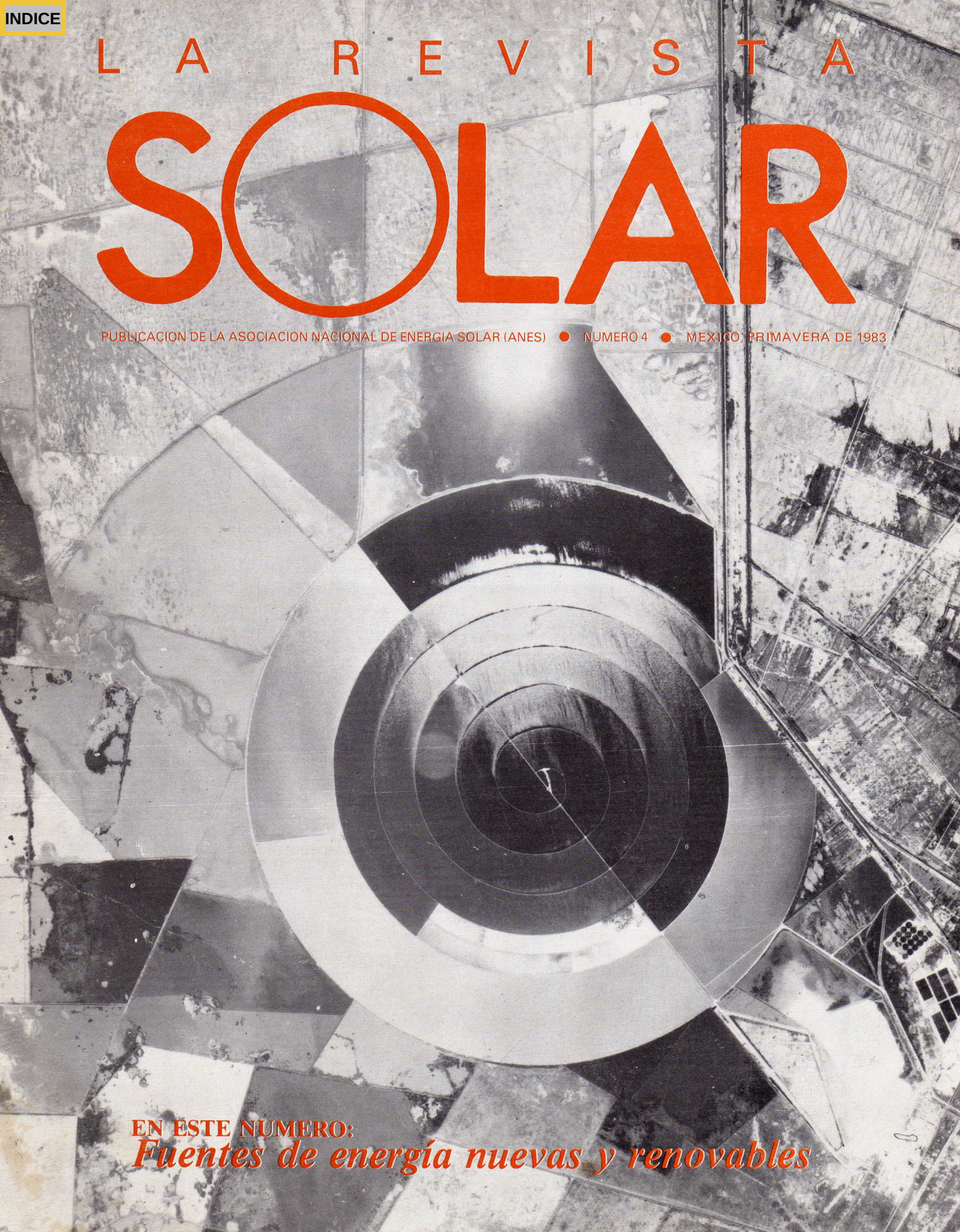
INDICE

LA REVISTA SOLAR

PUBLICACION DE LA ASOCIACION NACIONAL DE ENERGIA SOLAR (ANES) ● NUMERO 4 ● MEXICO, PRIMAVERA DE 1983



EN ESTE NUMERO:

Fuentes de energía nuevas y renovables

MODULO SOLAR. . .

el primer fabricante de equipos solares especialmente diseñados para albercas cuya superficie de captación químicamente tratada y su construcción de cobre, optimizan el uso de la energía solar. . .

NATURALMENTE. . .

- Los calentadores solares no se rompen cada año.
- Los módulos solares no consumen gas ni diesel.
- Los calentadores solares no estallan ni contaminan.
- Nuestros módulos solares duran más de 20 años.

MODULO® SOLAR S.A.

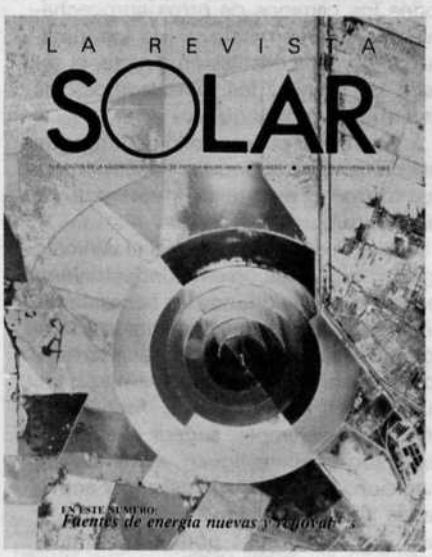
ASOCIACION NACIONAL DE ENERGIA SOLAR (ANES)

2o. Consejo Directivo

Presidente: Dr. Manuel Martínez Fernández
Vicepresidente: Ing. Alfredo Sánchez Flores
Secretario general: Ing. Luis Palacios Hammeken
Tesorera: M. en C. Ana Ma. Martínez Leal
Director de Organización: Dr. Hernando Guerrero Cázares
Director de Publicaciones: Ing. Octavio García

LA REVISTA SOLAR, publicación trimestral de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), Apartado Postal 20-633, 01000 México, D.F. Autorización como correspondencia de 2a. clase en trámite. Se autoriza la reproducción de la información si se cita la fuente.

- *Responsable de la edición:* Ing. Octavio García
- *Diseño gráfico y supervisión editorial:* Wilfredo Guzmán G.
- *Tipografía:* Impresos LAMAC, D.F.
- *Dibujo y formación:* Fernando Torres R.
- *Impresión:* Imprenta Olmos, Cuernavaca, Mor.
- *Tiraje:* 2 000 ejemplares.



PORTADA: Vista aérea de "El Caracol", concentrador solar de Sosa Texcoco, S.A, ubicado en el ex-lago de Texcoco, México. (Foto cortesía de la empresa).

LA REVISTA SOLAR

EDITORIAL

Tal como Uds. lo habrán apreciado al tomar esta revista, nuestro órgano informativo posee ahora un nuevo y definitivo nombre, junto con una presentación gráfica moderna y flexible. Además, el contenido también presenta cambios y ya se advierte una apertura hacia temas de divulgación.

Todo esto se debe a que, a solicitud de la inmensa mayoría de los miembros de nuestra Asociación, el 2o. Consejo Directivo ha modificado su política editorial. Nuestro objetivo presente es el de abrirnos a una gama más amplia de intereses que correspondan a un número mayor de personas involucradas —e interesadas— en el aprovechamiento de las fuentes alternas de energía.

Este primer número de *La Revista Solar*, que continúa con la tradición establecida en el Boletín ANES, se mantendrá desde ahora en el ámbito de la difusión masiva. Esperamos responder así al interés presentado por todos los sectores de la población que están conscientes de la necesidad de realizar cambios —tanto en la utilización de la energía como en el desarrollo social— que consideren aspectos económicos, tecnológicos y ecológicos adecuados a los intereses nacionales prioritarios.

CONTENIDO

Conclusiones de la VI Reunión Nacional ANES (1982) — *J. L. Fernández* — 2

Vivienda climatizada con energía natural (Argentina) — *R. Peralta Chappell y Jorge Alberto Soler* — 3

Fuentes de energía nuevas y renovables. Una síntesis — *Manuel Martínez y Nora Montes* — 6

Diseño de un anemómetro electrónico de bajo costo — *Marco Antonio Borja Díaz* — 10

CONCLUSIONES VI REUNIÓN NACIONAL

Del 6 al 8 de octubre de 1982 se realizó en La Paz, B.C.S., la VI Reunión Anual de la ANES. La sede fue el Instituto Tecnológico de La Paz y se presentaron 46 trabajos técnicos sobre diversos aspectos de Energía Solar, Energía Eólica, Biomasa y Heliodiseño. Antes de la Reunión (los días 4 y 5), se realizó en la Universidad Autónoma de Baja California Sur el Curso sobre Energía Solar y Otras Fuentes No Convencionales de Energía. *Durante la Reunión se celebraron también tres mesas redondas. A continuación se presentan las conclusiones a que llegó la asamblea de la ANES sobre estos eventos.*

Curso sobre Energía Solar

Para siguientes ocasiones se debe especificar mejor a quién va dirigido, qué preparación básica se requiere y el alcance del curso. Se deben estructurar las notas del curso en un solo volumen e identificar la tecnología básica descrita con aplicaciones concretas. Se sugirió distribuir las notas con antelación al curso y aumentar la cantidad relativa de material audiovisual de aplicaciones exitosas, lo que es muy motivante. Debe hacerse más efectivo el proceso de evaluación de los resultados del curso. Se sugiere concluir el curso con sistemas energéticos integrados, experiencias prácticas, su evaluación y perspectivas a futuro. Se ha sugerido también combinar el curso con otro evento remunerador en lo académico como podría ser un concurso. Debe continuarse con la entrega de diplomas de asistencia.

