

## MOTOR SOLAR PARA BOMBEO DE AIRE

Victorio Tacchi  
Investigación Privada  
La Rioja 57 - 1er. Piso - Of. 1  
5000-Córdoba - Rep. Argentina

### Resumen

Se presentan la realización de un motor exotérmico que utiliza como fluido ai re, y que produce la circulación del mismo aire, con la finalidad de transferir calor, por calor sensible, a un punto distante y situado generalmente a un nivel inferior y cuya descripción fue presentada anteriormente (1). Brevemente: el aire aumenta su temperatura a partir de la captación de energía solar consecuentemente aumenta su presión y actuando sobre un juego de válvulas de características especiales, fluye en un ciclo pulsátil y automático. Todo sin aporte de energía que no sea solar.

Se pone en evidencia, la característica de reunir simultáneamente en una sola máquina, el panel, una función motriz, y una función operatriz, con ventajas de costo y de rendimientos. Se presentan los prototipos realizados, informándose sobre su funcionamiento.

## SOLAR ENGINE FOR PUMPING AIR

### Abstract

It is presented here an exothermic engine that utilizes air as fluid, and produces the circulation of the same air for transferring heat, through sensitive heat, to a distant point usually placed on a lower level . The description of the above mentioned engine has already been done (1). Briefly: air increases its own temperature as soon as it absorbs solar energy therefore it increases its own pressure and by acting on a set of valves of special characteristics, it flows into a pulsing and automatical cycle.

To be remarked: it does not require any power source other than the solar energy.

It is also worth remarking that by having the panel, a motor function, and an operating function conjoined, the costs are lower and yields are better. The prototypes are presented and in formation about its performance is given.

## Introducción

El presente trabajo tiene por objeto informar sobre los progresos y realizaciones logradas a partir de la teoría expuesta en una oportunidad anterior (1). Se trata de una máquina que bombea aire, calentado por energía solar, en la cual la temperatura superior es del orden de  $80^{\circ}\text{C}$  y la temperatura inferior es la temperatura ambiente. Su funcionamiento se ajusta al conocido y muy viejo ciclo Lenoir, en cuanto el aporte de calor se realiza a volumen constante y la expansión útil se lleva hasta la presión atmosférica. La energía se recaba del mismo aire que bombea y la ganancia de temperatura correspondiente, se obtiene a partir de la captación de energía lumínica solar, transformada por la superficie de captación en energía térmica. Los valores de energía en juego son bastante elevados: un conducto de 10 cm de diámetro por una longitud de 1000 cm, da un volumen de  $78539\text{ cm}^3$  equivalente a 0,1 kg de aire aproximadamente. Si el salto de temperatura es de  $30^{\circ}\text{C}$ , el trabajo de expansión a presión constante que puede realizar esa cantidad de aire, sabiendo que el valor de R para el aire es  $29,27\text{ kgm}/^{\circ}\text{K}$  es:  $29,27\text{ kgm} \times 30^{\circ}\text{C} \times 0,1\text{ kg} = 87,81\text{ kgm}$  (2).

## Descripción y funcionamiento

Básicamente, en su forma más elemental, se lo ve esquematizado en la fig. "A". Las válvulas automáticas 2 y 3 de características especiales cierran en sus extremos al conducto 1. Este conducto 1 está aislado del medio ambiente por la cubierta transparente 4 completada por su correspondiente caja. El conducto 1 oficia como captador de las radiaciones solares. 5 es un conducto encargado de conducir el aire caliente hasta su lugar de aprovechamiento; también la columna de aire que por él se desplaza en forma pulsátil, es usada para la recarga de aire fresco al conducto 1. Este, aparte de ser captador de las radiaciones, oficia como cámara de expansión, intercambiador de calor y continente del fluido activo aire.

La válvula 2 es unidireccional, de apertura automática y permite el ingreso de aire, desde el medio ambiente a la cámara 1, cuando en ésta existe un vacío de pocos centímetros de columna de agua.

