocular, entre otros.

La ablación del pedúnculo ocular (extirpación del ojo) se realiza con la finalidad de eliminar o reducir el efecto de la hormona inhibidora de las gónadas que interfieren en la maduración, dicha hormona se produce y almacena en el pedúnculo ocular.

En la Figura 1.2.1 se muestra el diagrama de un proceso de maduración tomado de la Referencia Bibliográfica No. 5 pág. 26.

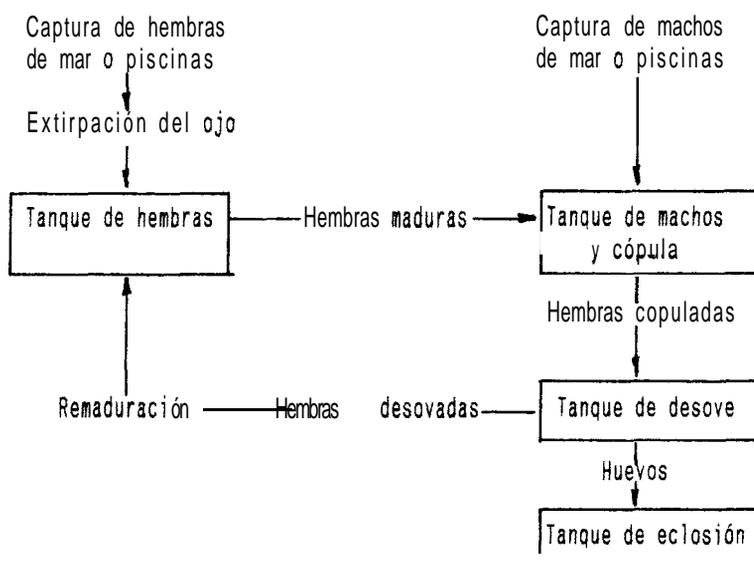


FIGURA 1.2.1 Diagrama de un proceso de maduración

Los reproductores de laboratorio son seleccionados de acuerdo a su forma, tamaño y peso, y en su captura se utilizan diferentes artes de pesca dependiendo si se la realiza en el mar o en piscinas de cría. Posteriormente son clasificados de acuerdo a su sexo y grado de desarrollo sexual.

Diferentes técnicas se han aplicado en el país en el campo de la larvicultura, siendo las principales la japonesa, americana, francesa y filipina, las mismas que han contribuido al desarrollo de una tecnología nacional en formación, tan necesaria por el interés estratégico que representa.

Cualquiera sea la tecnología aplicada, el primer paso es obtener las hembras fecundadas, ya sea por medio de la pesca, la cópula en cautiverio o por la inseminación artificial.

La hembra al inicio del desove se mueve lentamente levantándose desde el fondo mientras expulsa los huevecillos que van siendo fertilizados.

Durante el desove que ocurre generalmente entre las 22:00 horas y las 02:00 horas del día siguiente en fotoperíodo normal, el camarón libera muchos metabolitos como subproductos, los cuales

rápidamente contaminan el agua de mar y que en un volumen reducido matan tanto huevos como larvas.

Terminado el desove, la hembra es removida del tanque para evitar además que se alimente con los huevos, que dependiendo de su peso, largo y otros factores, producen entre 50.000 y 300.000.

Los huevos son colectados, desinfectados y transportados al tanque de eclosión, y una vez que nacen los nauplios estos son trasladados al tanque de cría.

Los tanques de cría, sus drenajes y difusores de aire son lavados y desinfectados químicamente; el agua que llena los tanques es previamente filtrada y desinfectada.

El suministro de aire además de oxigenar el agua mantiene en movimiento a las larvas que carecen de locomoción propia en los primeros subestadios, facilitando su alimentación e impidiendo que sean atrapadas por la tensión superficial.

Experimentalmente se ha determinado que en nuestro medio densidades menores de 100 nauplios/litro son las más convenientes, ya que permiten un mejor

desarrollo y minimizan el riesgo de presencia de enfermedades.

Los nauplios son aclimatados en el tanque de cría al tiempo que se aplican soluciones como profilácticos bacterioestéticos y para eliminar las colonias bacterianas.

Durante los estados naupliares los requerimientos nutricionales de la larva son suministrados por el vítelo (yema preservada dentro del cuerpo).

La abundancia y riqueza del vítelo parece tener relación con ordenes de carácter genético fisiológico y es una medida de la calidad del nauplio.

A partir del primer suhestadío zoea la larva empieza a tomar alimento del medio.

Durante la etapa zoea se nutre de fitoplancton. En los laboratorios se cultivan algas, como las diatomeas, cuyo desarrollo se induce en el mismo tanque de cultivo (método japonés) o en tanques separados para luego ser dosificadas (método americano).

Debe evitarse la presencia de células indeseables en el tanque de cultivo, como las cianófilas, y mantener un control en la densidad de algas porque cantidades elevadas producen metabolitos tóxicos.

Desde el estadio zoea hasta postlarva se han usado con éxito alimentos artificiales microencapsulados (protegidos con una membrana digerible de proteínas que las hace estables en agua). Estos balanceados que varían en tamaño de acuerdo a la fase larval que sirve de alimento, son importados y tienen un costo promedio de U.S. \$ 110/Kg.

La dosificación se realiza hidratando las microcápsulas en agua antes de verterlas en el tanque.

La cantidad diaria de balanceado varía generalmente entre 1 p.p.m. hasta 4 p.p.m. de zoea a postlarva (con densidades promedio de 80 larvas/litro) y se distribuye equitativamente en 6 u 8 dosis.

En la fase mysis el alimento más importante son los nauplios de artemia salina (las grasas de origen animal son de vital importancia durante este estadio y los primeros días de postlarva).

Rotíferos, nemátodos y algas también son usados para

mantener una dieta equilibrada.

La artemia salina es un crustáceo primitivo de alto contenido proteínico y otros elementos nutricionales. La artemia se importa como cistos (embriones protegidos por una capa firme y gruesa) con un precio promedio de U.S. \$ 25/Kg.

Los cistos pueden ser almacenados durante un largo período de tiempo antes de producir su eclosión en una solución salina, propiedad conocida como diapausa.

En el laboratorio se procede a veces a la decápsulación (pérdida de la capa protectora del embrión) introduciendo los cistos en una solución de cloro, este procedimiento ahorra tiempo y dosificados como embriones tienen más nutrientes que el instar I (primer subestadio del nauplio de artemia).

El Instar 11 (segundo subestadio) es usado en la alimentación desde mysis 11 hasta postlarva.

En estado de postlarva la dieta consiste principalmente de nauplios de artemia y alimentos balanceados.

La dosificación se hace tomando en cuenta la densidad poblacional y el volumen de agua en los tanques de cultivo que generalmente fluctúa entre 5 y 20 toneladas.

En la práctica las cantidades de alimento balanceado entregadas a los tanque de larvas varía entre 5 y 15 gramos por dosis que se pesan con una exactitud de hasta 1 gramo, y diariamente no se suministran más de 120 g. a cada tanque de cultivo.

Esta información define la exactitud y capacidad mínima que debe cumplir el dosificador de balanceado.

Para finalizar cabe indicar que en promedio de 100 huevos desovados 60 son fertilizados, 48 pasan al estado de nauplio, 28 se convierten en "semilla" y 17 sobreviven en las camaroneras hasta que son "cosechados".

CAPITULO 11

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL DOSIFICADOR DE BALANCEADO



BIBLIOTE

2.1 METODOS Y EQUIPOS USADOS PARA LA ALIMENTACION DE ESPECIES ACUATICAS EN CAUTIVERIO (ref. 2).

Los métodos utilizados para la alimentación de especies acuáticas en cautiverio pueden clasificarse en aquellos que se realizan manualmente, mecánicamente y en forma automática.

La especie cultivada, su estado de desarrollo, el espacio físico de crianza (tamaño del estanque), la densidad poblacional, la infraestructura existente en el lugar y el grado de tecnificación en el cultivo, son entre otros los factores que determinan el método de alimentación y diseño de los equipos.

El método manual presupone un mayor tiempo y esfuerzo, y generalmente menos exactitud en las cantidades de alimento dosificadas.

El trabajo manual requerido se facilita en gran medida usando equipos mecánicos, especialmente si

las áreas de cultivo son extensas.

Estos equipos consisten de un tanque de almacenamiento y un sistema expulsor que por lo general es una rueda de aspas que gira dentro de una carcaza atrapando el alimento en un punto y expulsándolo en otro por fuerza centrífuga (Figura 2.1.1).

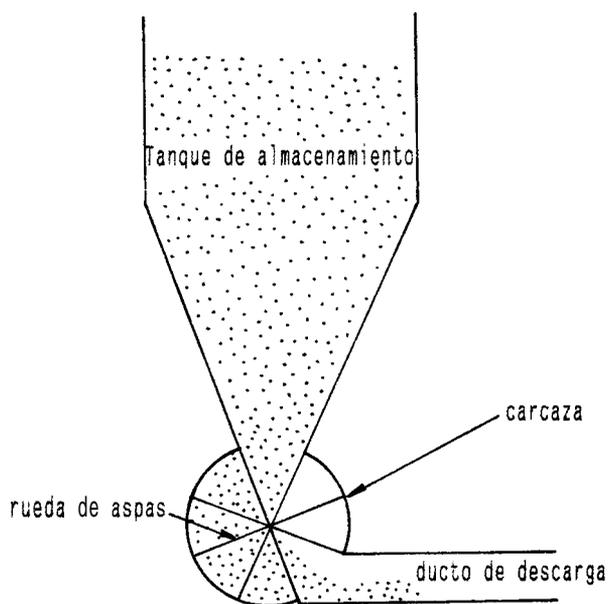


FIGURA 2.1.1 Esquema de un dosificador mecánico

El sistema expulsor frecuentemente está acoplado al motor del camión o tractor donde van o son remolcados los equipos.