Se recogieron varias sugerencias sobre la conveniencia de organizar cursos por cada especialidad (aplicaciones térmicas, heliodiseño, etcétera) y por temas más específicos (secado solar, calefección solar y otras tecnologías maduras).

Mesa Redonda *Las Perspectivas de FNCE en B.C.S.*

Los recursos del estado son el sol, los litorales, el turismo, la pesca, la sal y tierras que son aptas para la agricultura. Siendo BCS el "paraíso de la energía solar", conviene pensar en estudios técnicos y económicos preliminares para la explotación de esta fuente de energía. Se apunta que el Gobierno del Estado empieza a hacer mandatorio el uso pasivo de la energía solar. En la transición del estado actual al deseable, en el que exista una infraestructura tecnológica autónoma en BCS, la ANES debe dar la asesoría adecuada en lo técnico (coordinación, contactos con expertos, etcétera) para identificar los problemas a resolver y los caminos deseables de solución. Se ha sugerido desarrollar la acuacultura para producir biomasa como medio de solución de la calidad de la tierra para uso agrícola, y mejorar el confort ya no enfriando las construcciones sino no dejando que se calienten. En estos dos temas, así como en otros que estudia el Gobierno del Estado, la ANES deberá proporcionar todo el apoyo posible.

Mesa Redonda *Planeación Tecnológica a 6 Años*

1. Promover la participación de ANES en los procesos de toma de decisión a alto nivel en el área de energéticos.

2. Difundir, estudiar y atender experimentos internacionales y de organismos cúpula en el proceso de planeación de las investigaciones, del desarrollo tecnologíco y de los métodos (técnicos, legales y de infraestructura) de implantación.

3. Identificar las brechas entre el producto de las actividades de investigación y desarrollo, y las capacidades industriales para su implantación masiva: realizar proyectos de I&D con participación del industrial tan temprana como sea posible, realizar estudios de aplicabilidad de aquellas tecnologías que se han estado desarrollando sin el interés explícito de un usuario, pues que ello suceda resulta indeseable. En los trabajos que se hagan a futuro debe empezarse por la identificación del (y trabajar contínuamente en conjunto con) usuario de la tecnología. Los trabajos futuros de I&D deben iniciarse por la identificación jerarquizada de los pares tecnología-necesidad, como se indica en la metodología del punto *2* anterior.

4. Debe cerrarse la brecha entre la comunidad solar y el Estado, difundiendo apropiadamente el alcance y la importancia de la tecnología. Debe promoverse la realización de proyectos demostrativos y participar con el estado en la definición de los problemas y de los caminos alternativos de solución. Un primer buen paso puede ser colaborar en forma concentrada en la definición, implantación y corrección de un plan regional para BCS tendiente a la autosuficiencia energética del Estado, promoviendo la extensión de aquellos resultados positivos a nivel regional y eventualmente nacional.

Mesa Redonda *Problemática de la Industrialización*

1. Deben mejorarse los atractivos (y su definición y promoción) de los calentadores solares de agua *i)* promoviéndolos por sus ventajas reales y no por las económicas, *ii)* integrándolos en, y diseñándolos desde, la concepción arquitectónica (aprovechando las geometrías de las fachadas, las reflexiones múltiples, bajando la carga térmica de los edificios), *iii)* revisando y optimando diseños alternativos poco estudiados como el de Guadalajara y *iv)* promoviendo incentivos legales y fiscales.

2. Promover la industrialización por todos los caminos de otros aprovechamientos solares maduros (no los inmaduros) como la destilación directa, el secado de granos, los invernaderos, los sistemas pasivos y otros.

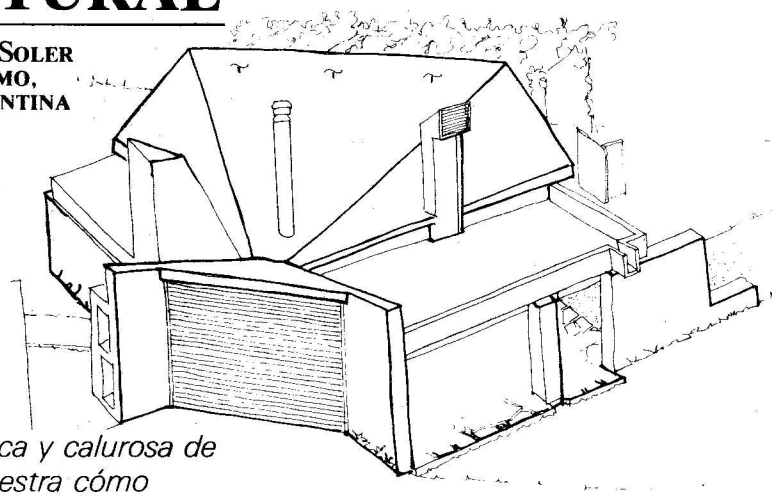
3. Promover el desarrollo de firmas de ingeniería consultoras y constructoras que forman el puente del investigador al fabricante.

4. Hacer del *Boletín ANES* el vehículo ágil de comunicación entre industriales y tecnólogos, que difunda las necesidades de investigación y las oportunidades de comercialización que justifiquen esfuerzos de desarrollo. Puede así reforzarse el puente del inciso *3.* Los fabricantes podrán, por ejemplo, sugerir que los investigadores investiguen sistemas de medición, algoritmos de cálculo y actividades similares, a través del boletín, y los investigadores podrán anunciar avances de investigación que convenga difundir.

J.L. Fernández

Vivienda Climatizada con Energía Natural

R. Peralta Chappell y Jorge Alberto Soler
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA, ARGENTINA



PERSPECTIVA DESDE EL SUR

Una experiencia de heliodiseño para una zona seca y calurosa de Argentina (Caminiaga, Córdoba), nos demuestra cómo plantear exitosamente la construcción de una vivienda utilizando conceptos modernos para aprovechar la energía solar, el viento y los materiales locales.

Se presenta aquí una vivienda experimental en construcción, climatizada con sistemas pasivos. El volumen es definido por el aprovechamiento del sol y del viento, como dos embudos: uno hacia el norte actúa como colector solar y el otro, hacia el sur, como captor de viento.

La calefacción es por ganancia directa y se utilizan muros acumuladores. El enfriamiento es por cuatro sistemas de experimentación: por ventilación intensiva, saturación adiabática, evaporación y radiación celeste.

El lugar

La zona es seca, con vegetación xerófila y montes de palmeras. Alta heliofanía relativa, con vientos más frecuentes del SE y NE, y velocidades medias de 8 km/h; baja tensión del vapor y noches claras.

El clima es benigno, con períodos cortos de frío y calor intensos. Los veranos son calientes durante el día y noches frescas.

Proyecto

La vivienda se ha definido como un ambiente único, abierto hacia las orientaciones más favorables y protegido en las orientaciones desfavorables por locales secundarios.

Los muros y el techo se inclinan para el mejor aprovechamiento de la energía solar y para definir el espacio como dos embudos unidos por los vértices: uno mayor, con la boca hacia el N, y otro menor, hacia el S.

Los espacios exteriores son: prolongación bajo parral, terraza, cochera, solarium protegido, asador y alberca.

El estudio climático se hizo para los meses de julio y enero, que serán los de máxima ocupación de la casa y los que registran las más bajas y las más altas temperaturas del año, respectivamente.* Para esas épocas se fijaron las horas de máximo aporte solar, sin molestias para los usuarios, en invierno. Se trazaron azimut y altura del sol.

Los planos laterales de cierre se inclinaron para presentarlos perpendicularmente en invierno, sin incidencia en verano. La penetración del sol en invierno definió la profundidad del espacio habitable. Sin ingreso en verano.

El embudo se trazó con el ángulo de incidencia de los vientos más frecuentes, con abertura hacia el S con ingreso controlado.

Por efecto Venturi se procurará aumento de la velocidad en el interior, por reducción de la sección. El hogar-asador se ubica como "cuña", próxima al ingreso.

La vivienda se piensa como un colector solar hacia el norte y como un captor de vientos hacia el sur.

La captación de vientos del SE se acentúa mediante un captor de vientos en chimenea —*bagdid*— complementado con un humectador en su interior.

La complejidad del movimiento interior del aire se ha visualizado con una maqueta transparente de acrílico, dentro de la cual se insufla humo. El recorrido del humo permite verificar las hipótesis elementales.

El control del aire exterior se hace mediante un "espacio trampa" previo al ingreso a la casa. Este acceso se abre directamente al S en verano e indirectamente, desde la cochera, en invierno.

La cocina posee una ventana al SO con fácil ventilación y suficiente aporte de sol. El baño es con ventana o sotavento, para aprovechar el efecto de depresión y rápida renovación del aire interior. Además, permite abundante radiación solar en horas de la tarde.

Calefacción

El cierre al norte está modulado en puertas-ventanas que alternan con muros Trombe.

Está previsto un doble sistema de calentamiento. Uno de ellos es por ganancia directa, con acumulación en la masa del edificio y en el piso, cuyo relleno de piedra para nivelar el terreno actúa como acumulador de calor. El otro sistema es mediante muros Trombe.

