



134 LIBRARY

JUN 16 1961

Distr.
LIMITED

E/CONF.35/S/99/SUMMARY
16 May 1961
ENGLISH/ FRENCH
ORIGINAL: ENGLISH



**UNITED NATIONS
CONFERENCE
ON NEW SOURCES
OF ENERGY**

**CONFÉRENCE
DES NATIONS UNIES
SUR LES SOURCES NOUVELLES
D'ÉNERGIE**

SOLAR ENERGY, WIND POWER AND GEOTHERMAL ENERGY

ÉNERGIE SOLAIRE, ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Agenda item/Point de l'ordre du jour:

II.C.1.(a) -

**Use of solar energy for mechanical power and electricity production -
By means of piston engines and turbines**

**Utilisation de l'énergie solaire pour la production d'énergie
mécanique et d'électricité -
Au moyen de moteurs alternatifs et de turbines**

**THERMAL MACHINES FOR THE CONVERSION
OF SOLAR ENERGY INTO MECHANICAL POWER**

**By Luigi D'AMELIO
Professor, Institute of Mechanics
University of Naples, Italy**

**MACHINES THERMIQUES POUR LA CONVERSION
DE L'ENERGIE SOLAIRE EN ENERGIE MECANIQUE**

**Par le professeur Luigi D'AMELIO
Institut de Mécanique
Université de Naples, Italie**

PAPERS HAVE BEEN CONTRIBUTED TO THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY BY INVITATION AND ARE FOR DISTRIBUTION AS WORKING PAPERS FOR THAT CONFERENCE. THEY ARE PUBLISHED AS PRESENTED BY THE AUTHORS, AND THE CONTENTS AND THE VIEWS EXPRESSED ARE THOSE OF THE AUTHORS.

(See notes overleaf)

LES AUTEURS ONT PRESENTE SUR INVITATION A LA CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ENERGIE DES MEMOIRES QUI SERONT DISTRIBUES COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFERENCE. CES MEMOIRES SONT PUBLIES TELS QUE LES AUTEURS LES ONT REDIGES ET LES VUES QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

NOTES

1. The working languages of the Conference are English and French. All papers contributed are reproduced in one or other of these two languages. Where a paper has been reproduced in both working languages for the convenience of a rapporteur, both language versions are provided as part of the Conference documentation.

2. Where any paper has been contributed in one of the official languages of the UN other than English or French, then it has been made available to the conference in that language. A translation of such papers in either English or French (according to the request of the relevant rapporteur) is provided.

3. Summaries of all papers, as presented by the authors, will be available in both working languages—English and French. Summaries will not include diagrams and photographs and should be read in conjunction with the paper proper, which will bear the same reference number as the summary.

4. Papers and summaries will not be generally available for distribution to other than participants and contributors to the Conference until after the Conference, under publication arrangements to be announced.

1. Les langues de travail de la Conférence sont l'anglais et le français. Tous les mémoires présentés sont reproduits dans l'une ou l'autre de ces deux langues. Lorsqu'un mémoire est reproduit dans les deux langues de travail sur la demande d'un rapporteur, la version anglaise et la version française du mémoire font toutes deux parties de la documentation de la Conférence.

2. Lorsqu'un mémoire est présenté dans une langue officielle de l'ONU autre que l'anglais ou le français, il est publié dans cette langue. Les mémoires appartenant à cette catégorie sont en outre publiés en traduction anglaise ou française (selon la demande du rapporteur chargé du sujet considéré).

3. Des résumés de tous les mémoires, établis par les auteurs eux-mêmes, seront publiés dans les deux langues de travail: anglais et français. Les résumés ne contiendront ni diagrammes ni photographies, et il conviendra de les rapprocher du mémoire lui-même, qui portera le même numéro de référence que le résumé.

4. Les mémoires et les résumés ne pourront en général être distribués à des personnes autres que les participants et les auteurs qu'après la Conférence et selon des modalités de publication qui seront annoncées ultérieurement.