Las cantidades de alimento descargadas se determinan contando las revoluciones de la rueda de aspas y con

este propósito se instala un tacómetro con el dial en la cabina del conductor.

En el cultivo de peces cuando la alimentación se realiza en un lugar establecido del estanque, éstos a menudo reconocen el lugar y allí se concentran cuando escuchan el ruido del vehículo que se acerca.

Existen alimentadores mecánicos activados por peces, éstos consisten de un tanque de almacenamiento montado sobre la piscina de cultivo cuyo ducto de descarga se encuentra bloqueado por una esfera, cono u otro elemento según el diseño. Este elemento va unido al extremo de una varilla, quedando el otro extremo inmerso en el agua.

El movimiento de la varilla desplaza la esfera dejando una abertura por donde cae el producto (Figura 2.1,2).

Los peces aprenden rápidamente a mover la varilla activando el alimentador.

En la crianza de tilapias, por ejemplo, que no pueden accionar el dosificador por sí mismas es necesario introducir carpas adultas que activan el mecanismo alimentándose y dejando que se alimenten

las tilapias.

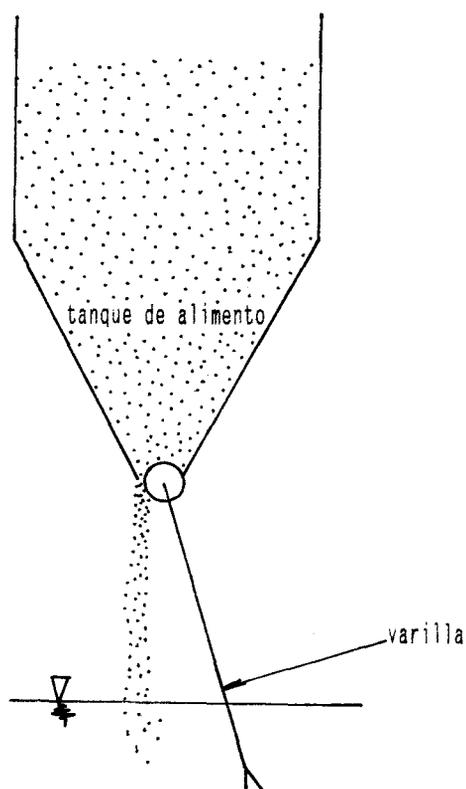


FIGURA 2.1.2 Esquema de un dosificador activado por peces.

Bajo costo de construcción y operación (no requieren energía eléctrica), poco desperdicio y en consecuencia menos contaminación en los estanques, son las principales ventajas de los alimentadores activados por peces, siendo la principal desventaja la dificultad en regular la cantidad de alimento distribuido.

Existen una gran variedad de diseños de alimentadores automáticos controlados por mecanismos de cuerda, circuitos electrónicos, neumáticos, eléctricos, hidráulicos y normalmente una combinación entre estos.

Por lo general es un reloj que activa un aspersor, difusor, compuerta u otro mecanismo de dosificación.

El control de las cantidades de alimento dosificadas constituye la principal ventaja de estos equipos, siendo el alto costo de construcción su principal desventaja.

Es importante mencionar que en los cambios de estaciones y durante su desarrollo muchas especies acuáticas atraviezan por períodos de anoxia. En estas condiciones cuando se utilizan alimentadores automáticos se produce un desperdicio de alimento y una potencial contaminación del estanque, ya que estos dosificadores actúan se este o no alimentando la especie cultivada.

Para salvar este inconveniente en el cultivo de peces, se instalan sensores en un pequeño alimentador del tipo que ellos aprenden a accionar, si el alimentador no es accionado los sensores

desactivan los alimentadores automáticos.

2.2 DISEÑO DEL DOSIFICADOR Y SELECCION DE MATERIALES

Se estudiaron dos alternativas para el elemento final de control que involucraban diseños distintos del dosificador; la primera el uso de un motor de paso que accione una rueda de espas, y la segunda el empleo de un selenoide o cilindro neumático que mueva alternativamente una placa.

La primera alternativa funcionaría en forma semejante al alimentador mecánico esquematizado en la Figura 2.1.1 pero el balanceado sería dosificado por gravedad.

La mayor complejidad en el diseño y mas alto costo de construcción favoreció la segunda alternativa representada en la Figura 2.2.1.

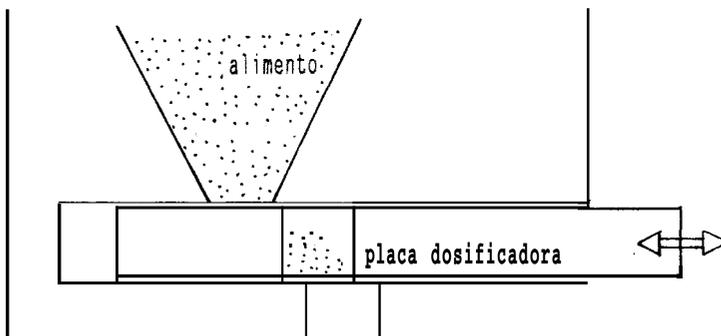


FIGURA 2.2.1 Dosificador de placa

El selenoide fue elegido en lugar del cilindro neumático por facilidad de instalación, y lógicamente la carrera del vástago fue considerada en el dimensionamiento de los elementos.

Acero inoxidable, aluminio y plástico fueron seleccionados como materiales posibles para la construcción del dosificador que debe operar en un medio corrosivo (húmedo y salino).

La facilidad en el maquinado, menos peso y generalmente menos costo, propició la elección del plástico.

Dentro de la amplia gama de plásticos se escogió el metil ester polímero acrílico conocido comercialmente como plexiglass o acrílico por ser translúcido, lo cual permite controlar su funcionamiento y le dá una mejor presentación.

Para establecer una exactitud de 0.50 gramos del dosificador se determinó que la placa alimentadora debía atrapar un volumen de 1.06 cm³ de producto en cada movimiento (un peso específico igual a 0.47 g./cm³ se obtuvo experimentalmente).

Matemáticamente dicho volumen se consigue perforando

un orificio de 11.64 mm. de diámetro en la placa de 10 mm. de espesor. En el diseño se especifica un orificio de 12 mm. que en teoría capta 0.53 g. de producto.

Los dibujos de las partes del dosificador en su diseño definitivo con los detalles de fabricación se encuentran en el Anexo A.

Paralelamente se construyeron moldes con vidrio y madera para formar los elementos del dosificador con resina epóxica, pero este material es significativamente más frágil y fue difícil de maquinar.

2.3 CONSTRUCCION Y COSTOS

Para la construcción del dosificador se adquirió una plancha de acrílico de fabricación nacional de 1 pulgada de espesor.

Los cortes y maquinado se realizaron en los talleres de la ESPOL empleándose aproximadamente 10 horas de trabajo.

Las superficies maquinadas fueron pulidas con pasta abrasiva con el propósito de mantener la

transparencia del material.

En el montaje de los elementos se empleó una solución de cloroformo que permite una unión firme y translúcida.

En el Anexo B, foto No. 1, puede apreciarse el dosificador ya construído.

Los costos de fabricación se detallan como sigue:

- 9 placas de acrílico de 100x100x12.7 mm...	S/.	9.180,00
- 1 selenoide New Era de 12 voltios	S/.	7.300,00
- 1 acople flexible para rosca de 6 mm.	S/.	300,00
- 1 sección de tubo de PVC de 1 1/4" de 250 mm.	S/.	580,00
- 10 horas de maquinado en fresadora	S/.	52.000,00
- Cloroformo, pasta y papel abrasivos	S/.	830,00
TOTAL	<i>Sl.</i>	<i>70.190,00</i>

El valor de construcción del dosificador, equivalente a U.S. \$ 80.68 (paridad cambiaria U.S. \$ 1 = S/. 870,00), se estableció en base a los precios de materiales y maquinado al 31 de octubre de 1.990.

CAPITULO 111

CONTROL NUMERICO

Al igual que la rueda, la escritura, la moneda, la electricidad y tantos descubrimientos que en su tiempo revolucionaron al mundo civilizado, ahora a fines del siglo XX el desarrollo de los transistores y circuitos integrados en el campo de la electrónica ha permitido la difusión masiva de los computadores, encontrándoselos en todos los campos de la ciencia y en el diario vivir.

Conceptualmente la lógica de un computador actual esta basada en la "Máquina Analítica" diseñada en 1.842 por el matemático inglés Charles Babbage cuya construcción no pudo concluir debido a la complejidad de un sistema puramente mecánico.

Un esfuerzo conjunto de la Universidad de Harvard, Bell Telephone Laboratories y la I.B.M. en los años 30 permitió la construcción de una serie de computadores eléctricos que fueron posteriormente remplazados por los electrónicos.