* En el hemisferio Sur, en esa latitud.

Hogar-asador

Como aporte auxiliar de calor se ha previsto un hogar-asador de dos alturas en donde se cocinará en invierno. Se construirá con materiales que faciliten la disipación de calor hacia el ambiente. El espacio que rodea la zona de fuego y el conducto de humo se llenará de piedras, que se calentarán. Una abertura posterior, abajo, permitirá el ingreso de aire frío que saldrá calentado por una rejilla de insuflación, a mayor altura.

Además, el hogar-asador oculta la vista directa desde el acceso y se le "descubre" apenas cuando se está dentro de la casa. Su ubicación focal permite que el fuego se vea desde todos los lugares internos vividos.

Como volumen, produce el "efecto de cuña" en el movimiento del aire interior.

Enfriamiento

Se han previsto cuatro sistemas de enfriamiento pasivos combinados, con posibilidad de cancelar alguno de ellos, según lo aconseje el funcionamiento de la casa.

1) Ventilación intensiva. Para acentuar la evaporación en la piel, de la transpiración, para enfriar por convección los paramentos interiores y reducir la temperatura radiante, y para reducir la acumulación de aire caliente en la parte superior.

Por efecto Venturi, se intentará el aumento de la velocidad mediante una repentina reducción de la sección de paso, en el estrechamiento de los embudos, la posición del hogar-asador en cuña y el cierre parcial de las puertas de acceso.

2) Enfriamiento por humidificación. Captor de viento. Los vientos más frecuentes en verano —los del SE— los aprovecharán con un captor simple, de una dirección, a una altura que permita cerrarlo a mano desde la terraza en el invierno. Tiene regulador de tiro desde el interior y la rejilla de insuflación regulable. Interiormente lleva un humectador. Actúa como una "chimenea al revés". Por la parte superior ingresa aire exterior, que atraviesa un cuerpo mojado, aumenta su contenido de humedad, disminuye su temperatura seca y se distribuye en el ambiente interior. El humectador será un canasto de alambre lleno de esponjas de plástico estable, en trocitos. Las esponjas se mojarán con agua adicionada de hipoclorito. El agua excedente se recibirá en una bandeja. La reposición del agua se hará con un tubito de plástico, con pinza para regular el goteo.

3) Enfriamiento por evaporación: Sobre el techo, varios molinetes de jardín, conectados a un depósito automático de mingitorio de descarga periódica, mojarán la superficie climatizada.

La evaporación súbita del agua enfriará el techo. Cuanto mayor sea la radiación solar, mayor evaporación y enfriamiento consecuente.

4) Enfriamiento por radiación celeste: Previsto para eventuales noches cálidas, no frecuentes.

La lámina de aire, confinada entre la chapa metálica de cubierta y la manta de lana de vidrio envuelta en polietileno que actúa como aislante térmico en el techo, se enfriará por radiación hacia el cielo nocturno.

En la parte inferior del techo inclinado se ha previsto una trampilla que, al ser abierta, permitirá caer al aire enfriado al interior de la casa por su mayor peso.

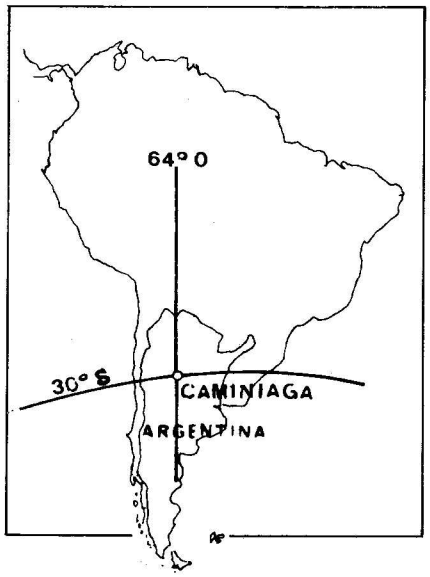
La trampilla está prevista de doble contacto y burletes para evitar pérdida de calor en invierno.

Protecciones

Una premisa de diseño ha sido minimizar las pérdidas y ganancias de calor, pero evitando el "efecto de horno" por aislación térmica total y por insuficiente "respiración" de muros y techos.

El terreno natural tiene pendiente hacia el norte. La nivelación se hará con piedras del lugar. La nivelación de la casa la defenderá del agua de lluvia, la aislará del suelo y actuará como acumulador de calor.

La casa se prolonga hacia el N con una terraza "verde", sin solados para evitar la reflexión en verano, cubierta con un parral que protegerá la fachada norte en verano y, sin hojas, dejará penetrar el sol en invierno.



Las fachadas NE y NO se protegeran con enredaderas de hojas caducas separadas de los muros para permitir la circulación de aire; también se usarán pantallas movibles de palma tejida sobre bastidores. Estas pantallas verticales, livianas, cubrirán el sol del este y del oeste durante el día. De noche, en el interior de la casa, servirán como biombos cuando sea necesario.

Los muros expuestos al exterior serán dobles, de ladrillo, con cámara intermedia aislada hídricamente y llena de arena seca con vermiculita.

Los muros colectores se construirán el piedra negra de la región.

El techo será de ladrillo armado, con cubierta de lana de vidrio envuelta en polietileno para evitar el paso de la condensación. Encima, chapa galvanizada pintada de color blanco con pintura de base plástica.

Las aberturas llevarán cortinas de enrollar de plástico blanco, móviles, rellenas de poliestireno expandido.

La carpintería es de doble contacto con burletes. El cortinado es interior.

El piso es cerámico sin alfombras, para no reducir la transmisión de calor hacia el relleno de piedras.

El revestimiento sanitario es de azulejos blancos y la pintura interior es blanco tiza.

El volumen exterior es una consecuencia de los requerimientos y del clima.

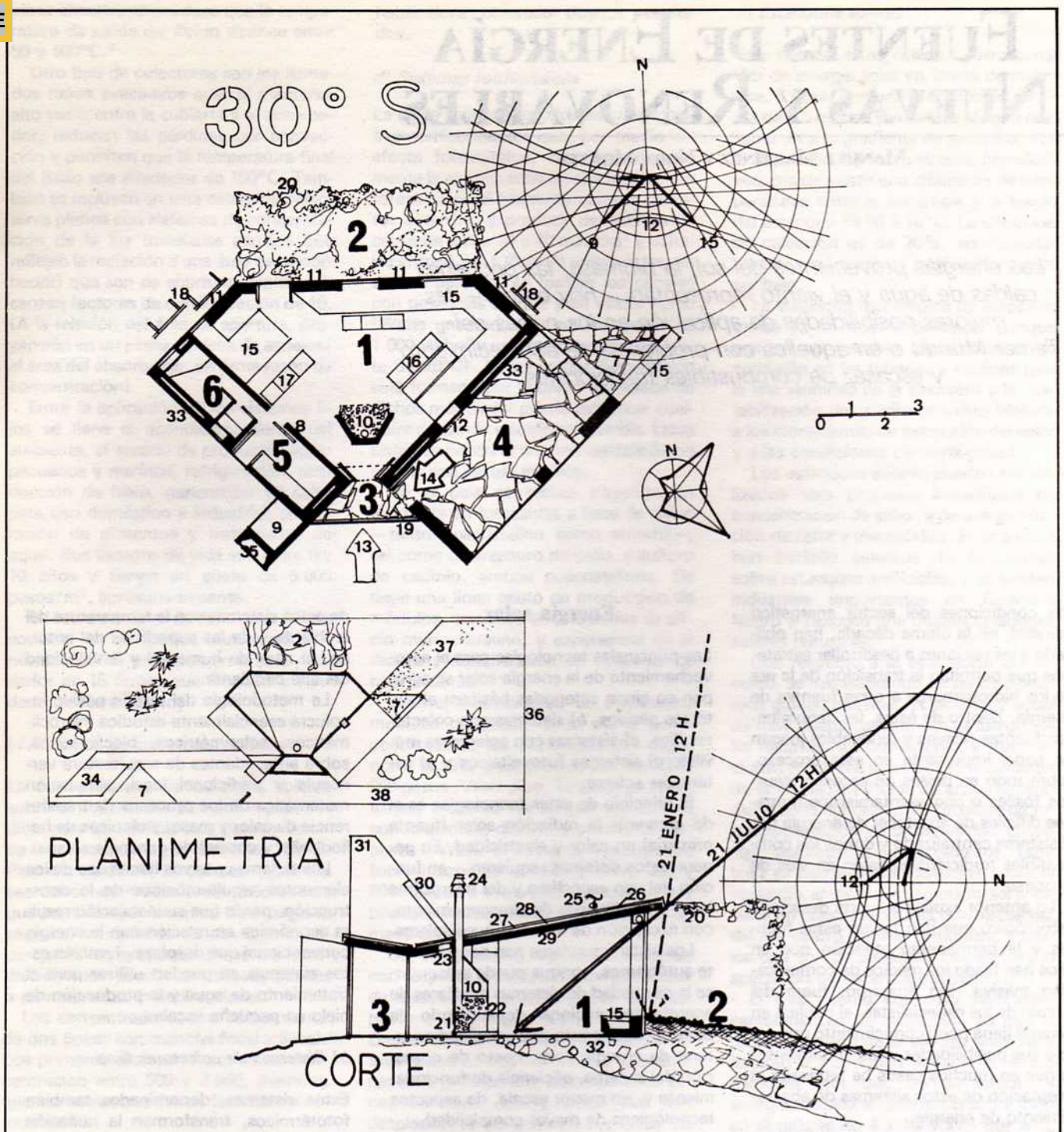
Equipamiento

Por el uso discontinuo de la vivienda, con usuarios variables de diferentes edades, se ha pensado en un equipamiento interior flexible; se usarán módulos agrupables que conforman asientos o camas o mesas o roperos que sirven a la vez como separadores visuales.