La válvula 3 es también unidireccional y se abrirá cuando en la cámara 1 la presión alcance valores de hasta 200 cm de columna de agua, cerrándose con valores de presión negativos o positivos cercanos a la presión atmosférica, según se aproveche o no, la inercia de la columna de aire que se desplaza por el conducto 5, para la renovación del aire en la cámara 1. Este conducto 5, en ambos casos, también puede officiar como superficie colectora de radiaciones, para incrementar ulteriormente la temperatura del aire que circula por él. En el caso de desprestigiar la inercia de la columna de aire del conducto 5, para obtener el barrido y renovación de aire del conducto 1, vemos que en éste, durante la misma fase de barrido, una porción del conducto más cercana a la válvula 2, tendrá presiones inferiores a la atmosférica, mientras que en las inmediaciones de la válvula 3, la presión no descenderá de valores positivos cercanos en pocos centímetros de columna de agua, a la presión atmosférica.

La experimentación hasta aquí efectuada, no permite definir aún cual de las dos vías es más conveniente. Tal vez, en definitiva, prevalezcan razones de

dimensionamiento en su elección.

El funcionamiento y siempre con referencia a la fig. "A" es como sigue. El volumen de la cámara 1 se encuentra ocupado por aire a temperatura ambiente. Las radiaciones solares son captadas por la superficie externa del conducto 1, produciendo el calentamiento del aire en su interior.

El aire al aumentar su temperatura, aumenta su presión, por ej. con un aumento de 30°C la presión se incrementa en 100 gr/cm<sup>2</sup>.

Al llegar a este valor la válvula 3 se abre; el aire que ocupa la cámara se expande y va adquiriendo una cierta cantidad de movimiento = a su masa por velocidad. Una cosa análoga sucede con el aire en reposo del conducto 5, que es impelido por la expansión del aire de la cámara 1. Cuando esta expansión cesa, el aire sigue avanzando por inercia en el conducto 1 y en el conducto 5. La válvula 3 no se cierra porque una pequeña diferencia de presión entre el conducto 1 y 5 es capaz de mantenerla abierta. También puede ser mantenida abierta merced a un amortiguador precedentemente cargado durante el período de apertura, originando un retardo en el cierre. Al seguir avanzando el aire en 1 y en 5, produce un vacío en 1 de pocos cm de columna de agua, pero suficiente para producir la apertura de la válvula 2, que permitirá el ingreso de aire fresco desde el exterior. La inercia de la columna de aire de los conductos 1 y 5 debe ser tal que asegure un barrido total de la cámara 1, antes de que se cierren las válvulas 2 y 3, luego de que, se inicia un nuevo ciclo.

### Prototipos experimentados

Aproximadamente en agosto de 1978, se logra poner en marcha con funcionamiento absolutamente regular, un prototipo, (ver fotos 1 a 4) en el que por razones de comodidad de investigación, el aporte de calor a la cámara 1, se efectúa con agua ubicada en un conducto anular concéntrico a dicha cámara 1 y que a su vez es calentada por una resistencia eléctrica de 850W con un circuito de termosifón. La cámara 1 tiene un diámetro de 11 cm y una longitud de 24 m. La válvula de admisión 2 está formada por 5 láminas de latex que cierran una serie de orificios. Su apertura se logra con un vacío, medido estáticamente, inferior a 1 cm de columna de agua. La válvula 3 es mantenida cerrada por 4 imanes permanentes, con posibilidad de variar el valor del entrehierro, para poder reducir o aumentar el efecto magnético, variando así los valores de presión a los cuales se produce su apertura.

Un resorte asegura su vuelta, hasta caer nuevamente bajo la acción magnética, que completa su cierre rápidamente.

El conducto 5 es intercambiable, con la finalidad de probar distintos diámetros y longitudes.