El primer computador electrónico, el ENIAC (Electronic

Numerical Integrator And Calculator), fue construido en **1.946** en la Universidad de Pensilvania por J. P. Eckert y **el** Dr. J. W. Mauchly y contenía **18.000** tubos al vacío, lo cual lo hacía una máquina poco confiable debido a la frecuencia con la cual fallaban estos dispositivos. Sin embargo el ENIAC fue utilizado durante algunos años por la Armada de los Estados Unidos en la elaboración de tablas para el cálculo de trayectoria de proyectiles.

Con la introducción de los transistores en los años 50 fue posible diseñar y construir computadores altamente confiables abriendo el camino a la tecnología de los circuitos integrados. Hoy es posible ubicar físicamente cientos de dispositivos electrónicos en una tarjeta de silicio de unos pocos centímetros cuadrados y una aplicación práctica de este desarrollo constituye la calculadora de mano capaz de realizar complejas operaciones de cálculo.

Aunque la mayoría de las personas que utilizan un computador tienen la suficiente habilidad para llevar a cabo una rutina de cálculo, almacenar información o procesar textos, sin embargo no conocen la organización interna del computador, lo cual limita su capacidad de uso. En el control digital por ejemplo, su diseño requiere conocer la arquitectura del computador y las leyes físicas con sus limitaciones que gobiernan su

funcionamiento.

3.1 ARQUITECTURA DEL COMPUTADOR (ref. 3) (ref.6)

Físicamente puede decirse que un computador consta de dos partes fundamentales: la Unidad Central de Proceso llamada CPU (Control Processor Unit) que es el "cerebro" alrededor del cual se organizan el resto de los componentes del sistema, y los Periféricos que permiten su comunicación con el exterior tanto en la toma de datos como en la presentación de los resultados.

En el CPU se encuentran la memoria principal, la unidad de control y la unidad aritmético-lógica.

La memoria está constituida por un conjunto de células capaces de almacenar un dato o una instrucción. Hay dos tipos de memoria; una de solo lectura y otra de acceso aleatorio.

La memoria de solo lectura a la que usualmente se refiere como ROM (Read-Only Memory) almacena una colección fija de información que es requerida por el sistema para realizar tareas específicas que coordinan el funcionamiento del computador y no necesita modificarse una vez que ha sido programada.

La memoria de acceso aleatorio, a la cual se refiere comunmente como RAM (Random Access Memories) es donde la unidad de control y la aritmético-lógica pueden grabar y extraer información sin seguir un orden determinado.

Con la finalidad de que la unidad de control pueda diferenciar cada célula de memoria éstas son identificadas con un número llamado dirección.

La unidad de control tiene por función controlar y coordinar el conjunto de operaciones a realizarse para el tratamiento de la información obedeciendo a las indicaciones dadas por el programa y como resultado de su interpretación.

La unidad de control opera directamente con la memoria principal y la unidad aritmético-lógica.

En la unidad aritmético-lógica se realizan estas operaciones de acuerdo con los mandatos que recibe de la unidad de control y los datos que toma de la memoria.

Físicamente la unidad de control y la unidad aritmético - lógica se encuentran en el microprocesador, un circuito integrado en una

tableta de silicio. La memoria reside en diferentes circuitos integrados.

Los PERIFERICOS son unidades que permiten la comunicación del CPU con el exterior, y pueden ser dispositivos de entrada o salida de acuerdo con el sentido de la información. Son periféricos teclado, pantalla, impresora, trazador gráfico y otros equipos externos al CPU.

Las memorias auxiliares, tales como discos rígidos y flexibles, son también periféricos.

La transferencia de información entre el CPU y sus periféricos se realiza a través de "canales" o "puertos".

Básicamente existen dos tipos de puertos: serial y paralelo, esta distinción se refiere a la forma como se transmiten las señales, si son una a la vez o varias simultáneamente.

El componente lógico o conjunto de instrucciones secuenciales agrupadas en programas, que permiten la ejecución de tareas específicas al computador se denomina software, en contraposición al hardware, que son los elementos físicos que constituyen el

sistema.

El computador opera en un lenguaje binario de señales (bit de valor 1) o ausencia de señales de voltaje (bit de valor 0).

Los programas pueden clasificarse en específicos, traductores, funcionales y generales.

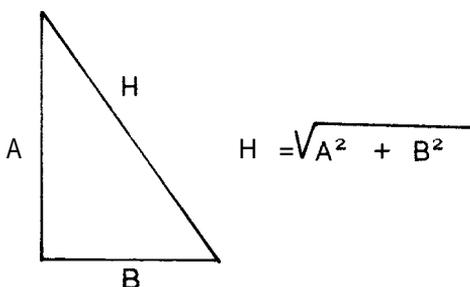
Son específicos o de alto nivel aquellos creados para procesar datos (por ejemplo el Common Business Language - Cobol), traductores los que convierten a los específicos en lenguaje de máquina (sistema binario), funcionales o de sistema operativo los que facilitan la explotación racional del computador guiando todas las tareas (por ejemplo el Disk Operating System - DOS), y generales aquellos que permiten la realización de funciones de uso frecuente.

Para ilustrar el tratamiento de la información en el computador, consideremos un programa creado para hallar el valor de la hipotenusa en un triángulo rectángulo conociendo sus catetos.

El programa se muestra a continuación tanto en un lenguaje máquina (figurado pero de estructura

similar a uno real) como en lenguaje Basic.

Lenguaje Máquina	Lenguaje Basic
00 LEE 16	10 INPUT A,B
01 LEE 17	20 IF A=0 THEN STOP
02 LEE 18	30 PRINT H = SQRT(A*A + B*B)
03 CAR 17	40 GOTO 10
04 CON -	
05 SAL 15	
06 MUL 17	
07 ALM 19	
08 CAR 18	
09 MUL 18	
10 SUM 19	
11 ELE 16	
12 ALM 19	A = cateto 1
13 ESC 19	B = cateto 2
14 SAL 01	H = hipotenusa
15 FIN -	



Consideremos la existencia de un periférico de entrada y otro de salida sin precisar sus características para centrarnos en el modo operativo del CPU.

Cada instrucción en el lenguaje máquina, de este ejemplo, tiene un formato tal que la primera columna

corresponde a la dirección de memoria principal en que se almacena la instrucción, la segunda columna al código de operación a efectuar, y la tercera corresponde al operando con el cual se ejecuta la operación.

Aunque en su forma más elemental el lenguaje máquina es binario, este programa está escrito en sistema decimal y con un código alfabético.

El uso de un código alfabético nemotécnico que sustituye al código de operación numérico es comúnmente empleado. Es más fácil recordar que "ADD" significa sumar que el código hexadecimal 09 corresponde a la suma en el microprocesador Z80.

Para almacenar el programa se requieren 16 posiciones de memoria que corresponden al número de instrucciones (desde 00 hasta 15).

Las posiciones consecutivas 16 a 19 se usan para almacenar los datos necesarios.

Ahora analizaremos el funcionamiento del microprocesador al ejecutar el programa.

Al tratar la primera instrucción {00|LEE|16| la

unidad de control lee un dato a través del periférico y lo carga en la posición 16 de memoria. Este dato es una constante de valor 0.5 que se usará para extraer la raíz cuadrada.

Con la siguiente instrucción `{01|LEE|17|` la unidad de control admite por el periférico de entrada el valor del primer cateto y lo carga en la posición de memoria 17.

Por medio de la instrucción `{02|LEE|18|` se realiza la misma operación con el segundo cateto que se almacena en la posición 18.

La instrucción `{03|CAR|17|` carga el contenido de la posición de memoria 17 (valor del primer cateto) en el acumulador que es un registro de la unidad aritmético-lógica.

La instrucción `{04|CON|-|` es un salto condicional.

Si el valor en el acumulador es cero se ejecuta la instrucción `{05|SAL|15|`, y si es distinto de cero se ejecuta `{06|MUL|17|`.

Que el valor en el acumulador sea cero indica que el primer cateto es cero, en cuyo caso la instrucción

{15}{FIN}{-} da por terminado el trabajo dejando libre el microprocesador.

Al ejecutar {06}{MUL}{17} la unidad aritmético lógica multiplica el valor en el acumulador (primer cateto), por el contenido en la posición de memoria 17 (primer cateto) y almacena el resultado (primer cateto al cuadrado) en el acumulador.

Siguiendo la secuencia, {07}{ALM}{19} almacena el valor del primer cateto al cuadrado en la posición de memoria 19.

Con las instrucciones {08}{CAR}{18} y {09}{MUL}{18}, que operan en forma similar a {03}{CAR}{17} y {06}{MUL}{17}, se obtiene el segundo cateto al cuadrado.

{10}{SUM}{19} realiza la suma de la posición 19 de memoria (primer cateto al cuadrado) y del contenido en el acumulador (segundo cateto al cuadrado), almacenando este resultado.

La instrucción {11}{ELE}{16} eleva el contenido del acumulador al valor almacenado en la posición de memoria 16, con lo cual se extrae la raíz cuadrada de la suma de los catetos al cuadrado, este resultado definitivo queda ahora cargado en el

acumulador.

Para representar el valor de la hipotenusa a través del periférico de salida, es necesario primero guardar dicho valor en una posición de memoria, ;12;ALM;19; realiza esta operación.

;13;ESC;19; envía el resultado a través del periférico de salida.

Finalmente la instrucción ;14;SAL;01; origina un salto incondicional a ;01;LEE;17;, con lo cual se repetirá todo el proceso descrito.

Confrontando los listados del programa ejemplo, es notoria la comodidad que significa el uso de un lenguaje de alto nivel en relación a un lenguaje máquina.