Los muros de cierres en parte se prolongan en "apoyos" de mampostería, que aumentan la masa de acumulación y sirven como camas o como asientos; llevan tapa de madera y una colchoneta de goma pluma forrada. Interiormente sirven como espacio para guardado de ropa de cama.

La cocina se limita a la preparación de desayuno o emergencias; es de leña con provisión auxiliar de agua caliente de uso sanitario con calentador solar comercial de colectores apaisados.

El lugar no tiene energía eléctrica, por lo que la luz eléctrica se proveerá mediante un aerogenerador; para emergencias se utilizará el acumulador del automóvil, que permanecerá durante la noche en la cochera-terraza. El conductor eléctrico se pasará al interior por una abertura baja del captor de viento.



REFERENCIAS

1. Habitación múltiple
2. Terraza verde
3. Trampa aire exterior
4. Cochera - Terraza cubierta
5. Cocina
6. Baño
7. Solarium
8. Tabique hormigón
9. Leñera
10. Hogar- asador
11. Muro Trombe
12. Captor de viento
13. Ingreso en invierno
14. Ingreso en verano
15. Poyos de mampostería
16. Módulos asientos - camas
17. Módulos roperos
18. Pantallas-biombos en estera de palma
19. Carpintería y cortina enrollar
20. Parral
21. Entrada aire frío
22. Salida aire caliente
23. Trampilla aire enfriado (verano)
24. Aspirador estático
25. Rociador
26. Chapa galvanizada pintura blanca base plástica
27. Cámara de aire
28. Lana mineral con cubierta de polietileno
29. Losa ladrillo armado
30. Colector para agua caliente
31. Tanque de reserva
32. Relleno de piedra
33. Muro doble con relleno de arena y vermiculita
34. Piscina
35. Asador exterior
36. Camino público
37. Acceso vehicular
38. Acceso peatonal

Fuentes de Energía Nuevas y Renovables

Manuel Martínez y Nora Montes

Las energías provenientes del sol, la biomasa, las pequeñas caídas de agua y el viento representan —hoy en día— las mejores posibilidades de aplicación en los países del Tercer Mundo o en aquellos con problemas de abastecimiento y escasez de combustibles tradicionales.

Las condiciones del sector energético mundial, en la última década, han obligado a las naciones a desarrollar estrategias que permitan la transición de la era de los hidrocarburos a otras fuentes de energía. Dentro de éstas, las denominadas fuentes nuevas y renovables juegan un papel importante en este proceso, sobre todo en países de escasos recursos fósiles o con asentamientos humanos difíciles de abastecer de energía por el sistema centralizado y donde los combustibles tradicionales están en vías de agotarse.

Lo anterior explica el fuerte desarrollo tecnológico que han tenido estas fuentes y la permanente atención que en ellos han fijado los medios de comunicación masiva. Sin embargo, fuera del círculo de los especialistas, el público en general tiene poco conocimiento respecto a sus posibilidades y funcionamiento, lo que en muchos casos ha retrasado la aceptación de estos sistemas de abastecimiento de energía.

Con el fin de suplir esta carencia de información, iniciamos con este artículo una serie de publicaciones que intenta difundir los aspectos más relevantes de estas fuentes de energía, a la vez que motivar a los expertos a transmitir en esta tónica sus conocimientos y experiencias.

En esta ocasión se tratan aspectos generales de las fuentes que presentan un mayor potencial para su implantación masiva a corto y mediano plazos: *1*) Energía solar, *2*) Biomasa, *3*) Pequeñas caídas de agua y *4*) Energía eólica.

Energía solar

Las principales tecnologías para el aprovechamiento de la energía solar se agrupan en cinco categorías básicas: *a*) sistemas pasivos, *b*) sistemas con colectores fijos, *c*) sistemas con colectores móviles, *d*) sistemas fotovoltaicos y *e*) estanques solares.

El principio de estas tecnologías es el de convertir la radiación solar (fuente primaria) en calor y electricidad. En general estos sistemas requieren —en función del uso específico y del microclima local— de sistemas de almacenamiento, con excepción de los estanques solares.

Los sistemas solares son generalmente autónomos, aunque puede presentarse la necesidad de sistemas auxiliares de energía convencional dependiendo de factores tales como disponibilidad oportuna de energía solar, costo de operación del sistema, eficiencia de funcionamiento y, en menor escala, de aspectos tecnològicos de mayor complejidad.

e) Sistemas pasivos

El diseño de sistemas solares pasivos involucra la adecuación de las edificaciones a su entorno físico, aprovechando al máximo los recursos del medio ambiente. Su finalidad es la de alcanzar niveles ambientales (de calefacción o enfriamiento) satisfactorios de bienestar fisiológico, prescindiendo de sistemas artificiales de climatización. Las variables más importantes para el diseño de estos sistemas son la temperatura del ambiente y de las superficies del entorno, el nivel de humedad y la velocidad del aire circulante.

La metodología del diseño pasivo involucra esencialmente estudios microclimáticos, solarimétricos, bioclimáticos, sobre antecedentes de arquitectura vernácula y tradicional local, simulación matemática de los procesos de transferencia de calor y masa, y técnicas de heliodiseño y control de ganancia solar.

Los sistemas pasivos hacen uso de los elementos arquitectónicos de la construcción, por lo que su instalación resulta económica en relación con la energía convencional que desplaza. También estos sistemas se pueden utilizar para el tratamiento de agua y la producción de hielo en pequeña escala.

b) Sistemas de colectores fijos

Estos sistemas, denominados también fototérmicos, transforman la radiación solar en calor que puede ser utilizado directamente o convertido en energía mecánica y eléctrica.

Los sistemas fijos de captación constan de los siguientes elementos: cubierta transparente, placa absorbente, fluido de trabajo y aislante. Existe una gran variedad de diseños y materiales dentro de los *colectores planos convencionales*, en donde el fluido de trabajo alcanza una temperatura de salida entre 50 y 70°C, con eficiencias de 60 a 40%. La aplicación de recubrimientos selectivos a la

placa absorbente produce que la temperatura de salida del fluido alcance entre 80 y 100°C.*

Otro tipo de colectores son los llamados *tubos evacuados* que, al mantener alto vacío entre la cubierta y el absorbedor, reducen las pérdidas por convección y permiten que la temperatura final del fuido sea alrededor de 150°C. También se incluyen en esta categoría colectores planos con sistemas de concentración de la luz (mediante espejos que reflejan la radiación a una área del absorbedor) que son de abertura amplia y alcanzan factores de concentración de 10. (A la relación del área de apertura, proyección en un plano del área de espejos/el área del absorbedor, se llama razón de concentración).

Entre la aplicación de los sistemas fijos se tiene el acondicionamiento del ambiente, el secado de productos agropecuarios y marinos, refrigeración, producción de hielo, generación de calor para uso doméstico e industrial, preparación de alimentos y tratamiento de agua. Sus tiempos de vida son entre 5 y 10 años y tienen un costo de 5 000 pesos/m^2, aproximadamente.

En estos sistemas se tiene experiencia nacional en el diseño, construcción y normalización, y existen en el país alrededor de 15 firmas que fabrican y venden colectores planos.

c) Sistemas de colectores móviles

La concentración de los rayos solares sobre el absorbedor se hace imprescindible para que el fluido de trabajo alcance temperaturas superiores a los 200°C. Para ello se diseña un colector móvil (ya sea del concentrador o del absorbedor) que capta mayor cantidad de energía al seguir el movimiento del sol. Esto implica que la componente difusa de la radiación solar puede ser utilizada debido a su naturaleza multidireccional.*

Los concentradores son básicamente de dos tipos: con mancha focal y lineal. Los primeros alcanzan factores de concentración entre 500 y 2 000, mientras que los segundos tienen factores máximos de 40.

Estos sistemas se utilizan en bombeo y tratamiento de agua, en la preparación de alimentos y, en general, en la generación de energía mecánica, calor y electricidad. La generación de electricidad tiene un costo actual estimado en 15 pesos/KWH. La experiencia que se tiene en esta área es a nivel de prototipo, habiéndose obtenido buenos resultados.

d) Sistemas fotovoltaicos

La celda solar o fotocelda es un dispositivo semiconductor que, por medio del efecto fotovoltaico, convierte directamente la energía solar en electricidad. La fotocelda es el elemento unitario de estos sistemas, y produce densidades de corriente entre 10 y 40 mA/cm^2 y voltajes entre 0.5 y 1 Volt. Al unirse éstas, en serie o paralelo, se forman los paneles con potencias entre 2 y 60 Watts - pico (Watts generados a una insolación de 1 000 W/m^2 y una temperatura ambiente de 20°C). El generador fotovoltaico está formado por la unión apropiada de dichos módulos y puede satisfacer cualquier demanda eléctrica requerida. Estos sistemas tienen la enorme ventaja de no contar con partes móviles.

