



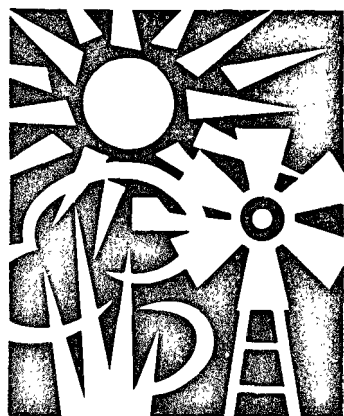
RECEIVED

4 MAY 1961

Distr.
LIMITED

E/CONF.35/S/19/SUMMARY
10 April 1961

ORIGINAL: ENGLISH



INDEX NOTATIONS
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:

III.C.2 - Use of solar energy for heating purposes: Space heating

Emploi de l'énergie solaire pour le chauffage:
Chauffage des locaux

AN ELECTRONIC-MECHANICAL ANALOGUE FOR
THE DESIGN OF SOLAR HEATING PLANTS

By R. F. BENSEMAN

Dominion Physical Laboratory, Dept. of Scientific and
Industrial Research, Lower Hutt, New Zealand

MACHINE A ANALOGIE ELECTRONICO-MECANIQUE
POUR LA REALISATION DES PROJETS DE CENTRALE
DE CHAUFFAGE PAR L'ENERGIE SOLAIRE

Par R. F. BENSEMAN

Laboratoires de physique du Dominion, Service des recherches
scientifiques et industrielles, Lower Hutt, Nouvelle-Zélande

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.

AN ELECTRONIC-MECHANICAL ANALOGUE FOR THE
DESIGN OF SOLAR HEATING PLANT

by R.F.Benseman

Dominion Physical Laboratory

Department of Scientific and Industrial Research

Lower Hutt, New Zealand.

SUMMARY

- (a) If solar heating is to become widely used, or to compete economically with other sources of heat, then it must be possible to predict with some accuracy the performance that can be expected from a given design under specified conditions of use. One method of doing this is to use an analogue.
- (b) The analogue described here treats a solar design problem in two stages. The first stage, which is achieved by a mechanical simulator, determines the relationship between the collector and the sun - it takes account of the changing angles of incidence and variations in insolation. The second stage is entirely electronic and deals with the interactions of all the other features that affect the completed plant's performance - heat storage, domestic usage, ambient air temperature, and the various avenues of heat loss from the system.
- (c) The "sun" consists of a lamp and mirror that rotate about a vertical axis at a speed of one revolution per second - each revolution represents one day in solar time. The mirror is parabolic in section with the lamp at its focus, so that parallel light falls at

all times on a small adjustable platform set at the center of the system. As it rotates, the arm holding lamp and mirror makes a slow oscillation from $23\frac{1}{2}$ degrees above the horizontal plane to $23\frac{1}{2}$ degrees below this plane, and then back again. The angular movement is sinusoidal, and a cycle is completed during 365.2 revolutions of the mirror-lamp assembly. Thus a rather idealised "sun" is produced. The adjustable platform at the center of the system represents the earth and can be tilted to simulate any latitude.

(d) Remote from the sun simulator, but rigidly linked to it mechanically is a device for feeding 16 mm film through a film reading head. There are three tracks on the film, one of which is of the solar radiation recorded by a selected meteorological station. This track controls the intensity of illumination of the artificial "sun". The resultant is a source of parallel light that falls on an inclined platform (the "earth's surface") at angles and with intensities that approximate closely to the angles and solar radiation intensities experienced in the past by the selected recording station.

(e) A photoelectric cell mounted on the inclined platform can be orientated in any direction and represents the "collector" of the solar heating plant, and the signal from it, the gross heat collected by the system. Some errors are inherent to the mechanical part of the analogue. The most serious of these is the assumption that all solar radiation is directed. If records become available which discriminate between direct and diffuse radiation, then this feature can be built into the existing analogue. It is not expected that this discrepancy in presentation will invalidate the use of the analogue, but complete vindication can only come from analyses carried out on existing solar heating systems.

(f) The electrical part of the analogue is conventional in its construction. The conversion factors used throughout are: $1^{\circ}\text{F} = 0.25$ volts, $1 \text{ BThU/hr} = 0.25$ microamps, and $1 \text{ day} = 1$ second. Scaling is achieved by manipulating the heat flow/current relationship and allows a wide range of variables to be attempted.

(g) Preliminary testing is being confined to the mechanical part of the unit for the moment. The results so far show that the artificial "sun" gives an acceptable reproduction of the solar radiation records, and the unit has already indicated several useful lines of investigation.