El conocimiento de códigos, formas de direccionamiento y direcciones reales de memoria permite programar en lenguaje máquina y, aunque estos programas solo son ejecutables en equipos con un microprocesador igual o compatible, se consiguen ejecuciones más rápidas ocupando menos memoria.

En cada computador existen zonas de memoria

reservadas para programas especiales, sistemas operativos y comunicación con periféricos, formando una "arquitectura de memoria".

3.2 PRINCIPIOS DEL CONTROL UTILIZADO EN EL AUTOMATISMO DEL DOSIFICADOR (ref. 6).

Para accionar los dispositivos eléctricos del dosificador de balanceado (válvula y selenoide) utilizamos las señales de voltaje provenientes del computador.

Estas señales de voltaje pueden tomarse, por ejemplo, de cualquier puerto que comunique al CPU con un periférico de salida.

Consideremos un puerto paralelo para impresora.

Aún cuando el cable que conecta a la impresora posee más de 14 hilos (más de 14 pines en enchufe), por lo regular son 14 los que se utilizan para transmitir señales. De estos, 3 hilos pueden ser usados como entrada solamente, 2 hilos como salida solamente, 8 hilos como entrada o salida, y 1 hilo es tierra.

Los hilos de entrada solamente y salida solamente sirven para establecer un estado determinado del

periférico (apto para imprimir, imprimiendo, etc.), mientras que los 8 hilos restantes en una combinación de señales de voltaje de 0 V. y 5 V. (lenguaje binario), permite 256 posibilidades de imprimir un carácter numérico, alfabético, de puntuación u otro.

Estas 256 posibilidades tienen un estándar en el código numérico decimal ASCII en el cual, por ejemplo, al número 164 le corresponde la letra "ñ".

Si utilizamos para el control las señales de voltaje en el cable que va a la impresora, primero debemos identificar los "hilos activos" y luego conociendo la dirección de memoria generar los impulsos electrónicos deseados mediante la instrucción respectiva.

La disposición de pines en el enchufe de una impresora conectada a puerto paralelo difiere según el fabricante, pero esta información es comunmente accequible. Caso contrario con un multímetro pueden identificarse los pines dando las instrucciones correspondientes al CPU.

Por ejemplo, en Basic la instrucción `out &h378,255` (en un IBM PC o con microprocesador compatible)

energiza los 8 hilos usados para generar todos los caracteres de impresión y control. En esta instrucción &h378 es la dirección de memoria en sistema hexadecimal que establece la conexión entre el CPU y el puerto paralelo de la impresora.

3.3 CARACTERISTICAS GENERALES DEL HARDWARE Y SOFTWARE

Para controlar el dosificador se empleó un computador compatible marca CLUB modelo 110, además de una tarjeta que usa un puerto paralelo.

Esta tarjeta tiene 24 canales divididos a su vez en 3 puertos de 8 bits cada uno. Cada puerto puede ser seleccionado como uno de entrada o salida de datos mediante instrucciones enviadas al CPU.

Esta tarjeta viene incorporada con los "relé" que sirven de puente entre las señales electrónicas provenientes del computador y las eléctricas que accionan los dispositivos del dosificador de balanceado, como se muestra esquemáticamente en la figura 3.2.1.

Se requieren dos señales para controlar el equipo; una para activar el selenoide que mueve la placa dosificando el balanceado, y otra para accionar la

válvula que al abrirse permite el paso de agua diluyendo el producto.

Por tanto solo utilizamos dos canales de uno de los puertos de la tarjeta.

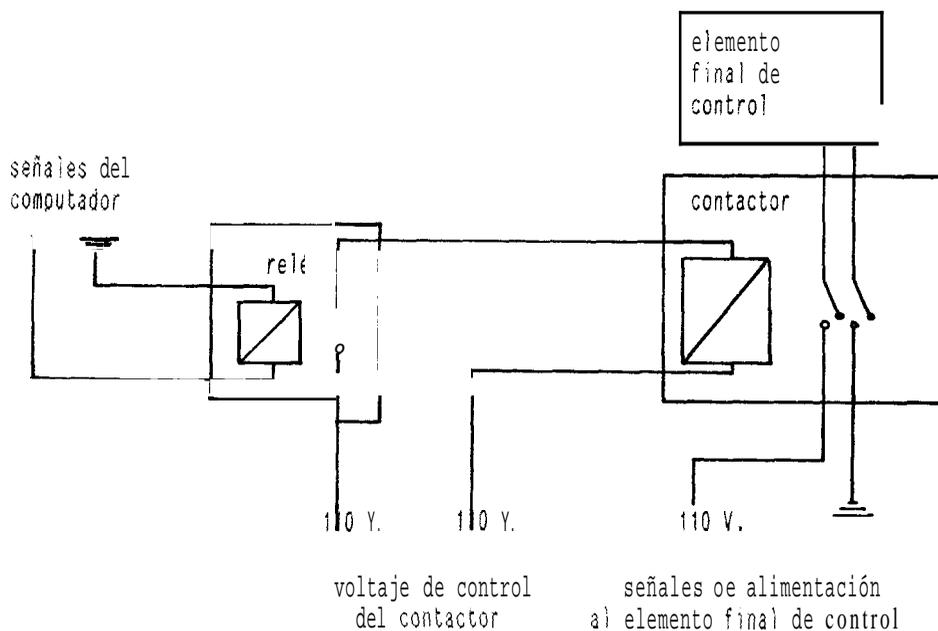


FIG. 3.2.1 Accionamiento de un dispositivo eléctrico usando una señal electrónica,

En el programa de control, escrito en basic, la tarjeta se inicializa (activa) con la instrucción out &hDE3 y las señales utilizadas para el selenoide y válvula corresponden a las direcciones &hDE0,8 y &hDE0,4 respectivamente. Donde &hDE0 direcciona el puerto A y los números 8 y 4 identifican a los bits de control empleados.

Cada vez que se genera una señal de voltaje en el bit identificado como 8 del puerto A, por ejemplo, el relé cierra el circuito que energiza el selenoide moviendo la placa y dosificando el balanceado.

En el anexo B, la foto No. 2 corresponde a la tarjeta utilizada para el control.

El programa permite al usuario determinar la *cantidad de alimento a dosificarse y establece en el tiempo e? inicio de cada dosis, para este último propósito se trabaja con el calendario y reloj del computador.*

El software contempla además la posibilidad de que durante un corte de energía deba iniciarse una dosificación al tanque de cultivo.

Para corregir en alguna medida este posible inconveniente, el programa (que se ejecuta automáticamente al regresar la energía), verifica en un archivo si la secuencia de las dosis se ha cumplido, caso contrario inicia la alimentación al tanque para mantener el orden previamente establecido por el usuario.

En el Anexo C se lista el programa de control.

CAPITULO IV

INSTALACION Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL DOSIFICADOR AUTOMATICO

Como se indicó en el Capítulo 1, el alimento suplementario se dosifica hidratándolo en agua; por consiguiente además del dosificador se requiere un dispositivo dentro del cual el balanceado sea suspendido en agua antes de verterlo sobre el tanque de cultivo.

Este dispositivo "mezclador", 'que forma parte del sistema para alimentar automáticamente las larvas, fue diseñado y construído paralelamente al dosificador constituyendo otro tema de investigación.

El dosificador y el mezclador fueron montados a presión en un solo cuerpo mediante cejas y canales de acople maquinados en cada elemento.

El conjunto fue sujeto, por la base del mezclador y mediante tornillos, a la cara horizontal de una pletina en "L", la misma que puede fácilmente ubicarse sobre el tanque de larvas.

La válvula y el selenoide se instalaron en la cara vertical de la pletina.

Para unir el vástago del selenoide a la placa dosificadora se empleó un acople flexible que facilita la transmisión de movimiento.

Se realizaron las conexiones de las señales provenientes del computador y las eléctricas necesarias, empleándose para éste último efecto 2 breakers Stotz BBC, 2 contactores Siemens 3TB40, y un transformador de corriente alterna a continua para accionar el selenoide.

Durante las pruebas de funcionamiento se programaron diferentes dosis y frecuencias verificándose que el equipo opera satisfactoriamente.

En el Anexo B, la foto No. 3 muestra el equipo durante las pruebas de funcionamiento automático.

Por último para determinar la cantidad en gramos de balanceado que se dosifica, se utilizó una balanza analítica Metter AC 100 que tiene una exactitud de 1/10000 g.

Se realizaron 2 pruebas en 2 días consecutivos.

Las pruebas consistían en llenar el dosificador para luego accionar en forma reiterada la placa hasta vaciarlo totalmente, registrándose el peso cada 5 movimientos.

Las Tablas de Resultados se muestran a continuación:

PRUEBA No 1

Número de muestra	Peso en gramos	Número de muestra	Peso en gramos	Número de muestra	Peso en gramos
1	0.498	20	0.483	39	0.474
2	0.477	21	0.485	40	0.482
3	0.470	22	0.479	41	0.484
4	0.471	23	0.475	42	0.481
5	0.468	24	0.477	43	0.484
6	0.478	25	0.476	44	0.481
7	0.479	26	0.475	45	0.475
8	0.480	27	0.484	46	0.476
9	0.453	28	0.486	47	0.477
10	0.485	29	0.478	48	0.468
11	0.486	30	0.470	49	0.473
12	0.483	31	0.469	50	0.474
13	0.486	32	0.454	51	0.473
14	0.478	33	0.478	52	0.483
15	0.476	34	0.504	53	0.471
16	0.479	35	0.471	54	0.477
17	0.488	36	0.478	55	0.475
18	0.488	37	0.476		
19	0.480	38	0.487		

Peso promedio dosificado por movimiento de placa 0,478 g.