El rendimiento volumétrico de barrido se medía por medio de un tubo cerrado del polietileno, de pocos micrones, que era inflado por el aire que salía del conducto 5. Conociendo su volumen y contando los ciclos necesarios para su llenado, se conocía el gasto de aire por cada ciclo. Comparándolo con el volumen de la cámara 1, se conocía que porcentaje del mismo volumen era renovado en cada ciclo. La puesta a punto fue relativamente laboriosa, alcanzándose una marcha regular y estacionaria, en relación al calor entregado por

la resistencia y el calor transferido por el aire, hecho logrado con varios valores de salto de temperatura. Los rendimientos volumétricos de barrido alcanzados eran del orden del 45%. Estos valores, evidentemente inferiores a los esperados, obligaban a un salto de temperatura, más que doble del requerido para alcanzar una determinada presión. En efecto la temperatura mínima en la que se alcanzaba una marcha regular era de 75°C para el agua, lo que daba un incremento con respecto a la temperatura ambiente de 55°C. La presión máxima correspondiente debería haber sido alrededor de 180 gr/cm<sup>2</sup>, pero la que se medía manométricamente era de 50 gr/cm<sup>2</sup>, poniendo de manifiesto el bajo rendimiento de barrido. Con presiones de ejercicio mayores, cercano a los 100 gr/cm<sup>2</sup>, la temperatura a la cual el funcionamiento era estacionario alcanzaba a valores de 97°C. La cantidad de ciclos por minuto variaba según las presiones de ejercicio. A menores presiones, mayor cantidad de ciclos por minuto. Esto es lógico, porque manteniendo el aporte de calor constante, el calentamiento del aire a menor temperatura, era más rápido. Asimismo con menor salto de temperatura, la extracción de calor por cada ciclo es menor, necesiéndose mayor cantidad de ciclos por unidad de tiempo para extraer la misma cantidad de calor. Por cada minuto se podía variar la cantidad de ciclos desde sesenta a uno, según se variara la regulación de la válvula 3, o se interrumpiera momentáneamente el suministro de corriente a la resistencia. Otro inconveniente era la imperfecta hermeticidad de las válvulas, cuando estaban cerradas. Todas estas razones indujeron a la realización de nuevos diseños que fueron probados sin aporte de calor, produciendo el aumento de presión en la cámara 1, por simple aporte de aire. Los rendimientos volumétricos de barrido alcanzados, fueron del 110% con presiones de ejercicio de 145 gr/cm<sup>2</sup>.

Otra relación importante, que actualmente se encuentra en una etapa de ensayo, es la relación existente entre la superficie de intercambio de calor y el volumen de aire correspondiente. A medida que el aire fresco avanza por el conducto 1, va calentándose gradualmente. Cuando se cierran las válvulas 2 y 3 el aire de la cámara 1 tiene una temperatura media mayor, que el aire ambiente.

Como consecuencia de esto, el aporte de calor deberá efectuarse a una temperatura mayor, hecho este no conveniente, porque disminuye el rendimiento de captación de la energía solar. Por cada litro de aire ubicado en el conducto 1, se dispone de una determinada superficie de intercambio de calor, que produce en un tiempo determinado, un aumento dado de temperatura. El tiempo de barrido no puede ser variado, sin cambiar la presión máxima de ejercicio. Pero si se puede aumentar el tiempo necesario para transferir el calor, desde la envoltura hacia el aire. Será suficiente aumentar los diámetros de la cámara 1, con respecto a su longitud. Geométricamente, el volumen guarda relación con el cuadrado de los diámetros, mientras que la superficie de un cilindro es función lineal del diámetro. En esta altura de la experimentación, se cree que por cada litro de aire, debe corresponder de 300 a 400 cm<sup>2</sup> de superficie de intercambio de calor, con tubos de aluminio de 1,3 mm de espesor. La especificación del material es pertinente, en cuanto el coeficiente de conductibilidad es importante, para llevar calor a la superficie no expuesta al sol.

La experiencia acumulada (foto 5 a 10 inclusive) llevó al diseño del prototipo de las fotos 11 a 14, actualmente en fase de puesta a punto con energía solar. Por último en la fig. "B" se ve un diagrama de presiones-tiempo, del ciclo de

funcionamiento de la máquina presentada, que como allí se indica, se efectúa en tres tiempos.