MACHINE A ANALOGIE ELECTRONICO-MECANIQUE POUR LA REALISATION
DES PROJETS DE CENTRALE DE CHAUFFAGE PAR L'ENERGIE SOLAIRE

par R. F. Benseman
Laboratoires de physique du Dominion
Service des recherches scientifiques et industrielles
Lower Hutt, Nouvelle-Zélande

Résumé

a) Si on doit faire un usage généralisé du chauffage solaire ou le perfectionner à un degré tel qu'il puisse faire concurrence aux autres sources de chaleur, il faut être en mesure de prévoir avec quelque exactitude les résultats que l'on peut attendre d'une telle centrale en service dans des conditions d'utilisation spécifiées. L'emploi d'une machine à analogie constitue l'un des moyens de calcul envisagés.

b) Le dispositif que l'on décrit dans le présent mémoire traite le problème d'établissement du projet en deux stades. Dans le premier qui est réalisé au moyen d'un dispositif mécanique de simulation, on détermine les rapports qui existent entre le soleil et le collecteur, en tenant compte des variations de l'angle d'incidence et de l'ensoleillement. Le deuxième stade est totalement électronique et il a trait aux actions mutuelles de tous les autres éléments qui jouent dans le mode de fonctionnement de la centrale en service - accumulation ou emmagasinage de la

chaleur, applications ménagères, température de l'air ambiant et causes possibles de pertes de chaleur par le système.

c) Le "soleil" est constitué par une lampe et un miroir qui tournent autour d'un axe vertical à raison d'un tour par seconde - chaque tour représentant un jour solaire, le miroir est parabolique et la lampe se trouve en son foyer, si bien que le système donne un faisceau de rayons **parallèles** qui vient porter de façon continue sur une petite plate-forme réglable située au centre de l'installation. Le bras qui porte la lampe et le miroir décrit une oscillation lente, pendant sa rotation, qui l'amène de 23,5 degrés au-dessus du plan horizontal à 23,5 au-dessous et ainsi de suite. Le mouvement angulaire est sinusoïde et le cycle se réalise en 365,2 tours du groupe miroir-lampe. On réalise donc ainsi un "soleil" quelque peu idéalisé. La plateforme réglable, que l'on trouve au centre du système, représente la terre, que l'on peut incliner à volonté pour simuler toute latitude choisie.

d) A quelque distance du dispositif qui simule le soleil, mais lié mécaniquement avec lui de façon rigide, on trouve un appareil permettant de faire passer un film de 16 mm devant un lecteur optique. Le film porte trois pistes, dont l'une est constituée par l'enregistrement du rayonnement solaire à un poste météorologique choisi comme il convient. Cette piste sert à régler l'intensité de l'éclairement que fournit le "soleil" artificiel. On réalise donc, avec les deux groupes ainsi décrits, une source de rayons lumineux parallèles qui portent sur une plate-forme inclinée (la surface de la terre), de telle manière que leur incidence et leur intensité reproduisent avec une grande fidélité celles que l'on avait déterminées auparavant au poste d'enregistrement choisi.

e) Une cellule photo-électrique montée sur la plate-forme inclinée peut s'orienter dans toute direction choisie et représente le "collecteur" de la centrale de chauffage solaire. Elle émet un signal qui correspond à la chaleur brute que recueille l'ensemble du système. Le fonctionnement de la partie mécanique de la machine à analogie souffre d'un certain nombre d'erreurs intrinsèques. La plus grave de celles-ci est évidemment l'hypothèse sur laquelle repose sa construction, suivant laquelle tout le rayonnement solaire est orienté. Si on peut un jour se procurer des enregistrements qui font la distinction entre le rayonnement direct

et le rayonnement diffus, on pourra la prévoir dans la réalisation du dispositif. On ne s'attend pas à ce que cette différence entre la réalité et la reproduction des phénomènes en cause rendent l'emploi de la machine injustifié mais elle ne peut faire complètement ses preuves qu'à la suite d'analyses du fonctionnement de systèmes de chauffage solaire en service.

f) Le groupe électrique de la machine est d'une réalisation classique. Les facteurs de conversion dont il est fait usage sont les suivants : $1^\circ\text{F} = 0,25 \text{ volt}$, $1 \text{ BTU/h} = 0,25 \text{ microampère}$, $1 \text{ jour} = 1 \text{ seconde}$. On détermine l'échelle à volonté en agissant sur le rapport débit de chaleur/courant, ce qui permet la mise en oeuvre d'un grand nombre de variables.

g) Les essais préliminaires se limitent, pour le moment, à la partie mécanique du système. Les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent que le "soleil" artificiel permet de réaliser une reproduction acceptable des données sur le rayonnement solaire antérieurement enregistrées et que le dispositif a déjà révélé aux chercheurs plusieurs orientations fructueuses.