Error absoluto \pm 0,006 g.

PRUEBA No 2

Número de nuestra	Peso en gramos	Número de muestra	Peso en granos	Número de muestra	Peso en gramos
1	0.490	19	0.476	37	0.480
2	0.483	20	0.459	38	0.471
3	0.490	21	0.481	39	0.475
4	0.489	22	0.474	40	0.480
5	0.484	23	0.475	41	0.487
6	0.475	24	0.479	42	0.478
7	0.497	25	0.481	43	0.486
8	0.490	26	0.476	44	0.474
9	0.486	27	0.492	45	0.477
10	0.494	28	0.475	46	0.480
11	0.491	29	0.496	47	0.484
12	0.483	30	0.507	48	0.475
13	0.503	31	0.486	49	0.459
14	0.476	32	0.490	50	0.472
15	0.482	33	0.479	51	0.470
16	0.471	34	0.475	52	0.478
17	0.483	35	0.476		
18	0.479	36	0.484		

Peso promedio dosificado por movimiento de placa 0,481 g.

Error absoluto $\pm 0,007$ g.

CONCLUSIONES

- 1.- Comparando las cantidades dosificadas durante las pruebas de vaciado del dosificador, se nota que la variación depende de la homogeneidad del producto.
- 2.- Como el equipo dosifica entregando un volumen constante, las cantidades son función del peso específico del balanceado, pero aún cuando esta característica varía ligeramente de un producto a otro, la exactitud del dosificador se mantiene en un gramo considerando el peso específico del alimento usado en las pruebas.
- 3.- El costo de fabricación del dosificador se reduce considerablemente omitiendo el maquinado de los dientes en la base y las guías en la placa dosificadora, ya que el alojamiento de la placa resultó suficiente para guiar el movimiento.
- 4.- Es aconsejable que el selenoide de corriente continua sea remplazado por otro de corriente alterna o por un cilindro neumático (en los laboratorios se dispone siempre de aire comprimido), para evitar el empleo del transformador de

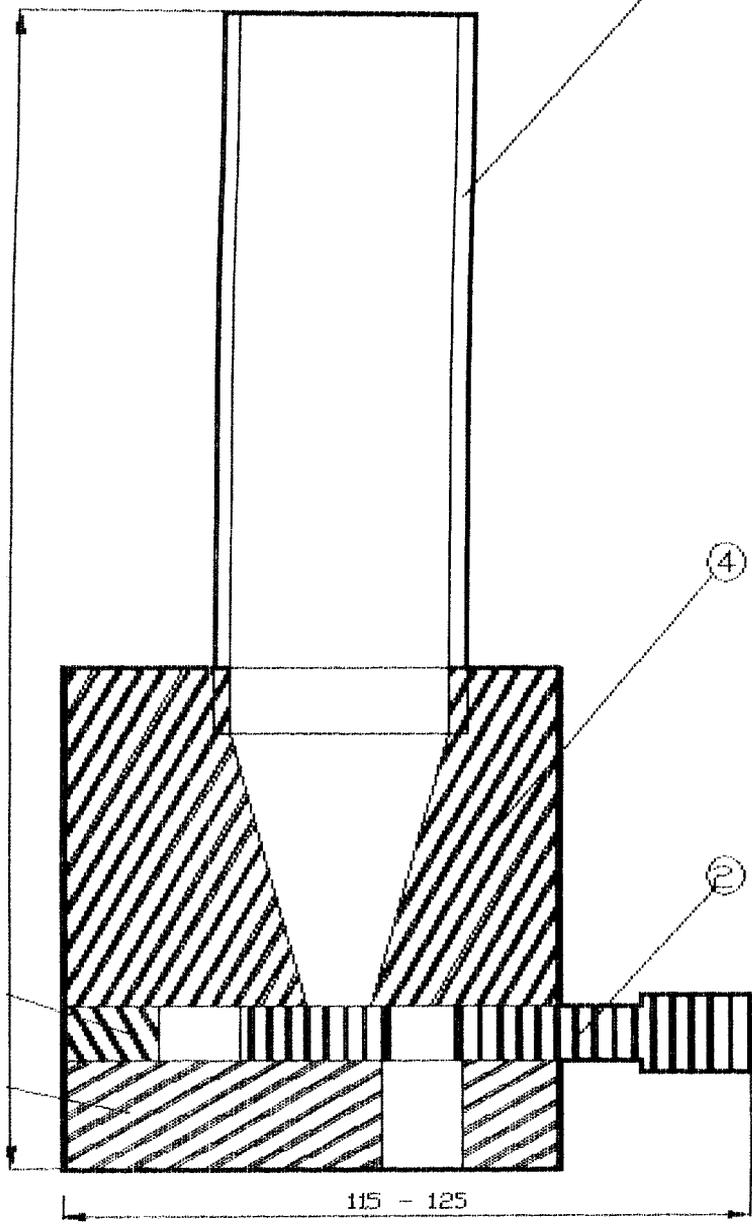
corriente. El cilindro neumático permitiría además regular el golpe ocasionado al mover la placa dosificadora, el cual eventualmente podría causar "stress" a las larvas.

- Aunque automatizar la alimentación usando una computadora aparentemente no justifica la inversión, es necesario hacer ciertas consideraciones; tales como:
 - Las ventajas mismas que implica la automatización, como son el ahorro económico y de recursos humanos, la disminución de errores, entre otras.
 - La posibilidad de controlar simultáneamente con la misma tarjeta la alimentación en 4 tanques distintos.
 - La factibilidad de implementar el control por computadora de diversas condiciones; como son por ejemplo la temperatura en los tanques de cultivo, recambios de agua, fotoperíodo, y otros parámetros de interés en el campo de la investigación, abriendo así el camino para el laboratorio de larvas de un futuro mediano.

ANEXOS

ANEXO A

PLANOS DE CONSTRUCCION DEL DOSIFICADOR



5	CILINDRO DE PRODUCTO	PVC # 3 3/4"	PLASTICO	1		100 g	
4	BLOQUE DE PRODUCTO	Acrylic 1/2"	PLASTICO	1		40 g	
3	ALONGAMIENTO DE PLACA DOSIF.	Acrylic 1/2"	PLASTICO	1		30 g	
2	PLACA DOSIFICADORA	Acrylic 1"	PLASTICO	1		30 g	
1	BASE	Acrylic 1"	PLASTICO	1		120 g	

No.	Denominacion	No. de Homos.	Material	Unid.	No. del Modelo	Peso	Observaciones
-----	--------------	---------------	----------	-------	----------------	------	---------------

Pulido 722 g.

PLASTICO

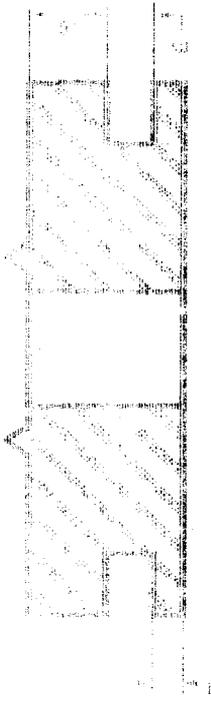
Fecha	Nombre
Dib. Leosa P. Trujillo	
Rev. F. Conacho	
Apro.	

DOSIFICADOR DE BALANCEADO 1:1

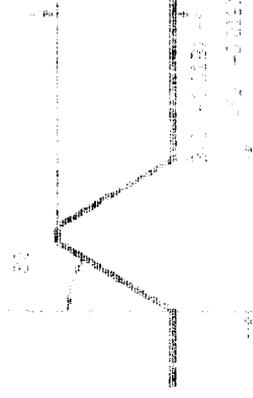
ESDPI

1879 44

Fig. 1



DETAILE DE DIENTES



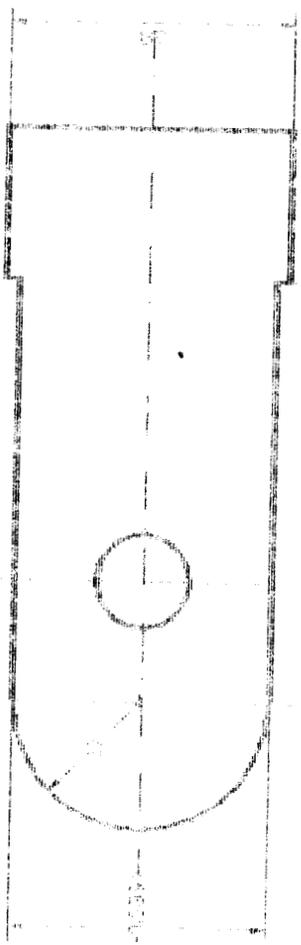
PROJ. 1879 3

1879 1879 3
 1879 1879 3
 1879 1879 3
 1879 1879 3

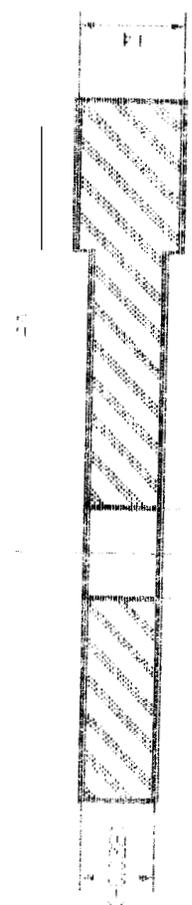
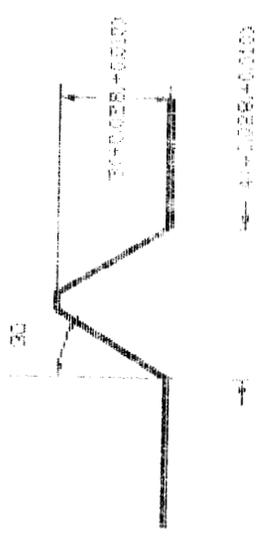
PROJ. 1879 3