### Desarrollos futuros

Se piensa experimentar y perfeccionar el último diseño, con la finalidad de establecer costos, de un posible captador-motor de bombeo de aire, para su aplicación, al secado de vegetales o a la calefacción de viviendas.

### Referencias de la fig. "A"

1. conducto-cámara de expansión.
2. válvula automática de admisión.
3. válvula diferencial de transferencia.
4. cubierta transparente con correspondiente caja.
5. conducto de transferencia o de transferencia y succión.

### Referencias Bibliográficas

- (1) Actas de la 3ra. Reunión de Trabajos de Energía Solar de ASADES, Mendoza 1977: "Sistemas de Transferencia de Calor" pág. 345 - Victorio Tacchi.
- (2) Motori Endotermici - Ing. Dante Giacosa, Edit. Hoepli - pág. 9.

fig "A"

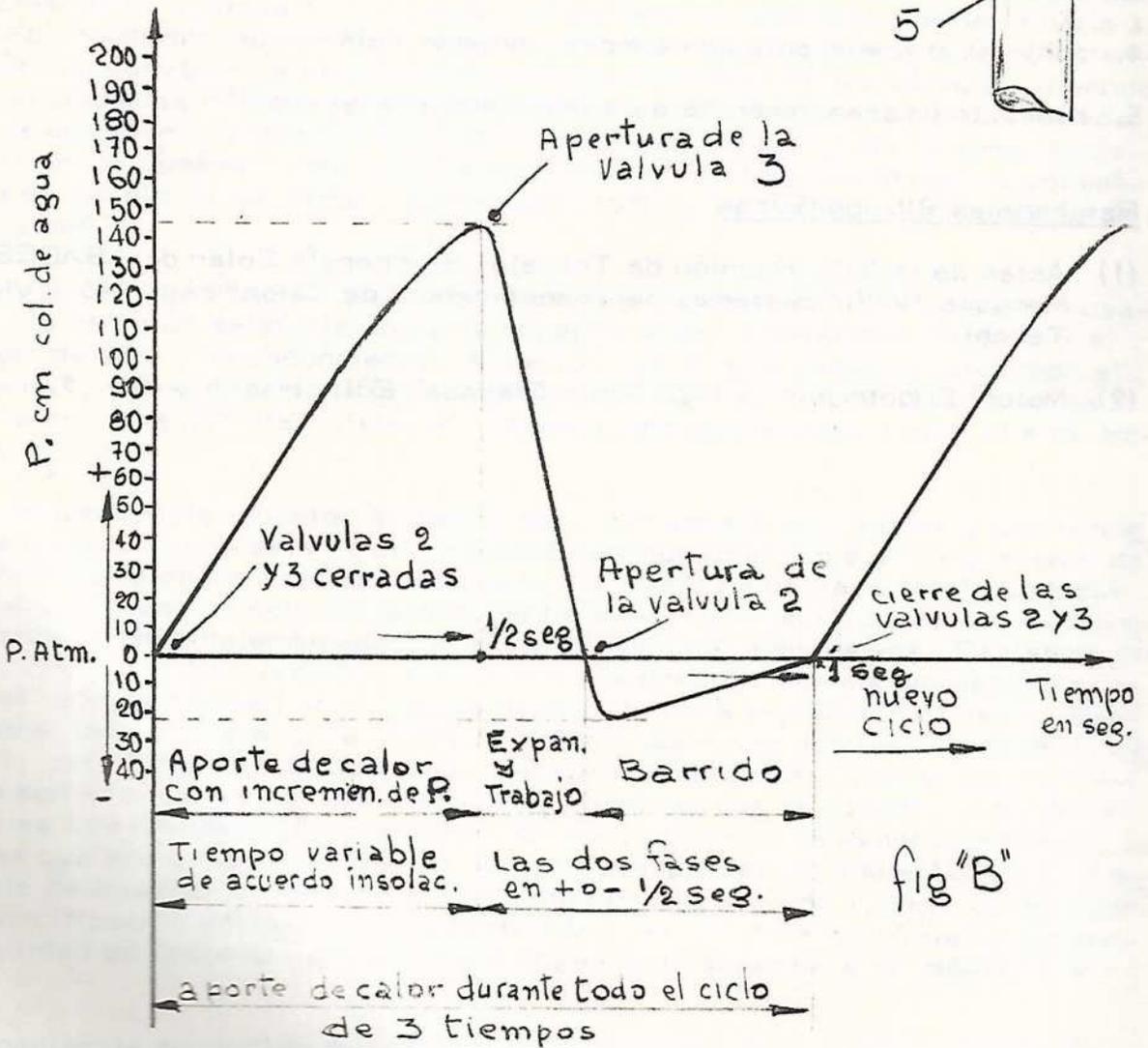
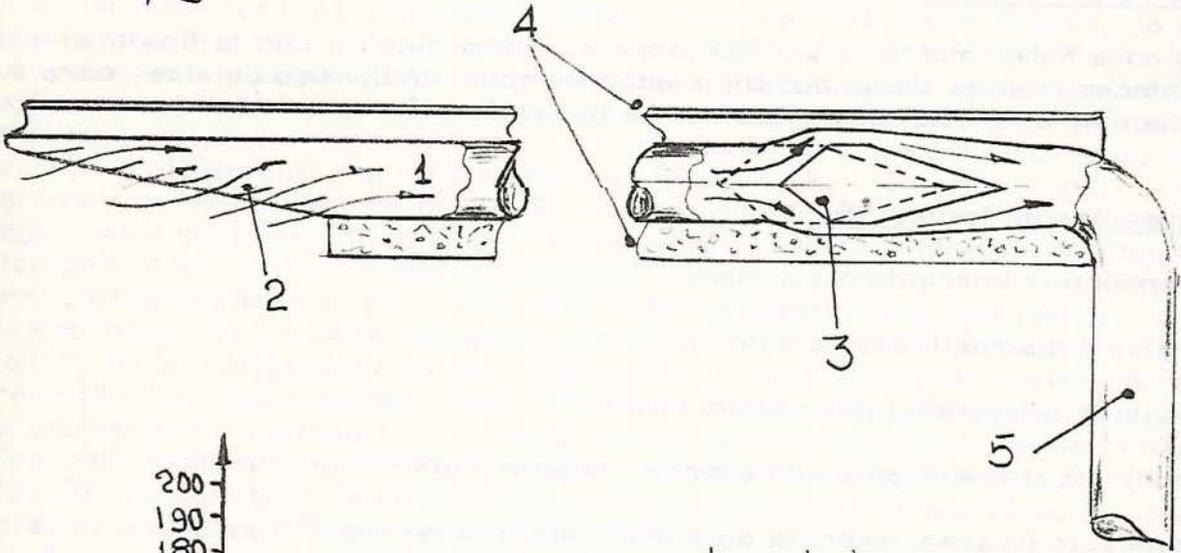
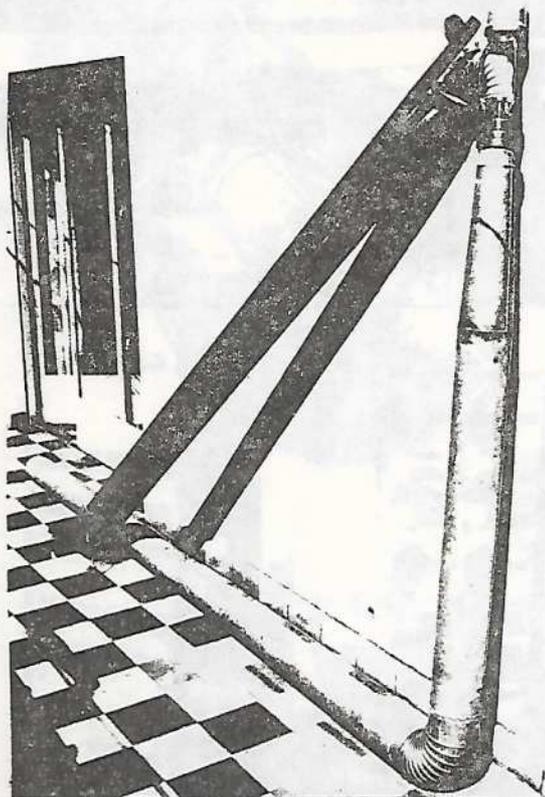
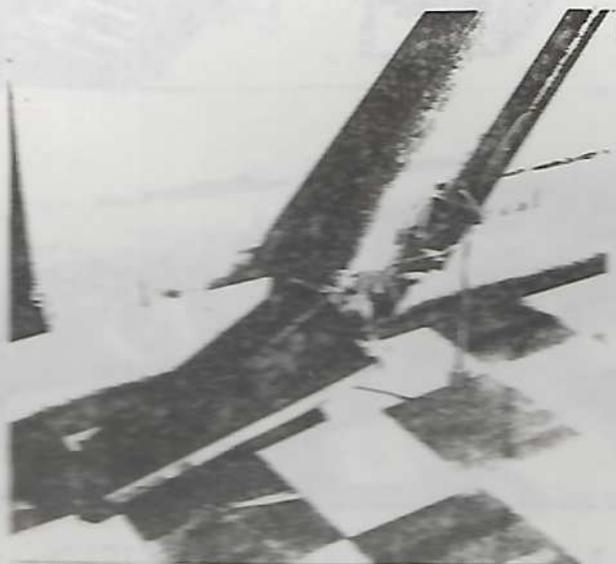