THERMAL MACHINES FOR THE CONVERSION OF SOLAR ENERGY INTO MECHANICAL POWER

by

Professor Luigi D'AMELIO

Institute of Mechanics
University of Naples, Italy

SUMMARY

The direct conversion of solar energy into electric energy, successfully experimented during the past years, is still very far from economically acceptable applications on an industrial basis. While waiting that further developments make, like we hope, such a conversion economically possible, the old solar machine, consisting of a thermal engine, run by steam or hot air, may still be usefully employed in areas where a good insolation diagram can be obtained and where a widespread distribution of traditional type energies, such as electric energy and energy produced by internal combustion engines, is not available.

Wind-driven motors can furnish limited amounts of energy in windy areas. However, their output diagram is very irregular. On the opposite, solar machines present, during insolation period, very regular diagrams and, as compared with wind-driven motors, offer the advantage of not being damaged or destroyed when wind energy becomes abnormal, i.e. during hurricanes.

Solar machines, with or without concentration of solar radiation, have failed, so far, to reach a stage where true economical and industrial applications are possible. An investigation of the cause of this failure reveals that rather than by thermodynamic considerations, it has been determined by economical convenience.

Objectively, solar machines have been equipped with concentrating mirrors of ever-increasing cost or with flat collectors whose glass tops and accurate thermal insulation have greatly contributed to raise installation costs per unit of power and per unit of energy to exceptionally high levels which become definitely prohibitive when charges for ordinary and emergency type maintenance, operating personnel, etc., are added.

The problem may then be examined under a different profile, by investigating the possibility of simplifying the solar machines and reducing their costs through the utilization of the new materials progress has made available.

In view of the fact that concentrator-collector systems are not likely to fall within the established economical limitations, mainly because of mirror maintenance and wear and of expensive orientators, attention should be devoted to flat collector systems.

By proper utilization of plastics, it would be possible to obtain collectors which do not require thermal insulation - thereby eliminating the costly insulating casings - and which can be laid directly on the ground, with no orientators.

Similarly, by eliminating glass tops, it would be possible to obtain collectors which, though less efficient, would furnish a power unit which would entail a larger insulated surface but would be obtained at a lesser over-all installation cost as a result of the decreased unit cost of the insulated surface.

Insulated surfaces may consist of selective surfaces which greatly improve collector efficiency and reduce the area required per power unit.

Insulated surfaces may also be coated with selective type paints with improved economical results.

Unfortunately, both selective surfaces and paints are not at present available on open markets nor their cost and efficiency are known. Votes are made that both items may soon become available at reasonable costs inasmuch as the development of flat collector solar machines is dependent, to a great extent, on this factor.

Without taking into consideration systems whose boiler consists of a finned tube which contains the fluid to evaporate and is directly exposed to solar radiation and which, because of the extent of the coil, leads to large size units requiring great quantities of expensive and not readily available fluid, which, should any leakage occur, as often happens in this size boilers, is lost, attention should be drawn to flat box collectors where circulating water conveys the collected heat to a compact and strong boiler and releases it to the fluid by conduction through the boiler walls.

To reduce the fluid charge and the possibility of costly leakages, the use of machines run by vapour mixtures of unmixable liquids is recommended. In this case, the boiler is filled with water, designated as "water support", to which heat is transferred by the water circulating through the collector. The fluid to evaporate is spray-injected into the water support and evaporates with no appreciable temperature drop. The fluid to be used shall not be mixable with water and, at temperatures ranging from 40°C to 50°C, shall present high pressure values of saturated vapour. Ethyl chloride, for example, meets these requirements. If ethyl chloride is used, the vapour obtained, which is a mixture of steam and ethyl chloride vapour in quantities directly proportioned to their pressures, contains almost exclusively ethyl chloride vapour, and acts practically as such. Under these conditions, a fluid charge of only a few kilograms may be sufficient to operate a machine which requires a few hundreds of kilograms of vapour per hour. In other terms, with respect to ethyl chloride, the boiler may be considered an instant vaporization type unit. Many other fluids may be used in lieu of ethyl chloride.

The steam engine may be of the reciprocating type and good use should be made of vapour seals recently developed for small refrigerating plants, which have reached nowadays high performance standards.