1879 1879 3

PLASTIC



DETALLE DE GUIAS

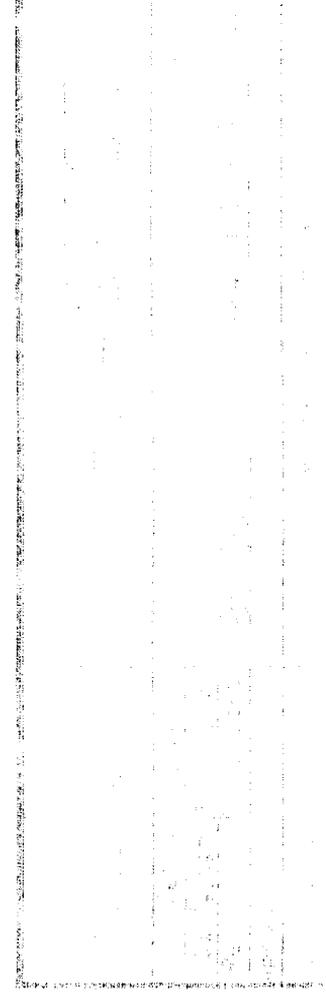
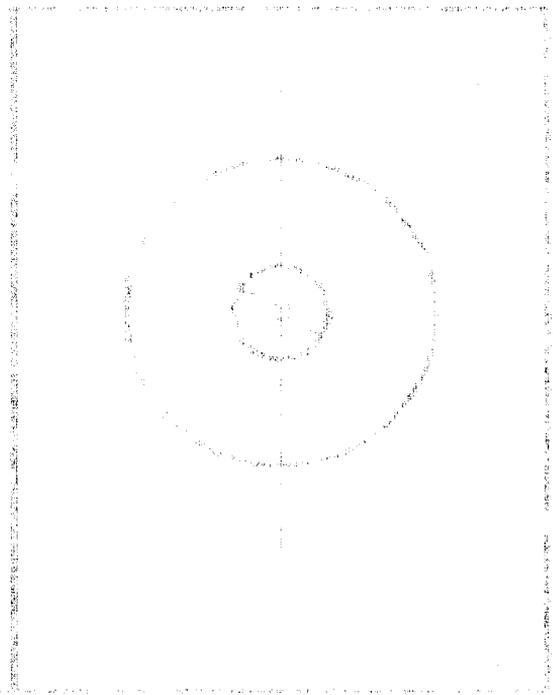
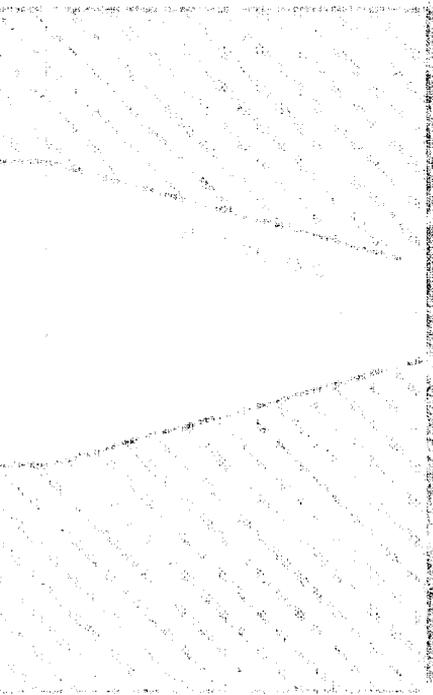


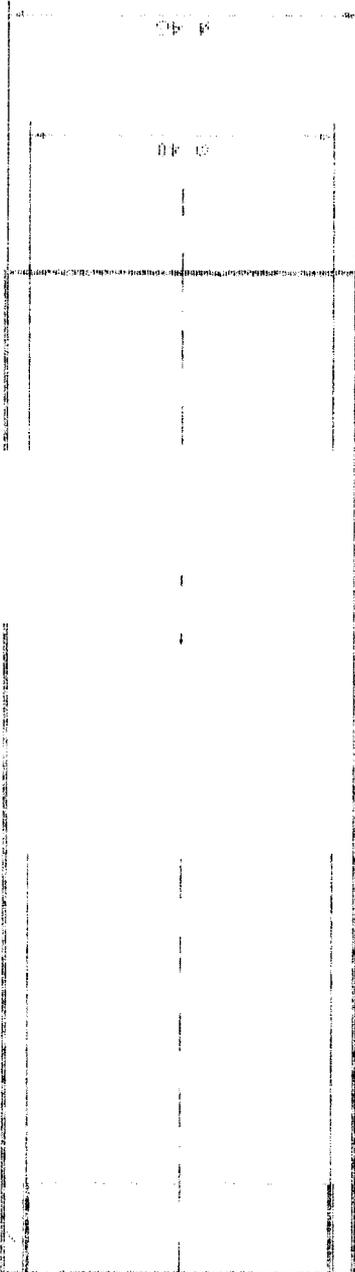
PLASTIC

PLASTIC

FIG. 1	PLASTIC
FIG. 2	PLASTIC
FIG. 3	PLASTIC
FIG. 4	PLASTIC

PLACA DE BIFIDORA 111





100

100

100 g		PLASTICO	
DESCRIZIONE		CILINDRO DE PRODUCTO 111	
REDAZIONE		REDAZIONE	
DATA		DATA	
FIRMATA		FIRMATA	
APPROVATA		APPROVATA	