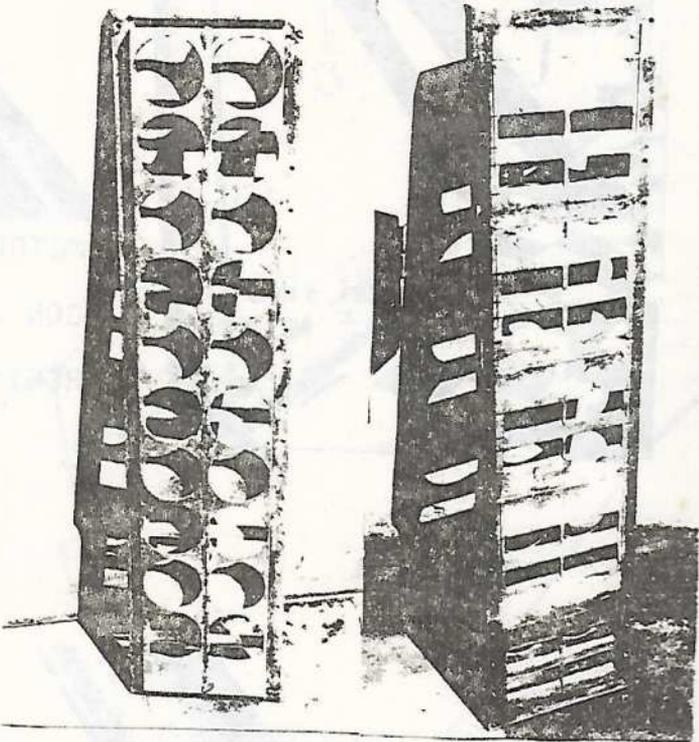
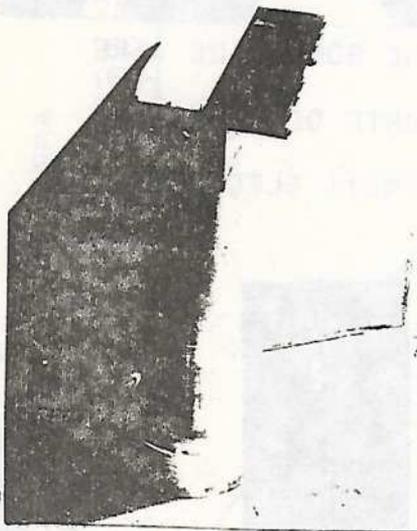
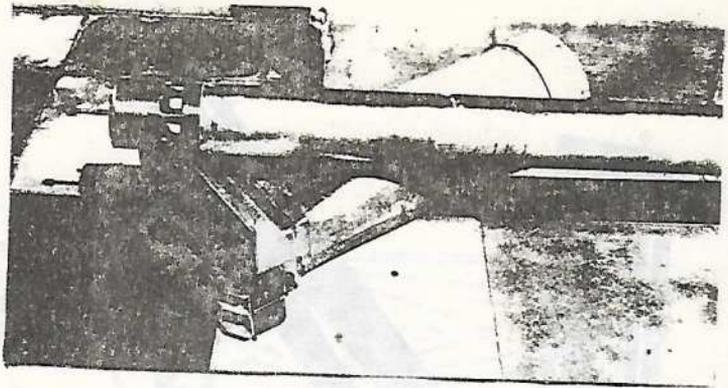
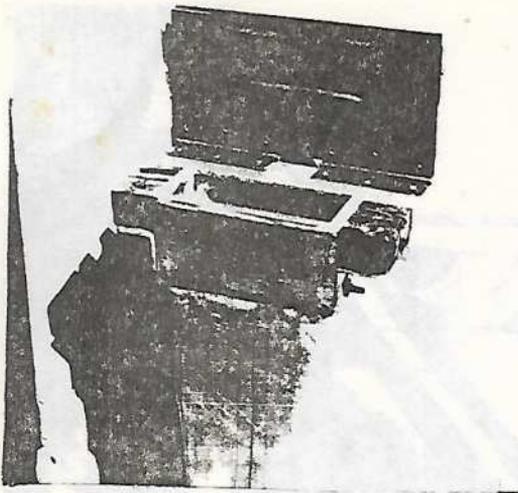
fig "B"