En el país se realiza investigación avanzada en fotoceldas a base de silicio —tanto policristalino como amorfo—, así como de arsenuro de galio, y sulfuro de cadmio, ambos policristalinos. Se tiene una línea piloto de producción de módulos, con base en fotoceldas de silicio monocristalino, y experiencia en el diseño y construcción de sistemas de baja potencia.

A nivel internacional, se construyen módulos de silicio, tanto mono como policristalino; las eficiencias son superiores al 10% y los precios son de 200 a 250 pesos /Watt-pico. También se construyen módulos de sulfuro de cadmio con eficiencias del 3% y precios de 150 pesos / Watt. El costo de los sistemas fotovoltaicos se considera entre 200 y 500 pesos / Watt-pico, dependiendo básicamente de los requerimientos de almacenamiento.

La comparación de estos sistemas con respecto a cualquier otro generador de electricidad se debe hacer con respecto a la energía (KWH) entregada. Desde hace varios años los sistemas fotovoltaicos son los más viables económicamente para generar electricidad en zonas remotas. En la actualidad han desplazado a los generadores diesel en zonas rurales, tanto en usos domésticos como de bombeo de agua.

Se considera que a más tardar en dos años se habrá demostrado la factibilidad económica para cualquier aplicación que esté localizada a 20 Km. de la red de distribución. A mediados de la década de los noventa se espera la utilización de estos sistemas en unidades generadoras con capacidad de 5 a 10 MW, considerando que debido a su naturaleza descentralizada no se necesitarían unidades mayores.

e) Estanques solares

Este sistema es un colector y almacenador de energía solar en forma de estanque, o poza, con una profundidad máxima de 2.5 metros y en la que el agua presenta un alto gradiente de salinidad. Por la supresión de los procesos convectivos, puede existir una diferencia de temperaturas entre la superficie y el fondo del estanque de 50 a 70°C. La eficiencia de colección es de 20%, aproximadamente, y su costo de fabricación puede ser bajo.

La viabilidad tecnológica de estos sistemas ya ha sido demostrada, aunque quedan por resolver los problemas de corrosión en las tuberías y equipos (por la alta salinidad de la solución) y la destabilización del gradiente salino (debido a los mecanismos de extracción del calor y a las condiciones climatológicas).

Los estanques solares pueden ser utilizados para procesos industriales de concentración de sales, y para la generación de calor y electricidad. En el país se han iniciado estudios de factibilidad sobre estanques artificiales, y ya existen industrias importantes en Guerrero Negro y Texcoco que utilizan estanques solares naturales.

Con respecto a la evaluación del recurso, se han elaborado cartas de insolación global, mensual, estacional y anual de muy buena calidad. Sin embargo, se ha recurrido a correlaciones y formulaciones empíricas con base en la duración de la insolación (horas de cielo despejado) y en la aplicación de técnicas de fotointerpretación de la nubosidad observada por satélites meteorológicos. También se han realizado estudios sobre la variación anual de la radiación solar directa en planos verticales orientados hacia los cuatro puntos cardinales, trabajos que son de particular interés para la aplicación de sistemas pasivos.

El país cuenta con muy favorables características de insolación, ya que el promedio diario de la energía solar recibida en el transcurso del año es de 5.5 KWH/m^2 por día. De tal forma, la energía recibida en promedio sobre todo en el país es de 4 x 10^{15}KWH por año. Esto implica que la generación bruta de energía eléctrica en el año de 1979 (58 millones de KWH) se podría obtener exclusivamente de conversión del 10%.

Biomasa

Se denomina biomasa a cualquier material orgánico formado por la fotosíntesis, proceso mediante el cual el bióxido de carbono y el agua son transformados en material orgánico y oxígeno, con la ayuda de la energía solar. El aprovecha-

* (La radiación solar se descompone en *directa* y *difusa*: la primera se refiere al flujo de rayos solares provenientes del disco solar, mientras que la segunda es la radiación dispersa en la atmósfera).

miento de la biomasa depende esencialmente del sistema que se seleccione en cuanto a su utilización como alimento o como energético. En cualquier caso, la energía obtenible de la biomasa dependerá de su contenido en carbohidratos (principal producto de la fotosíntesis) que aparecen en forma de azúcares y celulosa.

De estos compuestos, a través de un proceso de digestión o fermentación pueden obtenerse alimentos, combustibles, fetilizantes y forrajes. Dada entonces la gran importancia de estos productos, todo programa de aprovechamiento de la biomasa debe ser cuidadosamente planeado y balanceado.

Un área importante de investigación en biomasa es la posiblidad de mejorar el rendimiento de conversión de la energía solar en energía almacenada en las plantas, mediante modificaciones genéticas que mejoren el mecanismo de fijación de nitrógeno. En la mayoría de las plantas la eficiencia de conversión varía entre 0.2 y 0.3 por ciento, aunque existen algunas especies como el eucalipto que alcanzan eficiencias mayores de 1%; teóricamente se estima que el límite máximo de conversión es de 3%.

De entre los procesos de obtención de combustible, a continuación se describen tres tipos de producto final: el biogas, el etanol y la recirculación forrajera. No se analiza aquí la combustión directa de desechos (aunque esta forma de aprovechamiento puede ser muy importante en ciertos sectores de la economía mexicana, como por ejemplo la industria azucarera), por considerar más relevante los procesos que buscan hacer un uso más noble de los desechos.

a) Biogas

Se denomina biogas a una mezcla de metano (55-65%) y bióxido de carbono proveniente de la descomposición anaeróbica de los desperdicios orgánicos. Este proceso —denominado biometanación— se lleva a cabo en un digestor (recipiente sellado en donde se introduce el material orgánico y agua) en ausencia de oxígeno; de allí se obtiene el gas y un subproducto de cualidades fertilizantes. La reacción depende básicamente de la composición de la materia orgánica, de la temperatura, de la acidez, de la proporción de los sólidos y del tiempo de permanencia de la mezcla en el digestor. Generalmente se utilizan como insumos al estiércol y a una cierta proporción de sólidos, que puede ser un 10% de rastrojo, por ejemplo.

El biogas así producido se utiliza como combustible para diversos fines: iluminación, preparación de alimentos, secado de productos agropecuarios y marinos, tratamiento de agua, refrigeración (por ciclos de absorción) y generación de electricidad. Para estas aplicaciones ya se han diseñado, construído y demostrado en México equipos que funcionan con éxito.

El subproducto obtenido de la digestión, por ser poco fermentable, constituye un excelente abono que ofrece importantes ventajas sanitarias: no produce olores, no atrae moscas y tiene un bajo contenido de bacterias y parásitos. Además, mediante procesos enzimáticos (utilizando el alga espirulina, por ejemplo) se puede obtener un suplemento proteico utilizable como alimento para cerdos y peces.

Se han diseñado, construído y operado decenas de digestores con capacidades de 10 a 100 metros cúbicos, con rendimientos aproximados de un metro cúbico de biogas por un metro cúbico de reactor. Se estima que actualmente el costo del biogas es de un 40 por ciento más barato que el del propano.

b) Etanol

El etanol se obtiene convencionalmente a partir del etileno y éste, a su vez, del petróleo o del gas natural. Se utiliza como producto químico y como combustible. La producción de etanol a partir de biomasa consiste fundamentalmente de dos procesos encadenados: *1)* hidrólisis (obtención de glucosa), extracción de azúcares, al convertir almidones y celulosa auglicosa, y eliminación de partículas sólidas, *2)* fermentación, conversión de esta glucosa en etanol, bióxido de carbono y un subproducto no fermentable (vinaza). Si el subproducto tiene un alto contenido de proteínas, puede ser utilizado como complemento alimenticio para animales y, en caso contrario, generalmente se incinera para generar calor (que puede ser utilizado en la misma planta) o se recircula a la planta de biometanación como materia prima.

El etanol se puede obtener de cualquier tipo de materia orgánica que contenga azúcares (productos, subproductos y desechos agrícolas), como por ejemplo betabel, maíz, trigo, papa y caña de azúcar, entre otros. En el caso de la caña, se pueden obtener 60 litros de etanol por tonelada de materia prima. Si la fermentación se hace con cereales, se utilizan los carbohidratos para la producción de etanol y las proteínas se recuperan para aprovecharlas como forraje.

El combustible líquido a base de etanol se utiliza en dos formas básicas: *a)* como una mezcla de gasolina y etanol (gasol) 90 y 10 por ciento, respectivamente, pudiéndose utilizar los motores actuales sin modificación; y *b)* etanol hidratado (con menor contenido de alcohol), que requiere de modificar el motor, en especial el carburador. En países como Brasil, el costo del gasol es competitivo con el precio internacional del petróleo.

c) Recirculación forrajera

De un digestor, tal como se mencionó anteriormente,. se obtiene biogas y un subproducto. Este subproducto, en vez de utilizarse como abono puede considerarse como un sustituto parcial de la urea en la alimentación animal, ya que contiene sales amoniacales y proteína unicelular.

Como ejemplo de recirculación forrajera, se tiene el proceso llamado *Biofermel*, desarrollado íntegramente en la UNAM y que consiste en la prefermentación heteroláctica de mezclas de melaza, rastrojo y urea, inoculada con heces. Estas mezclas han sustituído (sin afectar el costo y el rendimiento) en 70% el consumo de maíz y en 50% el de alimentos concentrados, en su uso como forraje.