ANEXO B

FOTOGRAFIAS

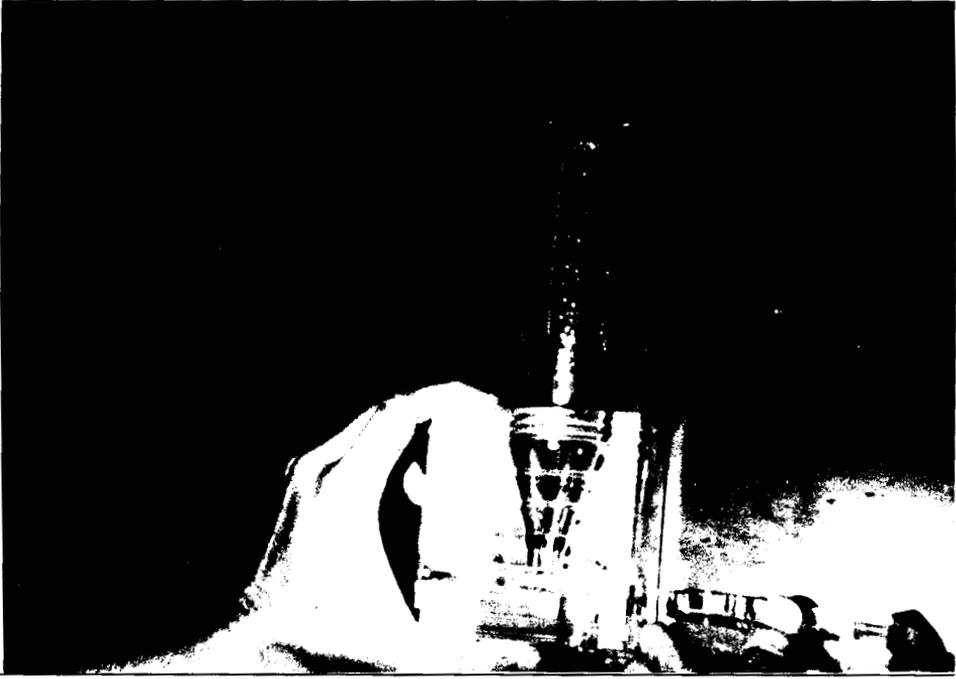


FOTO No. 1 Dosificador de balanceado

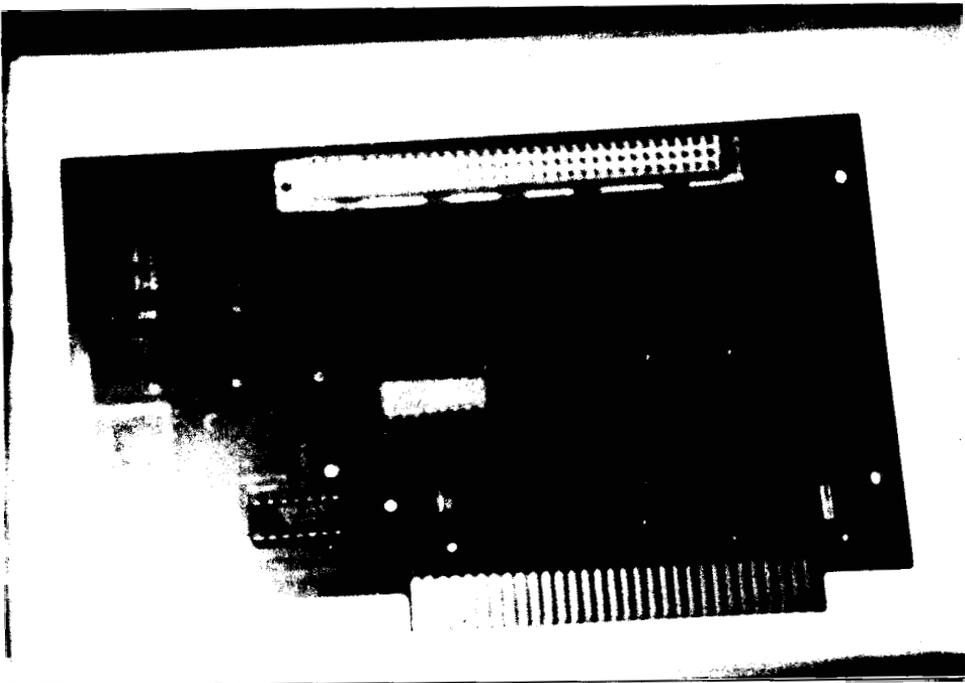


FOTO No. 2 Tarjeta utilizada para el control

BIBLIO

UNIVERSIDAD

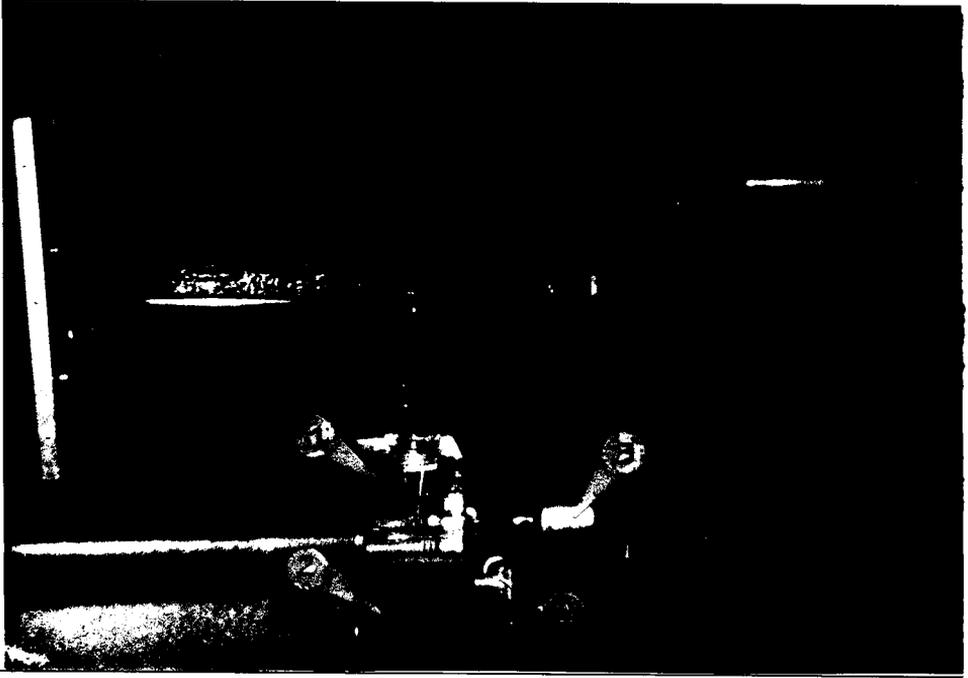


FOTO No. 3 Equipo durante las pruebas de funcionamiento automático.

1. Dosificador
2. Mezclador
3. Selenoide
4. Válvula

ANEXO C

LISTADO DEL PROGRAMA DE CONTROL

```

10 REM TOPICO DE GRADUACION
20 S=3
30 U=3
40 RE#: DOSIFICADOR = D = 8
50 D=8
60 REM: VALVULA = Y = 4
70 V=4
80 REM: LAMPARA = L = 2
90 L=2
100 N = INT(6/.48)
110 A = &HDE3
120 B = &HDE0
130 OUT A,14
140 OPEN "I",#1,"ESTADO"
150 INPUT #1,TURNO
160 GLOCE #1
170 IF TURNO=7 THEN TURNO=1:GOSUB 2530:GOTO 630
180 IF FECHA#=DATE# THEN TURNO=1:GOSUB 2530:GOTO 630
190 CLS
200 OPEN "I",#1,"VICTOR"
210 INPUT #1,T1,T2,T3,T4
220 CLOCE #1
230 OPEN "I",#1,"HUGO"
240 INPUT #1,T5,T6,G
250 CLOSE #1
260 T=INT(TIMER/30)
270 IF TURNO=1 AND T<T1 THEN GOTO 1710
280 IF TURNO=1 AND T>T1 THEN T=T1:GOSUB 1820
290 IF TURNO=1 THEN TURNO=2:GOSUB 2530
300 IF TURNO=2 AND T<T2 THEN GOTO 1710
310 IF TURNO=2 AND T>T2 THEN T=T2:GOSUB 1820
320 IF TURNO=2 THEN TURNO=3:GOSUB 2530
330 IF TURNO=3 AND T<T3 THEN GOTO 1710
340 IF TURNO=3 AND T>T3 THEN T=T3:GOSUB 1820
350 IF TURNO=3 THEN TURNO=4:GOSUB 2530
360 IF TURNO=4 AND T<T4 THEN GOTO 1710
370 IF TURNO=4 AND T>T4 THEN T=T4:GOSUB 1820
380 IF TURNO=4 THEN TURNO=5:GOSUB 2530
390 IF TURNO=5 OR T5=0 THEN GOTO 2300
400 IF TURNO=5 AND T<T5 THEN GOTO 1710
410 IF TURNO=5 AND T>T5 THEN T=T5:GOSUB 1820
420 IF TURNO=5 THEN TURNO=6:GOSUB 2530
430 IF TURNO=6 AND T6=0 THEN GOTO 2300
440 IF TURNO=6 OR T<T6 THEN GOTO 1710
450 IF TURNO=6 OR T>T6 THEN T=T6:GOSUB 1820
460 IF TURNO=6 THEN TURNO=7:GOSUB 2530
470 GOTO 2300
480 WIPHT 80
490 SCREEN 0,1: CLS: KEY OFF:COLOR 0,3,1
500 LOCATE 2,32:PRINT "E S P O L"
510 LOCATE 7,33:PRINT "TOPICO"
520 LOCATE 8,35:PRINT "DE"
530 LOCATE 9,31:PRINT "GRADUACION"
540 LOCATE 11,20:PRINT"PROGRAMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA"
550 LOCATE 12,20:PRINT"EL CONTROL DE LA DOSIFICACION Y MEZ-"
560 LOCATE 13,20:PRINT"CLADO DE BALANCEADO EN UN TANQUE PARA"
570 LOCATE 14,20:PRINT"LARVAS DE CAMARON"
580 LOCATE 16,20:PRINT "Integrantes:"
590 LOCATE 16,34:PRINT"VICTOR H. GARCIA"
600 LOCATE 17,34:PRINT"PABLO TRUJILLO"
610 LOCATE 21,4:PRINT "Presione una tecla para continuar"
620 W#=INKEY#:IF W#="" GOTO 620
$30 CLS
640 FOR I=1 TO 1000
650 NEXT I
660 FOR I=i TO 1

```

```

670 FOR D=2000 TO 400 STEP -50
680 SOUND D,1
690 NEXT D,1
700 FOR R=1 TO 1000
710 NEXT R
720 CLS
730 LOCATE 2,26:PRINT "*** M E N U ***"
740 LOCATE 9,20:PRINT "1.Informacion"
750 LOCATE 11,20:PRINT "2.Parámetros y Ejecución"
760 LOCATE 13,20:PRINT "3.Salir"
770 W$=INKEY$:IF W$=""GOTO 770
780 IF W$="1" GOTO 810
790 IF W$="2" GOTO 1030
800 IF W$="3" GOTO 2500
810 CLS
820 LOCATE 2,30:PRINT"***INFORMACION***"
830 LOCATE 5,30:PRINT" Este programa tiene como finalidad "
840 LOCATE 6,30:PRINT"el operar el equipo que se encargara"
850 LOCATE 7,30:PRINT"de dosificar y mezclar el balanceado"
860 LOCATE 8,30:PRINT"para la alimentación de larvas de ca-"
870 LOCATE 9,30:PRINT"marón en un laboratorio, así como"
880 LOCATE 10,30:PRINT"también preguntar sobre la cantidad"
890 LOCATE 11,30:PRINT"en gramos de balanceado a dosificar"
900 LOCATE 12,30:PRINT"en cada operación y a las horas que"
910 LOCATE 13,30:PRINT"estén registradas, si en un instante"
920 LOCATE 14,30:PRINT"se va la energía eléctrica! en e!"
930 LOCATE 15,30:PRINT"momento de retornar la misma, el"
940 LOCATE 16,30:PRINT"programa por su diseño está acto pa-"
950 LOCATE 17,30:PRINT"ra seguir operando el sistema no sin"
960 LOCATE 18,30:PRINT"antes preguntarse a sí mismo si se"
970 LOCATE 19,30:PRINT"ha pasado o no una de las dosifica"
980 LOCATE 20,30:PRINT"ciones registradas a cierta hora."
990 LOCATE 22,4:PRINT"Presione cualquier tecla para regresar al menú"
1000 W$=INKEY$:IF W$="" GOTO 1000
1010 CLS
1020 GOTO 730
1030 CLS
1040 REM*** PARAMETROS ***
1050 LOCATE 6,25:PRINT"*** PARAMETROS ***"
1060 LOCATE 10,25:PRINT"A.- Cuatro dosificaciones en el día"
1070 LOCATE 11,25:PRINT"B.- Cinco dosificaciones en el día"
1080 LOCATE 12,25:PRINT"C.- Seis dosificaciones en el día"
1090 W$=INKEY$: IF W$="" GOTO 1090
1100 IF W$="A" GOTO 1130
1110 IF W$="B" GOTO 1240
1120 IF W$="C" GOTO 1360
1130 CLS
1140 LOCATE 5,25:PRINT"Ponga el tiempo y la cantidad de gramos"
1150 LOCATE 6,25:PRINT"para cada dosificación."
1160 LOCATE 10,30:INPUT"T1=";T1
1170 LOCATE 11,30:INPUT"T2=";T2
1180 LOCATE 12,30:INPUT"T3=";T3
1190 LOCATE 13,30:INPUT"T4=";T4
1200 LOCATE 14,30:INPUT"G=";G
1210 LOCATE 22,20:PRINT"Pulse cualquier tecla para EJECUTAR"
1220 W$=INKEY$: IF W$="" GOTO 1220
1230 GOTO 1490
1240 CLS
1250 LOCATE 5,25:PRINT"Ponga el tiempo y la cantidad de gramos"
1260 LOCATE 6,25:PRINT"para cada dosificación"
1270 LOCATE 10,30:INPUT"T1=";T1
1280 LOCATE 11,30:INPUT"T2=";T2
1290 LOCATE 12,30:INPUT"T3=";T3
1300 LOCATE 13,30:INPUT"T4=";T4
1310 LOCATE 14,30:INPUT"T5=";T5
1320 LOCATE 15,30:INPUT"G=";G