The condenser should be of the surface type. Sizes of boiler and condenser heat transfer surfaces shall be large enough to reduce temperature drops. It would be necessary to provide the condenser with an auxiliary cold water storage tank to make starting operations possible. During normal operation the condenser is fed by the water pumped from the well.

By giving credit to the recommendations outlined above, a strong solar machine offering sound economical perspectives could be developed, though it would require rather large insulated surfaces (from 40 to 50 sq. m. per horsepower).

A machine manufactured in accordance with the above-mentioned criteria may prove useful in areas of good insolation (Arizona, India, Africa, etc.), especially with respect to irrigation problems. Power output should not exceed 2 or 3 HP. Unit costs of energy thus obtained may successfully compete with unit costs of traditional type energies which, of necessity, differ considerably from current values in areas with widespread power distribution.

MACHINES THERMIQUES POUR LA CONVERSION DE L'ENERGIE SOLAIRE
EN ENERGIE MECANIQUE

Professeur Luigi d'Amelio
Institut de Mécanique
Université de Naples, Italie.

Résumé

La conversion directe d'énergie solaire en énergie électrique sur laquelle on a fait des expériences avec succès au cours de ces dernières années est encore très loin d'en être à des applications économiquement acceptables sur une base industrielle.

En attendant que de nouveaux progrès rendent une telle conversion économiquement possible ainsi que nous l'espérons, la vieille machine solaire constituée par un moteur thermique, à vapeur ou à air chaud, peut encore être utilisée avec succès dans les régions où on peut réaliser un bon diagramme d'ensoleillement et où une distribution généralisée des types d'énergie classiques, comme l'énergie électrique et la force motrice produite par les moteurs à combustion interne n'est pas trouvée.

Les moteurs éoliens peuvent fournir des quantités limitées d'énergie dans les régions où il y a beaucoup de vent. Leur diagramme de sortie, cependant, est très irrégulier. Au contraire, les machines solaires présentent, pendant la période d'insolation, des diagrammes très réguliers si on les compare aux éoliennes, elles offrent l'avantage de ne pas être endommagées ou détruites quand l'énergie éolienne devient anormale, c'est-à-dire pendant les ouragans.

Les machines solaires, avec ou sans concentration du rayonnement, n'ont pas encore atteint jusqu'à présent le stade où des applications véritablement économiques et industrielles sont possibles. Une étude de la cause de cet échec souligne que, plutôt que des considérations thermodynamiques, ce sont des questions de convenance économiques qui dictent les mesures à prendre.

Objectivement parlant, on a doté des machines solaires de miroirs de concentration, de plus en plus coûteux, ou de collecteurs plats dont les couvertures en verre et l'isolement thermique complet ont beaucoup contribué à augmenter le coût d'installation par unité de puissance et par unité d'énergie, pour les porter à des niveaux exceptionnellement élevés qui sont devenus franchement prohibitifs quand on y ajoute les frais d'entretien ordinaires et d'urgence, ceux qui sont afférents au personnel d'exploitation, etc.

On peut alors examiner le problème sous un angle différent en étudiant la possibilité de simplifier les machines solaires et d'en réduire les frais par l'utilisation de nouveaux matériaux que les progrès ont rendus disponibles.

Etant donné que les systèmes concentrateurs-collecteurs ne tomberont probablement pas dans le cadre des limites dictées par des considérations économiques, principalement en raison de l'entretien et de l'usure des miroirs et des dispositifs d'orientation qui sont coûteux, on s'attachera à la question des collecteurs plats.

Par la bonne utilisation des compositions plastiques, il serait possible de réaliser des collecteurs qui n'exigent pas d'isolement thermique - en éliminant ainsi les cuvelages isolants coûteux et que l'on peut poser directement sur le sol sans machine d'orientation. D'une manière analogue, en éliminant les couvertures en verre, il serait possible de réaliser des collecteurs qui, tout en ayant un moindre rendement, fourniraient des unités de puissance comportant une plus grande surface ensoleillée mais s'achèteraient à de moindres prix d'ensemble en conséquence de la diminution du prix unitaire de la surface ensoleillée.