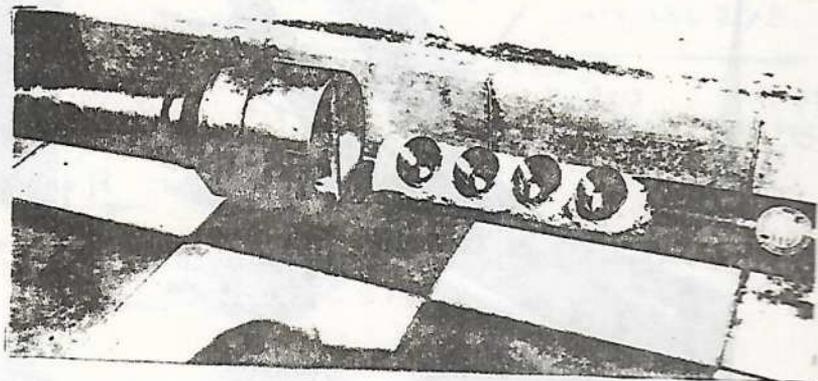
MOTOR DE BOMBEO DE AIRE  
CON APORTE DE CALOR POR  
RESISTENCIA ELECTRICA

FOTOS 1a 4

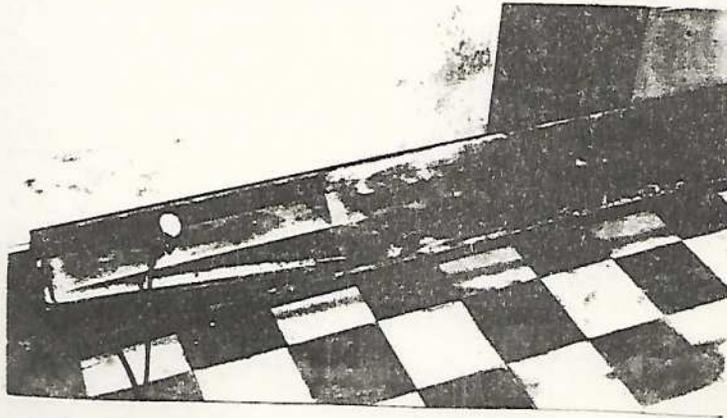
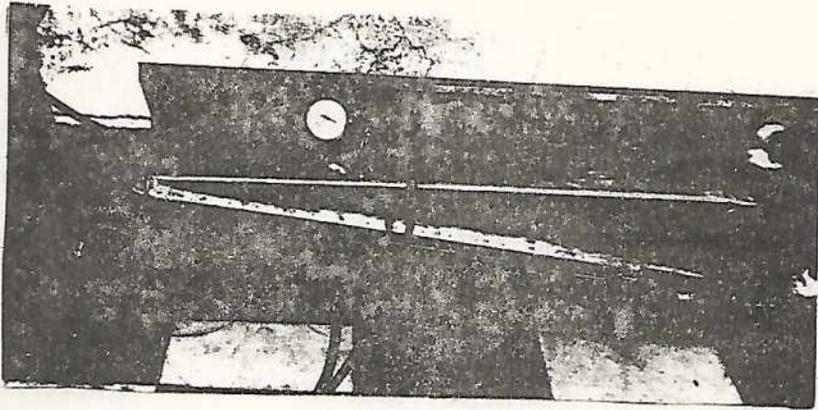