```

```

1330 LOCATE 22,20:PRINT"Pulse cualquier tecla para EJECUTAR"
1340 W$=INKEY$: IF W$="" GOTO 1340
1350 GOTO 1490
1360 CLS
1370 LOCATE 5,25:PRINT"Ponga el tiempo y la cantidad de gramos"
1380 LOCATE 6,25:PRINT"para cada dosificación"
1390 LOCATE 10,30:INPUT"T1=";T1
1400 LOCATE 11,30:INPUT"T2=";T2
1410 LOCATE 12,30:INPUT"T3=";T3
1420 LOCATE 13,30:INPUT"T4=";T4
1430 LOCATE 14,30:INPUT"T5=";T5
1440 LOCATE 15,30:INPUT"T6=";T6
1450 LOCATE 16,30:INPUT"G=";G
1460 LOCATE 22,20:PRINT"Pulse cualquier tecla para EJECUTAR"
1470 W$=INKEY$: IF W$="" GOTO 1470
1480 GOTO 1490
1490 CLS
1500 REM ***** EJECUCION *****
1510 REM
1511 U = 3
1512 S = 4
1514 N = INT(G/.48)
1520 FOR G=1 TO 15
1530 H1LINE$=H1LINE$+CHR$(196)
1540 H2LINE$=H2LINE$+CHR$(223)
1550 NEXT G
1560 OPEN "0",#1,"VICTOR"
1570 PRINT #1,T1,T2,T3,T4
1580 LOCATE 4,2:PRINT "EL PROCESO SE ESTA REALIZANDO:"
1590 LOCATE 1,47:PRINT H2LINE$
1600 LOCATE 2,47:PRINT"TURNO TIEMPO"
1610 LOCATE 3,47:PRINT H1LINE$
1620 CLOSE #1
1630 OPEN "0",#1,"HUGO"
1640 PRINT #1,T5,T6,G
1650 LOCATE 4,2:PRINT "EL PROCESO SE ESTA REALIZANDO:"
1660 LOCATE 1,47:PRINT H2LINE$
1670 LOCATE 2,47:PRINT"TURNO TIEMPO"
1680 LOCATE 3,47:PRINT H1LINE$
1690 CLOSE #1
1700 LOCATE 4,49:PRINT "1"
1710 T = INT(TIMER/30)
1720 IF T=T1 THEN TURNO=2:GOSUB 1820:GOSUB 2530
1730 IF T=T2 THEN TURNO=3:GOSUB 1820:GOSUB 2530
1740 IF T=T3 THEN TURNO=4:GOSUB 1820:GOSUB 2530
1750 IF T=T4 THEN TURNO=5:GOSUB 1820:GOSUB 2530
1760 IF T=T5 THEN TURNO=6:GOSUB 1820:GOSUB 2530
1770 IF T=T6 THEN TURNO=7:GOSUB 1820:GOSUB 2530
1780 IF (T < I4) OR (T < T5) OR (T < T6) THEN 1710
1790 FOR Y = 1 TO 20000
1800 NEXT Y
1810 GOTO 2300
1820 REM
1830 BEEP
1840 LOCATE 4,2:PRINT "EL PROCESO SE ESTA REALIZANDO:"
1850 LOCATE 1,47:PRINT H2LINE$
1860 LOCATE 2,47:PRINT"TURNO TIEMPO"
1870 LOCATE 3,47:PRINT H1LINE$
1880 X=L
1890 OUT B,X
1900 REM
1910 REM --- SUBROUTINA DE DOSIFICACION, MEZCLADO Y VACIADO ---
1920 REM
1930 X = X + V
1940 OUT B,X
1950 FOR K = 1 TO N

```

```
1960 X = X + D
1970 OUT B,X
1980 FOR Y = 1 TO 550
1990 NEXT Y
2000 X = X - D
2010 OUT B,X
2020 FOR Y = 1 TO 550
2030 NEXT Y
2040 NEXT K
2050 FOR Y = 1 TO 1000
2060 NEXT Y
2070 X = X - V
2080 OUT B,X
2090 REM VACIAR EL MEZCLADOR
2100 FOR Y = 1 TO 30000
2110 NEXT Y
2120 X = X + V
2130 OUT B,X
2140 FOR Y = 1 TO 8300
2150 NEXT Y
2160 X = X - V
2170 OUT B,X
2180 FOR J=1 TO 6
2190 FOR M=1 TO 8000
2200 NEXT M
2210 NEXT J
2220 U=U+1
2230 LOCATE U,56:PRINT T
2240 S=S+1
2250 LOCATE S,48:PRINT TURNO
2260 X = 0
2270 OUT B,X
2280 BEEP
2290 RETURN
2300 CLS
2310 FOR M=1 TO 29
2320 HLLINE$=HLLINE$+CHR$(196)
2330 HZLINE$=HLLINE$+CHR$(223)
2340 NEXT M
2350 CLS
2360 LOCATE 1,10:PRINT HZLINE$
2370 LOCATE 2,10:PRINT "EL PROCESO DE DOSIFICACION HA TERMINADO"
2380 LOCATE 4,10:PRINT HZLINE$
2390 LOCATE 6,10:PRINT " TURNO TIPO DE DOSIFICACION"
2400 LOCATE 7,10:PRINT HLLINE$
2410 LOCATE 8,16: PRINT TURNO-1
2420 LOCATE 8,34:PRINT T
2430 LOCATE 10,10:PRINT HLLINE$
2440 LOCATE 22,4:PRINT "Presione una tecla para regresar al MENU"
2450 M$=INKEY$:IF M$="" GOTO 2450
2460 CLS
2470 TURNO=7:GOSUB 2530
2480 CLS
2490 GOTO 720
2500 CLS
2510 END
2520 REM ----- RUTINA DE GRABACION DE ESTADO -----
2530 OPEN "0",#1,"ESTADO"
2540 PRINT #1,TURNO
2550 CLOSE #1
2560 RETURN
```

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arellano Moncayo Edgar, Guías Técnicas en el Cultivo de Larvas de Camarón - Proyecto Optimización del Cultivo de Larvas de Camarón "Ocular"; ESPOL, Guayaquil - Ecuador, Mayo de 1.990, 42 p.
- 2.- Balfour Hepher & Pruginin Yoel, Cultivo de Peces Comerciales - Basado en las Experiencias de las Granjas Piscícolas en Israel; Editorial LIMUSA - 1.985, pp. 164-171.
- 3.- Booth Taylor L., Introduction To Computer Engineering Hardware And Software Design - Third Edition; John Wiley & Sons Inc., 1.984, pp. 387-395, 430-432.
- 4.- Camara de Productores de Camarón, Libro Blanco del Camarón; Ecuagraf, Guayaquil, Mayo de 1.989, pp. 63-68
- 5.- Gómez M. Luis y Arellano M. Edgar, Guías Prácticas Preliminares para la Maduración y Desove en Cautiverio del Camarón Panaeido en el Ecuador;

ESPOL, Guayaquil, Marzo de 1.990, 45 p.

- 6.- Lohrlein Hans-Peter, Apuntes de Clases del Curso Adquisición de Datos y Control de Procesos por Computadora; ESPOL, Guayaquil, 1.990.
- 7.- P.M.R.C., Breve Visión de los Recursos Costeros; Centro de Difusión y Publicaciones de la ESPOL, Guayaquil, Julio de 1.990, 20 p.
- 8.- Vargas Zúñiga Angel, Manual de la Industria del Camarón; Series VZ, Guayaquil - Ecuador, 1.987, pp. 9-10.