Por lo que respecta al aprovechamiento de la biomasa como combustible, se ha logrado por dos diferentes caminos: *1)* mediante la recolección de desechos industriales, agrícolas, animales y urbanos que se reciclan para obtener combustibles gaseosos, fertilizantes y forrajes; y *2)* a través de la cosecha de ciertas variedades de plantas que, al aumentar su rendimiento y planificando su cultivo, pueden transformarse en combustible líquidos y forrajes.

En general, para la utilización óptima de la biomasa es necesario dentro de la agricultura convencional evaluar los cultivos en función de su contenido proteico y de la cantidad de energía neceseria para su producción. De esta forma, se unificarían criterios y se realizarían acciones para cubrir los crecientes requerimientos de alimento y energía.

Una evaluación apropiada del recurso físico de la biomasa deberá partir de un inventario de los diferentes recursos orgánicos potenciales, en función de su utilización mediante las tecnologías conocidas y más viables técnica y económicamente. A partir de este análisis, se hará una nueva cuantificación que considere su distribución en el territorio nacional.*

* Una evaluación *grosso modo* de la disponibilidad de biomasa en el país, se obtiene de las siguientes consideraciones: la insolación promedio en México es de 2 000 KWH/m^2 por año, el rendimiento de conversión de los vegetales es de 0.2% y sólo 30% del territorio es utilizable para este fin; de lo anterior se obtiene la cifra de 2.4 x 10^{12} KWH por año, para ser aprovechada tanto para alimento como energía.

Energía hidráulica

La tecnología para transformar a la energía hidráulica en mecánica es bien conocida. En el país se producen actualmente del orden de 70 KWH por año, de los cuales el 28% proviene de la hidroelectricidad que aprovecha sólo el 30% del potencial hidráulico pero que corresponde físicamente a las cuencas más importantes.

La potencia generada varía proporcionalmente con el gasto y la altura de la caída del agua. La energía mecánica se puede aprovechar directamente para molinos y bombeo de agua o, alternativamente, para la generación de electricidad. En el primer caso se utilizan ruedas de diversos tipos, con rendimientos del 40 al 80% y se obtienen potencias de 1 a 10 KW. En el segundo caso se emplean turbinas con rendimientos del 80 al 90%, y se generan potencias desde 10 KW hasta de cientos de Megawatts.

Para aprovechar la energía hidráulica, en general se construyen presas con ductos especiales para la salida del agua. Los parámetros de diseños más importantes son el gasto, la carga, las condiciones del agua, la temperatura ambiente, los materiales empleados, las necesidades de mantenimiento y las variaciones de las condiciones climatológicas con las estaciones del año.

La clasificación del generador hidroeléctrico depende de la altura de la caída del agua: altas, para saltos mayores de 150 m; medianas, de 15 a 150 m y pequeñas, de 2 a 15 m. Las plantas minihidráulicas tienen capacidades de 5 MW, mientras que las microhidráulicas de 10 hasta 500 KW, aproximadamente. Para las minicentrales, los costos de instalación (variables de un lugar a otro) son de 18 a 30 pesos por Watt y el costo de la electricidad a la toma de la planta es del orden de $ 0.5 por KWH. La utilización de la electricidad en forma continua o para demanda pico depende de la cantidad de agua y de si el flujo es constante o intermitente.

Dado que el potencial hidráulico puede ser empleado para fines agrícolas y energéticos, debe implantarse cuidadosamente la forma de utilizarlo en cada sector en general; la selección para uno u otro uso depende de las especificaciones del sitio, teniendo una importancia relativa mayor en el caso de las microeléctricas.

La tecnología empleada en las hidroeléctricas es casi independiente de la capacidad instalada; sin embargo, en el caso de las pequeñas caídas del agua el rendimiento puede ser optimizado al emplear turbinas de flujo axial, con acoplamiento directo al alternador.

En el país se han instalado cientos de microeléctricas, en particular en zonas cafetaleras, y también se realizan estudios para optimizar el diseño de estos sistemas, pero aún se requiere dedicar más esfuerzos para generar un mayor número de proyectos a base de unidades intermedias y pequeñas.

Se considera que el potencial hidroeléctrico nacional podría tener una capacidad instalada de aproximadamente 25 000 MW, en las cuencas remanentes. La expansión a esta capacidad se basará necesariamente en unidades intermedias y pequeñas, pero no se cuenta con datos confiables sobre la disponibilidad de energía hidráulica utilizable en unidades con capacidad de generación menores a 500 KW, correspondientes a las plantas microhidráulicas.

Energía eólica

El movimiento de masas de aire en la atmósfera se debe a las diferencias de temperatura existentes entre las capas de la atmósfera, particularmente entre las zonas polares y tropicales, como consecuencia de una mayor captación de energía solar en estas últimas. El aprovechamiento de este movimiento a través de la conversión de la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación de un eje se denomina energía eólica. El rendimiento teórico máximo de esta conversión es del 60%, obteniéndose en la práctica valores de sólo 40%. Existen dos sistemas aerodinámicos básicos de aprovechamiento de energía eólica, según el eje del motor, sea paralelo o perpendicular a la superficie terrestre: *a*) el eje horizontal, en los que se han obtenido los mejores rendimientos y, *b*) el de eje vertical, que tiene las ventajas de funcionar independientemente de la dirección del viento.

La potencia generada por un aerosistema es proporcional al cubo de la velocidad del viento y al cuadrado del radio de la hélice. Los parámetros más importantes para el diseño de estos sistemas son la máxima velocidad disponible y la máxima área de captación; también deben considerarse la velocidad de la punta del rotor, el tanque y el número de hojas de la hélice. Un análisis de esfuerzos de la estructura es requisito fundamental para la estabilidad y durabilidad del sistema.

La densidad de población asociada al número de edificaciones presentes es otro factor importante en el aprovechamiento de energía eólica: para bajas densidades de población, se utiliza directamente el viento predominante; para altas se concentra el viento aprovechando los canales establecidos por las edificaciones; y para densidades medias, por estar las construcciones dispersas, es difícil tener un frente amplio con velocidades de viento apropiadas.

Esta fuente se usa principalmente en ventilación, transporte, energía mecánica para bombeo, molinos y generación de electricidad. La velocidad del viento es fundamental para su aprovechamiento, y se considera que 15 Km/H es límite inferior para aplicaciones de potencia grande; sin embargo, velocidades de 5 a 15 Km/H se pueden concentrar y producir buenos niveles de potencia, mientras que velocidades inferiores a 5 Km/H pueden ser utilizadas en ventilación. Dada la intermitencia de los vientos, es necesario para un aprovechamiento más continuo un sistema de almacenamiento; en este campo, los volantes de inercia y la compresión del aire son dos proposiciones con gran futuro.

La generación de electricidad para pequeñas y medianas capacidades tiene grandes posibilidades frente a cualesquiera otros sistemas. Se considera que la electricidad generada de esta forma cuesta entre 2.50 y 6.00 pesos por KWH; además, los equipos tienen una vida útil de 20 años y necesitan poco mantenimiento. Los sistemas son para uso descentralizado, no son contaminantes (existe la posibilidad de ruido e interferencia en las comunicaciones sólo en las grandes instalaciones y la tecnología requerida no es muy compleja.

En el país se tiene gran experiencia en este recurso, ya que se han obtenido valores aproximados de la potencia eólica disponible anual por unidad del área, utilizando la información de los registros de la velocidad máxima diaria de 42 estaciones climatológicas. La confiabilidad del estudio está limitada principalmente por dos factores: *1*) se conoce sólo el valor máximo de la velocidad del viento y es necesario conocer los cambios (de velocidad) sufridos durante el día y, *2*) la ubicación de las estaciones no es uniforme en el territorio, ya que todas ellas se encuentran en las cuidades o en los aeropuertos.

Por otro lado, se está recabando y procesando la información de los registros existentes de los promedios mensuales de la velocidad del viento captados en un total de 87 observatorios y 3 480 estaciones climatológicas distribuidas por todo el territorio nacional.

Diseño de un Anemómetro Electrónico de Bajo Costo

Marco Antonio Borja Díaz

Un anemómetro —dispositivo relativamente sencillo— puede diseñarse con extremo refinamiento y con excelentes resultados, siempre y cuando no rebase la capacidad de producción industrial.

Actualmente, el equipo existente en el mercado para fines de evaluación del recurso energético eólico se puede clasificar en tres grupos:

1) Equipo muy completo que requiere cuidados e instalaciones especiales, cuyo uso es destinado a laboratorios y estaciones climatológicas y no para el campo. Su costo aproximado es mayor a $100 000.00 M.N.*

2) Equipo portátil con todas las características necesarias para su elección; su inconveniente es tener cotizaciones mayores a $40 000.00 M.N.*

3) Equipo portátil que presenta la información en forma analógica, la cual requiere un número considerable de horas-hombre empleadas con su procesamiento para convertirla a forma digital; su costo varía entre $30 000.00 y $40 000.00 M.N.*

Además, para los tres grupos se tiene la desventaja adicional de que son fabricados en el extranjero.

Debido a los anterior se presentó la necesidad de diseñar un equipo que cumpliera con los siguientes requisitos:

1) Bajo costo de fabricación.

2) Obtención de datos que requieran un mínimo de procesamiento humano.

3) Alta resistencia a las vibraciones ocasionadas en el transporte del equipo y a las condiciones climatológicas variadas.

4) Autonomía mínima de 32 días con respecto al consumo de corriente, operándolo con baterías.