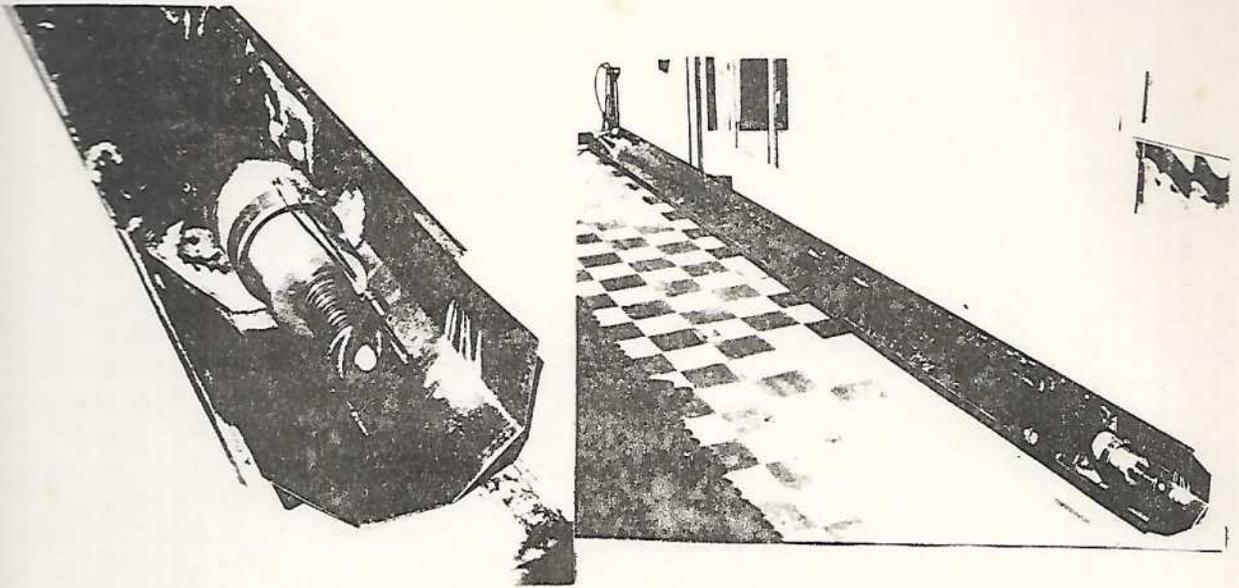




FOTOS  
5 a 10



DIVERSOS TIPOS DE VALVULAS DE ADMISION  
Y TRANSFERENCIA EXPERIMENTADOS



FOTOS 11 a 14  
MOTOR DE BOMBEO DE AIRE CON APORTE DE  
CALOR POR ENERGIA SOLAR