Les aires ensoleillées peuvent être constituées par des surfaces sélectives qui augmentent beaucoup le rendement du collecteur et réduisent la surface nécessaire par unité de puissance.

Les surfaces ensoleillées peuvent également être recouvertes de peinture d'un type sélectif avec des améliorations des résultats économiques.

Malheureusement, tant les surfaces sélectives que les peintures ne sont pas actuellement disponibles sur le marché libre et leur prix et leur rendement

ne sont pas connus.

On souhaite que les deux articles soient bientôt disponibles à des prix raisonnables, pour autant que la mise au point de machines solaires à collecteur plat dépendent dans une grande mesure de cet élément.

Sans prendre en considération les systèmes dont le bouilleur est constitué par un tube à ailettes qui contient le fluide à évaporer et exposé directement au rayonnement solaire ce qui, en raison de l'importance du serpentin, provoque l'établissement d'unités de grandes dimensions qui exigent des quantités importantes d'un fluide cher et qui n'est pas disponible facilement, lequel serait perdu s'il y a des fuites ainsi que ceci arrive souvent dans des bouilleurs de cette taille, on attirera l'attention sur les collecteurs à boîte plate des lesquels l'eau de circulation transporte la chaleur ainsi accumulée à un bouilleur de faibles dimensions et résistant, pour la dégager dans le fluide par la conduction des parois du bouilleur.

Pour réduire la charge de fluide et la possibilité de fuites coûteuses, l'emploi de machines exploitées par des mélanges de vapeur de liquides non miscibles est recommandé. Dans ce cas, on remplit le bouilleur d'eau, que l'on appelle le "support-eau" à laquelle la chaleur est transmise par la circulation de cette eau de par le collecteur. Le fluide à évaporer est injecté dans le support-eau et s'évapore sans chute de température appréciable. Le fluide à employer ne doit pas être miscible avec l'eau et, à des températures allant de 40°C à 50°C, doit présenter de grandes tensions de vapeur saturée. Le chlorure d'éthyle, par exemple, satisfait ces exigences. Si on se sert de chlorure d'éthyle, la vapeur obtenue qui est un mélange de vapeur d'eau et de chlorure d'éthyle en quantité directement proportionnelle à leurs tensions partielles contient presque exclusivement de la vapeur de chlorure d'éthyle et agit pratiquement comme s'il en était ainsi. Dans ces conditions, une charge de fluide ne dépassant pas quelques kilogrammes, peut être suffisante pour faire fonctionner une machine qui exige quelques centaines de kg. de vapeur à l'heure. En d'autres termes, en ce qui concerne le chlorure d'éthyle, le bouilleur peut être considéré comme une unité à vaporisation instantanée. Nombre d'autres fluides peuvent être employés en lieu et place du chlorure d'éthyle.

Le moteur à vapeur peut être du type alternatif et on devra faire bon usage des garnitures d'étanchéité qui ont été mises au point récemment pour les petites usines de réfrigération, lesquelles donnent maintenant d'excellents résultats.

Le condenseur doit être du type à surface. Les dimensions des surfaces de transmission de la chaleur du bouilleur et du condenseur seront assez grandes pour réduire les chutes de températures. Il sera nécessaire de fournir au condenseur un réservoir auxiliaire d'eau froide pour permettre le démarrage. Pendant le fonctionnement normal, le condenseur est alimenté par de l'eau pompée du puits.

En tenant compte des recommandations présentées ci-dessus, on pourrait mettre au point une puissante machine solaire avec de bonnes perspectives économiques, bien qu'elle doive imposer des surfaces ensoleillées assez grandes (de 40 à 50 m² par CV).

Une machine fabriquée conformément aux critères mentionnés ci-dessus pourra s'avérer utile dans les régions de bon ensoleillement (Arizona, Inde, Afrique, etc.), particulièrement pour les problèmes d'irrigation. Le débit d'énergie ne doit pas dépasser deux ou trois chevaux. Les prix unitaires de l'énergie ainsi réalisée pourront faire concurrence avec succès aux prix unitaires des énergies classiques qui, nécessairement, s'écartent beaucoup des valeurs courantes dans les régions où l'énergie est abondamment répartie.