5) Fabricación compacta.

6) Posibilidades de fabricación nacional.

7) Operación confiable.

8) Fácil mantenimiento y calibración.

* Precio estimado para agosto de 1981.

Introducción

Para poder evaluar la potencia disponible, para un conjunto de velocidades de viento y a partir de ella conocer la ditribución de energía disponible para un período de tiempo, es necesario asociar las velocidades de viento presentes en el período de tiempo con su correspondiente frecuencia de ocurrencia.

Actualmente uno de los mejores métodos para recopilar estos datos consiste en integradores de velocidades instantáneos a lo largo de una base de tiempo; este resultado es característico de los llamados "medidores de distancia recorrida por el viento", los cuales al asociar una "distancia recorrida", en unidades de longitud con una base de tiempo, permiten obtener con una alta precisión los valores de la velocidades media del viento para la base de tiempo escogida.

El equipo que a continuación se describe pertenece a esta clasificación.

Consideraciones generales

Base de tiempo. Debido a que el uso que se pretende dar a este equipo es para recopilación de información para períodos mensuales o mayores, la base de tiempo que se ha escogido son 15 minutos.

Forma de presentación de datos. Para cumplir con el requisito de que los datos requisito de que los datos requieran un mínimo de procesamiento humano, se escogió una forma impresa digitalmente.

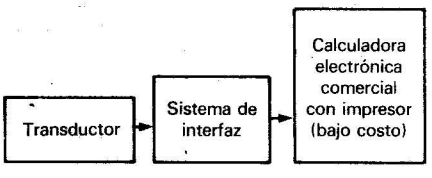
Implementación. Debido a los requisitos de alta resistencia a vibraciones ocasionadas en su transporte y a condiciones climatológicas variadas, se implementó este equipo con base en circuitos electrónicos integrados, satisfaciendo así implícitamente el requisito de fabricación compacta.

Autonomía. Los circuitos integrados se escogieron de la familia de semiconductores C-mos, con objeto de minimizar el consumo de corriente.

Posibilidades de fabricación nacional y bajo costo de ella. Para cumplir este objetivo se diseñó el equipo con base en el diagrama de bloque que se muestra en la Figura 1.

Básicamente el diseño del equipo consistió en el diseño del sistema de interfaz, entre una calculadora comercial con impresor (de bajo costo) y un transductor comercial; velocidad de viento → señal eléctrica (anemómetro de copas tipo generador eléctrico).

FIGURA 1



Características del transductor

El transductor seleccionado para este diseño consiste en un anemómetro de copas, el cual para un rango bastante amplio de velocidades de viento genera una señal senoidal cuya frecuencia es directamente proporcional a la velocidad del viento. En la Figura 2 se muestran las características dadas por el fabricante en donde se relaciona la velocidad del viento con la frecuencia de la señal senoidal generada por el transductor. El hecho de ser un generador es importante en cuanto a su selección, ya que no consumirá energía eléctrica.

FIGURA 2.
CARACTERISTICAS DEL TRANSDUCTOR SELECCIONADO

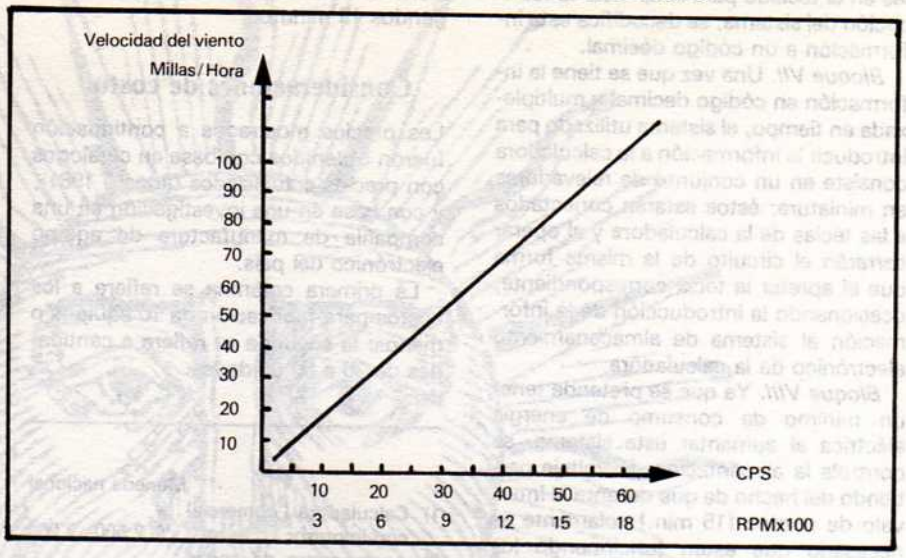
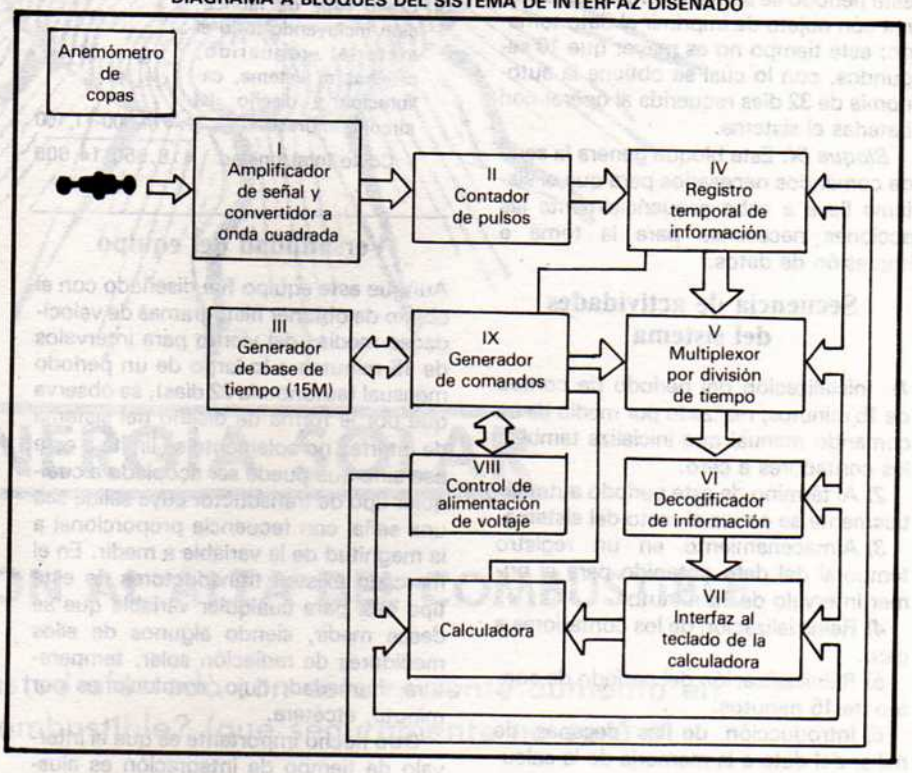


Diagrama de bloques del sistema de interfaz

Ya que el transductor presenta a su salida una señal de frecuencia proporcional a la velocidad del viento, para obtener el valor medio de la velocidad a intervalos de 15 minutos solamente se hace necesario contar el número de ciclos generados por el transductor durante este tiempo e imprimir ese dato en el impresor de la calculadora. Esto simplifica el diseño considerablemente, ya que queda reducido según el diagrama de bloque (Figura 3).

FIGURA 3.
DIAGRAMA A BLOQUES DEL SISTEMA DE INTERFAZ DISEÑADO



Descripción de los bloques

Bloque I. Ya que la señal producida por el transductor es pequeña en magnitud —comparada con las señales requeridas por los contadores de ciclos— y varía con la frecuencia de ella, se hace necesario convertirla en una de amplitud mayor, ya que a partir de este bloque se trabaja con niveles lógicos se convierte esta señal a onda cuadrada.

Bloque II. Este consiste básicamente en un contador de pulsos o ciclos. En su entrada se divide la frecuencia de la señal generada entre dos y la capacidad máxima de conteo es 19 999 ciclos.

Esta combinación, tomando como base de tiempo 15 minutos, da como resultado una capacidad de medición de velocidades medias del viento para intervalos de 15 minutos iguales a 33.77 m/seg., el cual es bastante amplio con lo observado normalmente; sin embargo, se observó que es la combinación óptima en cuanto a la relación tiempo de conteo *vs.* frecuencia generada *vs.* capacidad de conteo.

Bloque III. El generador de la base de tiempo de 15 minutos permite el acceso de información a los contadores de ciclos durante ese período de tiempo y genera un pulso al final de éste, el cual activará el generador de comandos del sistema que a su vez, después de que se almacena la información (Bloque IV), restablecerá el período de conteo.

Bloque IV. Ya que un período largo de tiempo entre el final del período de conteo (15 min.) y la reinicialización de éste puede producir errores considerables en el valor del dato tomado, la información obtenida en los contadores se almacena en registros provisionales; así es posible borrar la información contenida en ellos y reinicializar el conteo. Esto en la práctica se lleva 1 seg., lo cual genera un error de 0.1% que es despreciable.

Bloque V. Debido a que la capacidad de los contadores (Bloque II) es 19 999, o sea 5 dígitos, y ya que la calculadora sólo puede aceptar un dígito a la vez, se multiplexa en tiempo esta información.

Bloque VI. La información obtenida en el multiplexor se presenta en codigo BCD (binario codificado a decimal). Con objeto de introducir esta información a la calculadora por medio de sus termina-

les en el teclado para simplificar la fabricación del sistema, se decodifica esta información a un código décimal.

Bloque VII. Una vez que se tiene la información en código decimal y multiplexada en tiempo, el sistema utilizado para introducir la información a la calculadora consiste en un conjunto de relevadores en miniatura; éstos estarán conectados a las teclas de la calculadora y al operar cerrarán el circuito de la misma forma que el apretar la tecla correspondiente, ocasionando la introducción de la información al sistema de almacenamiento electrónico de la calculadora.

Bloque VIII. Ya que se pretende tener un mínimo de consumo de energía eléctrica al aumentar este sistema, se controla la alimentación de voltaje partiendo del hecho de que durante el intervalo de conteo (15 min.) solamente es necesario que estén funcionando los bloques I, II y III y solamente al final de este período se activará el resto del sistema con objeto de imprimir el dato tomado; este tiempo no es mayor que 10 segundos, con lo cual se obtiene la autonomía de 32 días requerida al operar con baterías el sistema.

Bloque IX. Este bloque genera la serie de comandos necesarios para que el sistema lleve a cabo secuencialmente las acciones necesarias para la toma e impresión de datos.

Secuencia de actividades del sistema

1) Inicialización del período de conteo de 15 minutos, realizado por medio de un comando manual que inicializa también los contadores a cero.

2) Al término de este período automáticamente se activa el resto del sistema.

3) Almacenamiento en un registro temporal del dato obtenido para el primer intervalo de 15 minutos.

4) Reinicialización de los contadores a cero.

5) Reinicialización del período de conteo de 15 minutos.

6) Introducción de las decenas de millar del dato a la memoria de la calculadora.

7) Introducción de las unidades de millar del dato a la memoria de la calculadora.

8) Introducción de las centenas del dato a la memoria de la calculadora.

9) Introducción de las decenas del dato a la memoria de la calculadora.

10) Introducción de las unidades del dato a la memoria de la calculadora.

11) Impresión del dato almacenado.

12) Desactivación parcial del sistema exceptuando los bloques I, II y III, los cuales continúan en proceso de obtención del dato correspondiente a los segundos 15 minutos.

Consideraciones de costo

Los precios mostrados a continuación fueron obtenidos con base en catálogos con precios actualizados (agosto 1981), y con base en una investigación en una compañía de manufactura de equipo electrónico del país.

La primera columna se refiere a los costos para fabricación de 10 equipos o menos; la segunda se refiere a cantidades de 30 a 50 unidades.

	Moneda nacional
1) Calculadora comercial con impresor	$ 2,500- 2,000
2) Anemómetro de copas tipo generador de A.C.	$ 1,750- 1,500
3) Costo total de fabricación incluyendo todo el material requerido, pruebas al sistema, calibración y diseño del circuito impreso	$14,300-11,100
Costo total/unidad	$18,550-14,600

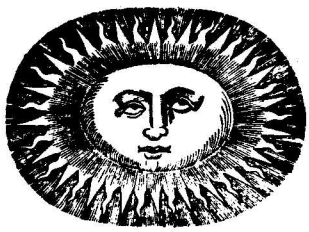
Versatilidad del equipo

Aunque este equipo fue diseñado con el objeto de obtener histogramas de velocidades medias del viento para intervalos de 15 minutos a lo largo de un período mensual (autonomía 32 días), se observa que por la forma de diseño del sistema de interfaz no solamente se limita a este uso sino que puede ser acoplado a cualquier tipo de transductor cuya salida sea una señal con fecuencia proporcional a la magnitud de la variable a medir. En el mercado existen transductores de este tipo casi para cualquier variable que se desee medir, siendo algunos de ellos medidores de radiación solar, temperatura, humedad, flujo, revoluciones por minuto, etcétera.

Otro hecho importante es que el intervalo de tiempo de integración es ajustable por medio de una siemple combinación de un circuito RC.

Conclusiones

Se observa que el equipo diseñado cumple con los requisitos mencionados en el resumen de este documento; dado el bajo costo de fabricación con respecto a los equipos diseñados y fabricados en el extranjero, representa una alternativa que está de acuerdo con la política de desarrollo de tecnología propia para nuestro país.



Séptima Reunión Nacional ANES

3-7 de octubre

Informes: Ing. Alfredo Sánchéz Flores
Tel. 586 0388 (D.F.)

nacobre

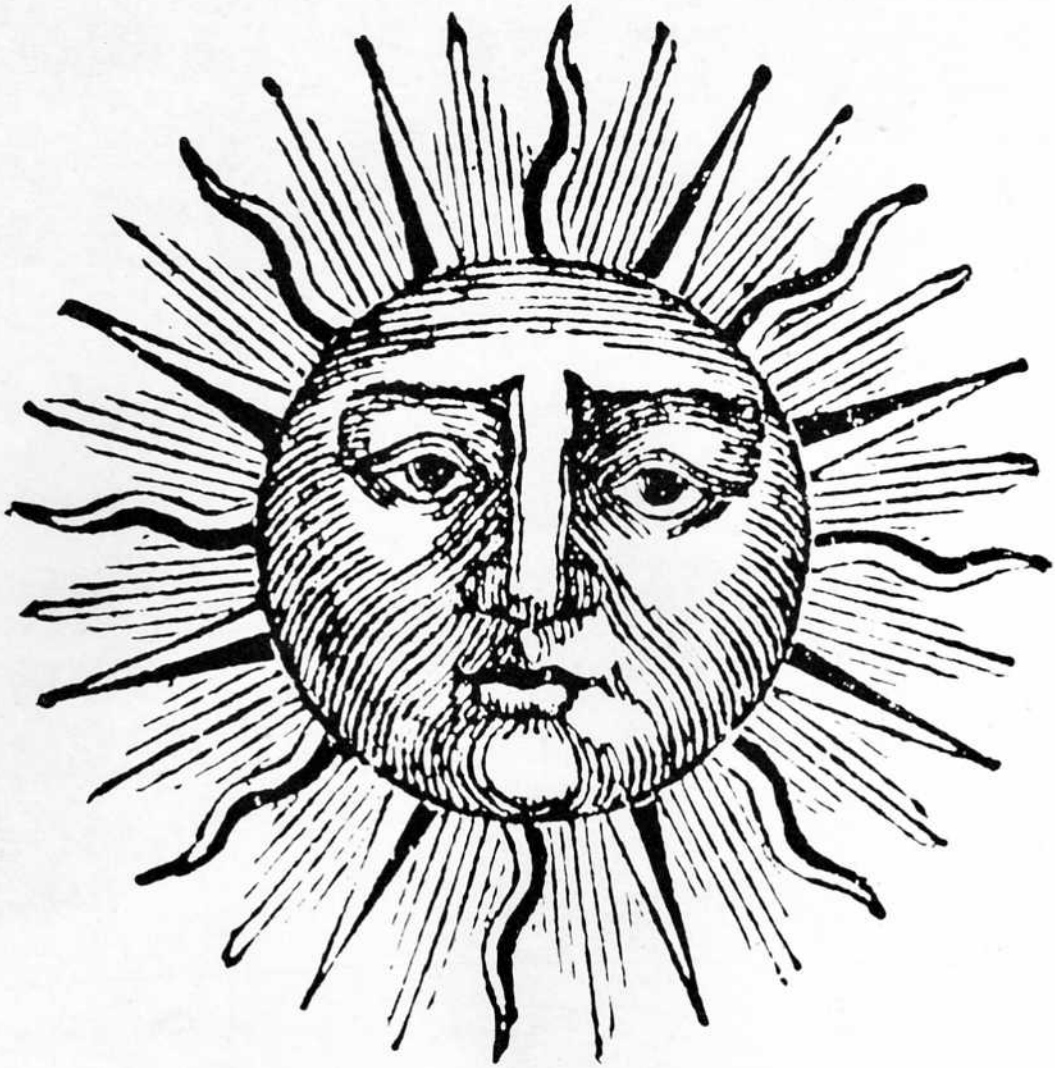
Tuberías de cobre, ideales en la transferencia de calor, insuperables en la conducción de agua y gas.

Las tuberías de cobre NACOBRE representan para el usuario la garantía de la eficiencia de los calentadores solares debido a su alta conductividad térmica.

CSL

CUPRO SAN LUIS S.A. de C.V.

Poniente 134 Nº 719 Col. Industrial Vallejo C.P. 02300 México, D.F. tel. 5874255



ENERGIA SOLAR

LA SOLUCION AL ALZA DEL COMBUSTIBLE

¿ Se vio usted afectado con este reciente aumento en el precio del combustible? (que seguramente no será el último).

La Sección de Industriales de la Asociación Nacional de Energía Solar, ofrecen una solución económica, libre de mantenimiento, y no contaminante, al problema de calenta miento de agua para uso industrial, domestico y albercas.

BUTECSA Tel 568-8848
ENERMEX S.A. de C.V. Tel 592-1905
ENERSOL S.A. Tel 560- 5022
GEASOL S.A. de C.V. Tel 651-8439
ITESA Tel 545-1151
MODULO SOLAR S.A. Tel 91 (731) 511-85
PROYECTO SOLAR Tel 520-3559
SOLAR—MEX S.A. Tel 587-5068
SUNWAY DE MEXICO S.A. Tel 589-6543